

Учреждение образования  
«Международный государственный экологический  
институт имени А. Д. Сахарова»  
Белорусского государственного университета



# **САХАРОВСКИЕ ЧТЕНИЯ 2019 ГОДА: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ XXI ВЕКА**

## **SAKHAROV READINGS 2019: ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE XXI CENTURY**

**Материалы 19-й международной научной конференции**

23–24 мая 2019 г.

г. Минск, Республика Беларусь

Электронный локальный ресурс

УДК 504.75(043)

ББК 20.18

C22

**Редколлегия:**

- Батян А. Н.*, доктор медицинских наук, профессор, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;  
*Бученков И. Э.*, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;  
*Головатый С. Е.*, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;  
*Голубев А. П.*, доктор биологических наук, доцент, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;  
*Довгулевич Н. Н.*, кандидат филологических наук, доцент, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;  
*Журавков В. В.*, кандидат биологических наук, доцент, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;  
*Иванюкович В. А.*, кандидат физико-математических наук, доцент, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;  
*Киевицкая А. И.*, кандидат технических наук, доктор физико-математических наук,  
МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;  
*Круталевич М. М.*, кандидат филологических наук, доцент, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;  
*Мишаткина Т. В.*, кандидат философских наук, доцент, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;  
*Пашинский В. А.*, кандидат технических наук, доцент, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;  
*Плавинский Н. А.*, кандидат исторических наук, доцент, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;  
*Сыса А. Г.*, кандидат химических наук, доцент, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ

**Под общей редакцией:**

- доктора физико-математических наук, профессора *С. А. Маскевича*,  
доктора сельскохозяйственных наук, профессора *С. С. Позняка*

C22

**Сахаровские** чтения 2019 года: экологические проблемы XXI века = Sakharov readings 2019 : environmental problems of the XXI century : материалы 19-й международной научной конференции, 23–24 мая 2019 г., г. Минск, Республика Беларусь : электронный локальный ресурс / Междунар. гос. экол. ин-т им. А. Д. Сахарова Бел. гос. ун-та; редкол. : А. Н. Батян [и др.] ; под ред. д-ра ф.-м. н., проф. С. А. Маскевича, д-ра с.-х. н., проф. С. С. Позняка. – Минск, 2019. – 170 с.

В сборник включены тезисы докладов по вопросам философии, социально-экономическим и биоэтическим проблемам современности, образованию в интересах устойчивого развития, а также по медицинской экологии и биоэкологии. Рассматриваются аспекты радиобиологии, радиоэкологии и радиационной безопасности, информационных систем и технологий в экологии и здравоохранении, решения региональных экологических задач. Уделено внимание экологическому мониторингу и менеджменту, возобновляемым источникам энергии и энергосбережению.

Научные исследования рассчитаны на широкий круг специалистов в области экологии и смежных наук, преподавателей, аспирантов и студентов высших и средних учреждений образования.

УДК: 504.75(043)  
ББК 20.18

© МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ, 2019

# **ЧЕТВЕРТЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УКЛАД И ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ**

# ОНТОЛОГИЗАЦИЯ ПРОСТРАНСТВА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ КАК УСЛОВИЕ ЕГО РАЗВИТИЯ

## ONTOLOGY SPACE OF ENVIRONMENTAL EDUCATION AS A CONDITION FOR ITS DEVELOPMENT

*М. П. Бузский*  
*M. Buzsky*

*Волгоградский государственный университет  
г. Волгоград, Российская Федерация  
metamarat1@yandex.ru  
Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation*

Основной задачей данной статьи является нахождение таких связей образования и современного российского общества, которые бы обеспечили его инновационное развитие. Средством решения данной проблемы является онтологизация современной образовательной системы, которая предполагает переосмысление образовательного пространства и его функции с позиций экофилософской парадигмы как объективную реальность, в которой создаются новые черты бытия общества и личности. Это пространство должно стать способом постижения целостности мира вместе с новыми технологиями обучения и воспитания личности в контексте становления эпохи ноосферы.

The main objective of this article is to find such links between education and modern Russian society, which would ensure its innovative development. The author considers the ontologization of the modern educational system, which involves rethinking the educational space and its functions from the standpoint of the ecophilosophical paradigm, as an objective reality in which new features of society and personality are created, as a means of solving this problem. This space should be a way to comprehend the integrity of the world together with new technologies of training and education of the individual in the context of the formation of the era of the noosphere.

*Ключевые слова:* экологизация образования, образовательное пространство, субъективное и объективное, целостность мира, общество знаний, экорациональность.

*Keywords:* ecologization of education, educational space, subjective and objective, integrity, peace, knowledge society, ecorationality.

Очевидное исчерпание потенциала рыночно-потребительских ценностей и самой установки на реальность, возникшей в XVII в., самонадеянно провозгласившей иллюзорную и ложную идею «господства человека над миром», над природой на основе научных знаний, и все еще активной сегодня, стало основой формирования новых форм отчуждения личности, дегуманизации, распространения рискованных ситуаций и кризисов в самом обществе.

В этих условиях образование как социальный институт объективно приобретает новую задачу – сформировать новые модели и пути социализации и воспитания личности, изменения общественного сознания и переоценки ценностей, как одного из решающих условий перевода нашего общества на новую (экофилософскую) парадигму – переоценку и «переопределение» современной реальности с позиций становления эпохи ноосферы, то есть перехода общества с позиций «господства» над природой на отношения партнерства, гармонизации, на межсистемное коэволюционное взаимодействие. Таким образом, экологизация образования выступает как обновление самого бытия общества, на основе активизации и трансформации его человеческого (субъектного), социокультурного и ценностного потенциала.

Эта задача является сложной и многоплановой, предполагающей изменения в стратегии и политике образования, изменении учебного материала, повышении статуса образовательной деятельности, обновлении форм ее организации и др. Мы должны ограничиться кратким анализом изменений самого образовательного пространства, как необходимого условия и компоненты развития экологического образования.

Понятие «образовательное пространство» – одно из активно исследуемых в современной педагогической и философско-образовательной литературе. Это связано с тем, что здесь выявляются особенности, как самого образования, так и характеристики его связей с обществом. Сегодня в его понимании обнаруживается отсутствие какого-то общего подхода.

Образовательное пространство представляет собой активную часть образовательной среды, которая определяется как часть социокультурного пространства, зона взаимодействия образовательных систем, их элементов, образовательного материала и субъектов образовательных процессов [1]. Оно не тождественно этой среде, и его отличительной чертой является возможность существования только относительно какого-либо субъекта (индивидуального или совокупного), для которого имеет определенную значимость [2]. М. С. Якушкина считает,

что пространство можно рассматривать как педагогизированную среду, а его масштаб определяется не только территорией, на базе которой разворачивается процесс образования, но и *характеристиками пользующегося его возможностями субъекта*: пространство детей, граждан, школьника, индивида и т. п. [3]. Субъектами могут быть как сами обучающиеся, так и «образовательные учреждения, медицинские, спортивные учреждения, производственные предприятия и другие социальные институты [4].

Если выявить основания самого бытия данного пространства, то его *общественная объективность*, несмотря на обязательность и объективность самой функции образования, остается необоснованной, так как «осью», или главным вектором этого пространства является *отношение к субъекту*. Это проясняется и в разграничении объективного и субъективного в самом этом пространстве. Так, с позиций И. К. Шалаева и А. А. Варяева, объективный характер образовательного пространства отражает представления о пространстве при наличии абсолютно полного знания о всех возможных и невозможных событиях, ассоциируемых с образованием, субъективный характер отражает представления об образовательном пространстве конкретного субъекта образовательного процесса, информированность которого, естественно, ограничена. Именно память и знания человека способствуют объективизации представлений об образовательном пространстве [4].

Таким образом, данное пространство признается объективным, если в нем оказываются известными субъектами все образовательные события и отношения. Но эта объективность основана не на деятельностных или других социальных связях людей, не на конкретно-историческом функционировании общества, а лишь на объеме передаваемых знаний. Сегодня это представление хорошо вписывается в доктрину об информации как базовой характеристике современного общества, которая определяет его сетевые структуры и др.

Однако, образовательное пространство является важной частью человеческого жизненного мира, условием формирования его укорененности в обществе и в природе. Человек утверждает себя как некое обособленное, ограниченное в пространстве тело и как некую связь времен. Человеку важно понять, какое место он занимает в социальном пространстве и каковы его отношения с тем временем, в котором он живет. Пространство и время – это не просто объективные условия человеческого существования, но еще и жизненные задачи человека, предмет обучения и образования. Ими необходимо овладеть, их нужно присвоить, в них нужно вписаться. [4].

Для экофилософского образования, которое становится как бы проводником формирующейся ноосферной реальности, *образовательное пространство как раз становится сферой постижения целостного мира*, гармонически связывающего общество и природу. Именно в этом постижении открывается сложно выраженная объективность образовательного пространства, раскрыть которую призвано экофилософское образование. Его задачей становится выявление и **моделирование** основных черт и характеристик, особенностей формирующейся новой реальности и вместе с тем – разработка важнейших направлений, технологий и форм освоения этой реальности для обучающихся.

Это предполагает преодоление знаниевого подхода и связанного с ним иллюзорного убеждения о неограниченном господстве человека над средой, достигаемого на основе знаний; отказ от традиционного понимания рациональности как оптимизация связей между средствами и целями и опорой на логические основы деятельности (заменой этому становится формирование экорациональности) – позиции, ориентирующей человека в первую очередь на защиту и развитие жизни; воспитание у человека «чувств-теоретиков» (Маркс), предлагающее не приоритет потребления, а развитие культуры самих чувств (удивление, фантазия, исследование, эстетическое созерцание и др.), чувственные связи человека с миром становятся повседневным проявлением его жизнедеятельности, радикально ограничивая (и тем самым возвышая культурно) саму необходимость потребления.

Человек должен остаться в центре реальности. Но не как завоеватель, а как координатор, связывающий различные тенденции с позиций гуманизма, культурных ценностей и моральных норм. Антропный принцип, предполагающий принципиально реальные связи человека с миром, со Вселенной с точки зрения познания, в пространстве экообразования воплощается в полноту бытия человека в контексте приоритетов жизни, – той целостности, которая не только соединяет общество и природу, но и выявляет собственные цели и органическую ритмику социоприродной среды. Все это существует и взаимодействует в образовательном экопространстве, соединяя теоретическое и практическое, знания и ценности, технологии и моральную (социальную) ответственность.

Здесь хотелось бы отметить, что переход к этой реальности абстрактно намечен (хотя и не узнается) в формировании общества знаний, которое осмысливается как модификация информационного общества, но в современных концепциях не выявило своей связи с экофилософской парадигмой. Поэтому и определения общества знаний акцентируют внимание на его преимущественно информационной основе.

Так, Л. В. Бурухина определяет это общество как новый тип информационного общества, все сферы которого, (в первую очередь, экономика и образование) сориентированы на новейшие достижения в сфере информационных и коммуникационных технологий. Общество знания характеризуется следующими критериями: 1) информация структурирована и доступна; 2) человек владеет технологиями управления знаниями (кодификация, генерирование, хранение, использование); 3) имеется всеобщий доступ к знаниям, что способствует выравниванию стартовых возможностей людей (геополитических, культурных, возрастных); 4) главным становится не инструментальное знание, а «знание–компетенция», и как интеллектуальный продукт оно вытесняет на мировом рынке прежние ценности – сырье и готовые технологии [5].

Автор как бы не замечает, что, если человек «владеет технологиями управления знаниями», то он уже выходит за рамки традиционной образовательной парадигмы. На это указывает и изменение самого статуса знаний, который от своего инструментального использования становится «знанием-компетенцией».

Однако, необходимо специальное теоретическое и методологическое исследование пока еще скрытых, но реальных связей экофилософской парадигмы и общества знания. Последнее требует своего определения и осмысления именно как *абстрактная форма становления ноосферы*: изменение статуса знаний как раз выступает как проявление рождающегося планетарного разума, – надежной и перспективной «инстанции» регулирования взаимодействия общества и природы на основе коэволюции.

Таким образом, экофилософское образовательное пространство выступает как сложная «супермодель», в которой должны быть созданы и «запущены» основные условия и факторы, радикально обновляющие все «несущие конструкции» современного общества. Соответственно, получают свое переопределение и другие понятия, необходимые для системы экообразования: предмет образования, образовательный идеал, глобальное и региональное в образовании, образовательные ценности и др. Все это подчеркивает перспективность и общественную актуальность данной исследовательской проблемы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Щербакова, Т. Н. К вопросу о структуре образовательной среды учебных учреждений / Т. Н. Щербакова // Молодой ученый. – 2012. – № 5. – С. 545–548.
2. Колесникова, И. А. Педагогическая реальность: опыт межпарадигмальной рефлексии / И. А. Колесникова. – СПб: Детство-Пресс, 2001. – 288 с.
3. Якушина, М. С. Образовательная среда и образовательное пространство / М. С. Якушина // Человек и образование. – 2013. – № 2 (35). – С. 30–36
4. Шалаев, И. К., Веряев, А. А. От образовательных сред к образовательному пространству / И. К. Шалаев, А. А. Веряев // Педагог. – 1998. – С. 23–27.
5. Бурухина, Л. В. Проблема организации образовательного пространства в обществе, основанном на знании: социально-философский анализ: автореф. дис. ... канд. филос. наук: 09.00.11 / Л. В. Бурухина. Тверь: Твер. гос. ун-т, 2009. – 23 с.

## СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ КАК ИНДИКАТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОЗНАНИЯ SOCIO-ECOLOGICAL MONITORING AS AN INDICATOR OF ENVIRONMENTAL CONSCIOUSNESS

**А. А. Вербицкая**  
**A. Verbitskaya**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск Республика Беларусь  
nasty.verbitskaya.18@mail.ru  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Взаимодействие с природными объектами способно заинтересовать человека, таким образом рассмотреть собственные индивидуальные особенности, психологические взаимодействия, действия согласно взаимоотношению к данному естественному предмету. Подобный рефлексивный анализ как результат взаимодействия с естеством вынуждает лица без помощи других выражать для себе высоконравственные обещания согласно взаимоотношению к природе, требовать от себя их выполнения и осуществлять самооценку совершаемых действий. Используя мир природы как условие гуманистически нацеленного обучения, как условие развития разумного взаимоотношения к природе, необходимо также учитывать допустимое выражение подобных феноменов межличностного восприятия, равно как распознавание и отзывчивость.

The relevance of this study lies in the fact that the interaction with natural objects can stimulate a person to analyze his personal characteristics, emotional reactions, behavior in relation to this natural object. Such a reflexive analysis as a result of interaction with nature makes a person independently formulate for himself moral obligations in relation to nature, demand from myself to perform them and produce a self-assessment of the acts committed. Using the natural world as a factor of humanistically oriented education, as a factor in the formation of a humane attitude to nature, it is also necessary to take into account the possible manifestation of such phenomena of interpersonal perception as identification and empathy.

*Ключевые слова:* социально-экологический мониторинг, экологический мониторинг, экологическое сознание, сознание, общественно экологическое сознание.

*Keywords:* socio-environmental monitoring, environmental monitoring, environmental consciousness, consciousness, public environmental awareness.

Во все времена отношение людей друг к другу и их отношение к природе являлись показателем ценностной ориентации общества, объясняющим особенности культуры, исторического процесса в ту или иную эпоху. Сейчас становится очевидным, что для раскрытия глубинных механизмов развития системы «общество–природа», фундаментальное значение имеет выявление статуса ценностных установок, нравственных императивов в освоении, преобразовании природы.

Экологический мониторинг является основным методом получения информации об экологической обстановке в исследуемом регионе. Экологический мониторинг включает в себя мониторинг окружающей среды, мониторинг источников антропогенного воздействия, биологический мониторинг и решает задачи в рамках таких направлений научно-исследовательской работы [3].

Социально-экологический мониторинг – это система отслеживания происходящих в обществе и в общественном сознании перемен, связанных с появлением реальной угрозы экологической катастрофы, на основе исследования и анализа взаимодействия и взаимовлияния экологических и социальных процессов и массовых представлений о них [2].

Социально-экологический мониторинг ориентирован на изучение социоприродных связей и закономерностей, он предполагает учет в этой системе всех взаимодействий различного происхождения, существенных для общественного развития. Он осуществляется путем периодических замеров состояния общественного мнения при помощи одной и той же методики на одной и той же выборке. Интервал исследований определяется характером и временным масштабом факторов, воздействующих на общественное мнение. Большинство апробированных методик рассчитано на повторение исследований в промежутках от полугода до года для массовых опросов и от трех до шести месяцев для опроса экспертов.

Цель социально-экологического мониторинга – эксплуатационное приобретение данных о пребывании социального взгляда согласно природоохранным вопросам и вероятных способов их дозирования, а кроме того обнаружение связей и взаимовлияния экологических трудностей и общественных действий. С целью осуществления предельно полной оценки и справедливого мониторинга состояния социальной сферы нужен систематический подсчет и исследование разнообразия взаимоотношений в концепции, содержащей в себе, кроме лица, огромное количество факторов, различных как по происхождению, так и по роду влияния. Присутствуя в социально-экологическом мониторинговом исследовании, индикаторный комплект характеристик состояния и динамики сообщества раздается вплоть до границ, включающих не только лишь общественные движения, но и все, без исключения, нюансы отношений среди окружения и естества. Объект изучения социально-экологического мониторинга – социум и среда его обитания [1].

Система социально-экологического мониторинга должна обеспечить получение соответствующей социологической информации, отвечающей потребностям концепции устойчивого развития.

- детализации изучения социально-экологических процессов и явлений;
- оперативности в выявлении динамики и общих тенденций изменения данных процессов и явлений;
- одновременного изучения всех социальных субъектов соответственно их роли в развитии социально-экологических процессов;
- способности к изменению номенклатуры и периодичности измерения социологических параметров в ходе развития конкретных социально-экологических ситуаций;
- обеспечения применения новых методов экологических и социальных экспертиз и обоснований и так далее [1].

Специфика социально-экологических процессов заключается в том, что методы получения информации о них весьма ограничены и отражают, как правило, лишь поверхностную, видимую сторону явлений. Поверхностная информация приводит, соответственно, к поверхностным решениям. Решения же, принимаемые при отсутствии достаточной информации или игнорированием ее, неадекватны ситуации. В данном случае реальное управление социальным процессом отсутствует, существует лишь его иллюзия. Субъект и объект управления все более и более отдаляются друг от друга. Чтобы этого не случилось, управляемый переход к новой модели общественного развития должен опираться на глубинную информацию о процессах, протекающих в обществе. Ее и дает социально-экологический мониторинг. Ценность социально-экологического мониторинга заключается, прежде всего, в том, что он кроме фиксации колебаний ориентаций населения, позволяет определить эффективность конкретных мероприятий по воздействию на данные ориентации таких факторов, как направленность и интенсивность обращений к экологической тематике [4].

Система социально-экологического мониторинга представляет собой совокупность обученного персонала и специализированных видов обеспечения, создаваемую на региональном, зональном (объектовом) уровне в интересах периодического сопоставимого по результатам объективного изучения отражения экологических проблем на жизнедеятельности социальных общностей и влияния социальных процессов в данных общностях на возникновение и разрешение экологических проблем.

Принятие концепции устойчивого развития в качестве основы национальной политики превращает социально-экологический мониторинг из желательного элемента общей системы экологического мониторинга в элемент первостепенной важности.

Социально-экологические мониторинговые исследования в обществе дадут опережающую, необходимую информацию для принятия правильных решений в сложившейся кризисной экологической ситуации. Такие возможности определяются свойствами социально-экологического мониторинга:

- четкая целевая установка на отбор наиболее важной и нужной информации;
- наличие относительно постоянной совокупности параметров отслеживания и устойчивой респондентской сети;
- периодическая повторяемость замеров общественного мнения;
- сравнимость и сопоставимость результатов исследования [5].

В условиях перехода на модель устойчивого развития задачами социально-экологического мониторинга является исследование следующих проблем:

- состояние и динамика различных срезов общественного сознания;
- специфика экологического сознания и поведения различных слоев населения;
- отношение различных слоев населения к экологии, тем или иным государственным решениям по этому вопросу.
- отношение различных слоев населения к деятельности властных структур по разрешению экологических проблем.
- оценки в общественном мнении экологической ситуации;
- степени социальной напряженности, готовность к тем или иным действиям [2].

Экологическое сознание – это способность понимания неразрывной связи человеческого общества с природой, зависимость благополучия людей от целостности и сравнительной неизменности природной среды и использование этого понимания в практической деятельности. То есть под экологическим сознанием мы понимаем такую форму сознания социума, которая включает в себя совокупность идей, взглядов и теорий, отражающий экологическую сторону отношений между обществом и природой. Экологическое сознание должно включать нормы и правила поведения, целью которых является уравнивание отношений человека и природы [3].

Общественное экологическое сознание – это часть общественного сознания, отражающая характер взаимодействия общества и природы в рамках единой системы «человек–общество–природа», направленная на сохранение экологического равновесия в биосфере [5].

Изучение общественного мнения по экологическим проблемам с помощью массовых опросов является необходимым, но недостаточным условием прогнозирования социального поведения людей. Рассматривая общественное мнение как один из регуляторов социального поведения в условиях социально-экологической напряженности, нельзя не учитывать и возможность его изменения под влиянием, в первую очередь: центральные, региональные и местные, каждое из которых имеет определенную аудиторию, обладает своей общественно-политической ориентацией, уделяет различное внимание экологической проблематике и т. д.; слухов, в том числе зародившихся в результате утечки не распространяемой информации в сочетании с ее ненамеренным или намеренным искажением; деятельности системы экологического образования.

В настоящее время особенностью формирования общественного мнения по проблемам экологии является ориентация большинства на сенсационно-недоброжелательную подачу информации.

Общественное мнение неизбежно отражает кризисное состояние экологической ситуации. В этих условиях изучение механизмов формирования общественного мнения по проблемам экологии, объективная оценка его текущего состояния, научно-обоснованное и социально ответственное управление им, превращаются в исключительно актуальную задачу общегосударственного значения.

Ценность социально-экологического мониторинга заключается, прежде всего, в том, что он кроме фиксации колебаний ориентаций населения, позволяет определить эффективность конкретных мероприятий по воздействию на данные ориентации таких факторов, как направленность и интенсивность обращений к экологической тематике [2].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мамедов, Н. М. Проблемы экологии: некоторые актуальные аспекты / Н. М. Мамедов. – М., 1989. – С. 42–43.
2. Маркович, Д. Ж. Социальная экология / Д. Ж. Маркович. – М.: Просвещение, 1991. – С. 54.
3. Смирнов, Т. С. Экологизация сознания и ее роль в оптимизации взаимодействия общества и природы / Т. С. Смирнов. – Иваново, 1984. – С. 17.
4. Социально-экологический мониторинг [Электронный ресурс / Понятие социально-экологического мониторинга. URL: <http://coolreferat.com> (дата обращения 12.02.2017).
5. Экологическое сознание человека [Электронный ресурс]. URL: <https://referat.ru/referat/ekologicheskoe-soznanie-cheloveka-493087/5> (дата обращения: 15.12.2017).



# **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОМИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ БЕЛАРУСИ**

## **ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE USE OF HYDROMINERAL RESOURCES OF BELARUS**

***А. В. Соколова***  
***A. Sokolova***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
sokolovaav@bsu.ru  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Рассмотрены основные закономерности распространения и состава гидроминеральных ресурсов. Дана характеристика лечебных минеральных вод и лечебных грязей на территории Республики Беларусь, и способы их применения. Дана экологическая оценка ресурсов и перспектив использования. Установлено, что Беларусь самостоятельно обеспечивает свои потребности, в обеспечении санаторно-курортных объектов минеральными водами и лечебными рассолами, а также сапропелевыми и торфяными грязями, что позволяет развивать лечебно-оздоровительную базу объектов, и развивать туристический бизнес в стране.

Conformities the main to law of distribution and composition of hydromineral resources are considered. Description of healing mineral waters and therapeutic muds is given on territories of the Republic of Belarus, and methods of its application. The environmental assessment of resources and prospects of the use is given. It is established that Belarus independently meets its needs, in providing sanatorium facilities with mineral waters and therapeutic brines, as well as with sapropel and peat muds, which allows developing the medical and recreational facilities, and developing tourism business in the country.

*Ключевые слова:* лечебный туризм, минеральные ресурсы, рекреация, лечебные грязи, бальнеолечение.

*Keywords:* curative tourism, mineral resources, recreation, therapeutic muds, balneotherapy.

Безопасность, туризм и отдых неразрывно связаны друг с другом. Если мы говорим об отдыхе, мы подразумеваем использование природных ресурсов отдыхающими в оздоровительных целях.

В соответствии с положениями концепции Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь в стране большое внимание уделяется рациональному использованию природных ресурсов. В условиях ограниченной сырьевой базы и особенно актуально использование местных природных ресурсов для оздоровления, профилактики, лечения, туризма населения. Климатические условия Беларуси позволяют осуществлять эффективное оздоровление в различные периоды года.

Развитие курортного, рекреационного и туристского дела на территории Беларуси, неразрывно связано с изучением и с использованием природных лечебных факторов, которые определяют как общую оценку обширного региона, так и конкретного курорта (рекреационного объекта-санатория) в отдельности.

Благодаря лечебным климатическим и физиотерапевтическим факторам, месторождения минеральных вод и лечебных грязей Беларуси привлекает поклонников лечебно-оздоровительного туризма. Почти на всей ее территории можно добывать и использовать минеральные воды и лечебные рассолы, пригодные для лечебно-оздоровительных и профилактических целей.

Лечебный туризм – это раздел курортной медицины и курортной деятельности, который рассматривает организацию работы санитарно-курортной отрасли с точки зрения технологии путешествия. В основе формирования туристского продукта лежит лечебная или оздоровительная технология, улучшающая качество жизни рекреанта и туриста.

В Беларуси представлены курорты всех основных типов, где в лечебных, реабилитационных и профилактических целях используют комплексные схемы оздоровления, предусматривающие системное применение природно-климатических и преформированных физических факторов.

В зависимости от географического расположения и характера климатических условий в курортной местности может быть один или несколько природных лечебных факторов. На территории Республики Беларусь распространены разнообразные по химическому составу, свойствам и медицинскому применению минеральные воды и лечебные (бальнеологические) рассолы.

К минеральным принято относить те воды, использование которых возможно в бальнеологических или лечебно-питьевых целях, которые содержат повышенную концентрацию минеральных компонентов и газов, которые обладают специфическими лечебными воздействиями на организм человека.

На территории Беларуси обнаружены и применяются следующие типы минеральных вод и лечебных рассолов: без специфических компонентов и свойств; бромные воды и йодо-бромные рассолы; сульфидные и сероводород-

ные воды и рассолы; железистые воды; радоновые воды; борные воды. В последнее время выделены новые типы минеральных вод: фторсодержащие, селенсодержащие и с повышенной концентрацией органических веществ.

Лечебное действие природных минеральных вод определяется присущими им особыми физическими, химическими и биологическими свойствами. Терапевтический эффект воздействия минеральной воды на различные системы, составляющие организм, определяется рядом критериев: общая минерализация (солесодержание), ионный состав, содержание специфических элементов состава, температура, реакция среды. Разливаемые минеральные воды делятся на столовые, лечебно-столовые, лечебные питьевые.

К столовым относят воды с минерализацией менее 2 г/л, не содержащие биологически активных компонентов. Солесодержание до 1 г/л соответствует рекомендациям Всемирной организации здравоохранения по качеству питьевой воды. Несмотря на это, химический состав такой воды, для людей, страдающих определенными заболеваниями, содержание отдельных ионов может оказаться избыточным. Так, например, высокое содержание кальция не рекомендуется людям, склонным к повышенной свертываемости крови и образованию тромбов в кровеносных сосудах. Высокое содержание натрия не рекомендуется людям, страдающим гипертонией, заболеваниями почек и сердца. Сульфаты обладают выраженным слабительным действием, хлориды влияют на работу пищеварительного тракта и т. д.

К лечебным питьевым относятся минеральные воды с общей минерализацией от 8 до 12 г/л. В отдельных случаях допускают применение минеральных вод и более высокой минерализации (например: баталинская – 21 г/л, лугела – 52 г/л). К лечебным минеральным водам относят воды и с минерализацией менее 8 г/л, если они содержат повышенное количество мышьяка, железа, брома и других микроэлементов. Лечебные минеральные питьевые воды обладают выраженным действием и применяются только по назначению врача.

К лечебно-столовым минеральным питьевым относят воды с общей минерализацией от 2 до 8 г/л. Их используют также по назначению врача и могут не систематически применять в качестве столовых вод. Внутреннее применение минеральных вод является наиболее распространённым и эффективным физиотерапевтическим методом лечения различных заболеваний.

Минеральные ванны – это ванны из природных вод и минеральных аналогов. Природные воды используют на курортах, минеральные аналоги используют в лечебно-профилактических учреждениях. Ванны из минеральной воды кроме температурного и механического воздействия оказывают на организм и специфическое химическое влияние, в связи с чем за их применением нужен особо тщательный медицинский контроль.

Лечение лечебными глинами или пелоидами называется пелоидолечение. В зависимости от происхождения и физико-химических свойств лечебные глины делят на три основных группы: иловые, торфяные и псевдовулканические.

Иловые глины представляют собой природные вещества, образующиеся в соленых или пресных водоёмах в процессе медленного разложения под водой отмерших мелких животных и растений и взаимодействия этих продуктов с почвой, водой и солями. В зависимости от водоёма, иловые глины делятся на иловые сульфидные, образованные в солёных водоёмах, и сапропелевые, образованные в пресных водоёмах. Сапропелевые лечебные глины относятся к биологически активным ископаемым благодаря адсорбционным свойствам и наличию сероводорода и сернистого железа. Бальнеологическая ценность сапропелевых грязей во многом определяется активностью содержащихся в них ферментов. В нашей стране применяют привозные иловые сульфидные глины, однако наша страна богата сапропелевыми глинами [1].

Территория Беларуси отличается хорошей изученностью озерного сапропеля, ресурсы которого сосредоточены в Витебской, Минской и Гродненской обл. К весьма перспективным для целей организации добычи сапропелей можно отнести около 200 месторождений.

Торфяные глины (торф) образуются в водоёмах болотного типа из отмерших растительных организмов. Торфяные глины (торфы лечебные) торфянистые образования болот, состоящие в основном из разложившихся органических веществ и растительных остатков, накапливающихся в результате отмирания вышедших растений и неполного их разложения при избыточном увлажнении и недостатке кислорода. В составе торфов, образующихся за счет разложения вышедших растений, на первый план выступают органические вещества, в основном гуминовые. Чем больше их в торфе, тем выше его влагоемкость, пластичность и тепловые свойства. Минеральные вещества в большинстве торфов содержатся в небольших количествах (максимум до 50 %).

Торфяные глины представляют собой густую, пластичную массу от бурого до черного цвета. Содержание в них воды 60–85 %. Соотношение количества разложившихся и неразложившихся растительных остатков определяет степень разложения торфа, которая является важнейшим показателем его пригодности для лечебного использования.

Чем больше степень разложения, тем выше коллоидные свойства торфа. Сильно разложившийся торф обладает большой влагоемкостью и высокой теплоудерживающей способностью. В сильно разложившихся торфах помимо всего прочего определяются бензофураны и дифуранбензолы, обладающие стимулирующим действием. Торф может считаться лечебным и применяться для грязелечения, если его степень разложения составляет минимум 40 %.

Химический состав торфов зависит, с одной стороны, от растений-торфообразователей, с другой – от характера водного режима: часть грязевых месторождений питается водами с минерализацией до 2 г/л (пресноводные торфы), другие – водами с минерализацией выше 2 г/л (минерализованные торфы). Торфяная грязь по сравнению с другими пелоидами обладает более высокими тепловыми свойствами, поэтому торфолечение легче переносится больными и может проводиться при более высоких температурах, чем другие виды грязелечения. В связи с этим

торфолечение достаточно широко применяется как в санаторно-курортных, так и лечебнопрофилактических учреждениях, особенно в регионах, богатых залежами торфяных грязей [2].

Республика Беларусь располагает разнообразными природными лечебными факторами, но используются они не в полном объеме, но, тем не менее, проводимые на территории страны геологоразведочные работы постоянно пополняют запасы ее минеральных ресурсов. Минеральные воды и лечебные рассолы республики представлены основными бальнеологическими типами, без специфических компонентов состава и свойств; бромными, сульфидными и сероводородными, железистыми, радоновыми, борными, фторсодержащими водами, а также с повышенным содержанием органического вещества. Практически в каждом районе республики можно организовать, производство розлива минеральных вод лечебно-столового и лечебно-питьевого назначения. Соответственно, открываются возможности организации туристических маршрутов, с открытием бюветов минеральных вод небольших рекреационных объектов, в которых будет организованы лечебно-оздоровительные процедуры, особенно в районах отдаленных, от крупных оздоровительных объектов (санаториев). В республике имеются резервы для увеличения услуг по оздоровлению населения за счет использования гидроминеральных ресурсов.

Относительно экологических условий размещения и использования месторождений минеральных вод следует отметить, что в целом условия весьма благоприятны на большей части страны. Исключение составляют территории Могилевской и Гомельской обл., а также находящиеся в районах влияния крупных урбанизированных территорий и прилегающих зон (Солигорский горнопромышленный район, территория Припятской нефтегазодобывающей области). При использовании рекреационного потенциала, важнейшей частью которого являются лечебные природные ресурсы, обладающие своей значимостью, оригинальностью, целебностью нельзя забывать о рисках истощения ресурсов.

Особенности природных условий определили широкое развитие, в ее пределах 2-х основных типов лечебных грязей – торфяных и сапропелевых. Большие объемы ресурсов лечебных грязей на территории Беларуси. В настоящее время исследования по использованию сапропелей в медицинской практике находятся на качественно новом уровне. Активно развивается пелоидотерапия, прогнозируются новые месторождения, что даст возможность, добывать ещё больше местных лечебных грязей. Говоря о ресурсах лечебных грязей, можно констатировать, что в любой области республики потребность в лечебных грязях может быть обеспечена полностью. Однако до настоящего времени специальных детальных грязеразведочных работ по изучению лечебных пелоидов с рациональным выбором эксплуатационных месторождений вблизи потребителей не проводилось. Необходимость отдельной оценки перспектив Поозерья вызвана тем обстоятельством, что в регионе находится подавляющая часть перспективных месторождений лечебных грязей Беларуси.

Что касается экологической оценки, территория Беларуси отличается хорошей изученностью озерного сапропеля. Его ресурсы, практически не тронуты человеком, в озерах и болотных массивах составляет более 4 млрд м<sup>3</sup>. К настоящему времени детальная разведка сапропеля выполнена на 71 объекте. Наибольшие ресурсы сапропеля сосредоточены в Витебской обл., на севере Минской, в Гродненском, Ивацевичском, Житковичском и некоторых других районах. По геологическим параметрам к весьма перспективным для целей организации добычи сапропелей можно отнести около 200 месторождений. Неисследованными являются около 20 % общих ресурсов сапропеля.

Таким образом, Беларусь самостоятельно обеспечивает свои потребности, в обеспечении санаторно-курортных объектов минеральными водами и лечебными рассолами, а также сапропелевыми и торфяными грязями, что позволяет развивать лечебно-оздоровительную базу объектов и развивать туристический бизнес в стране. Однако, нельзя забывать о необходимости рационального использования природных ресурсов страны.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Географические основы туризма, рекреации и краеведения в Беларуси / М. Г. Ясовеев, Н. Д. Титкова [и др.], под науч. ред. М. Г. Ясовеева, Бел. гос. пед. ун-т. им. М. Танка. – Минск: Право и экономика, 2010. – 210 с.
2. Природные факторы оздоровления / М. Г. Ясовеев, Ю. М. Досин. – Минск: Новое знание. – 2013. – 261 с.

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОЗНАНИЕ И ЗАБОТА О ПРИРОДЕ ENVIRONMENTAL AWARENESS AND CONCERN FOR NATURE

**А. З. Черняк**

**A. Chernyak**

*Российский университет дружбы народов, г. Москва, Российская Федерация  
abishot2100@yandex.ru  
People's Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation*

Современное экологическое сознание с одной стороны рассматривает природу как самостоятельную ценность, а не только как средство удовлетворения человеческих интересов, но с другой по-прежнему пронизано патернализмом и утилитаризмом: забота о природе рассматривается как забота о самих себе.

В докладе защищается идея, что природа не нуждается в такого рода заботе и что экологическое сознание должно быть изменено: оно должно быть очищено от патернализма и утилитаризма, понятие заботы о природе должно быть существенно модифицировано.

Contemporary ecological thinking on the one hand considers nature as an autonomous value, and not only as a means of satisfaction of human interests, but on the other hand it is still full of utilitarianism and paternalism: the care about nature is considered as first of all care about ourselves. It is claimed in the presentation that nature does not need our care, and that environmental awareness must be modified, i.e. it must be purged from utilitarianism and paternalism; the very concept of concern for nature should be essentially changed.

*Ключевые слова:* природа, забота, утилитаризм, патернализм, экологическое сознание, ценность, гуманизм, помощь природе.

*Keywords:* care, nature, utilitarianism, paternalism, environmental awareness, value, humanism, aid to nature.

Экологи призывают ценить и беречь природу. В определенном смысле природу люди ценили всегда постольку, поскольку ценили ее дары. Но экологическая установка сознания предписывает беречь природу как таковую и заботиться о ней как о едином целом. Но заботиться и беречь что-то можно на разных основаниях: человек может беречь какую-то вещь и заботиться о ней в силу ее ценности для него, а может заботиться о ком-то потому, что осознает, что этот кто-то нуждается в заботе или заслуживает ее, или потому что сочувствует, сопереживает ему. В первом случае, забота является следствием инструментального отношения к объекту заботы, тогда как во втором – моральный долг или чувство. Современное экологическое сознание, с одной стороны, призывает рассматривать природу и ее объекты как то, что имеет самостоятельную, а не только инструментальную ценность, бороться с хищнической эксплуатацией природы и, в частности, искоренять те принципы взаимодействия с животными, которые считаются негуманными и жестокими, если применяются к людям. Но с другой стороны, оно в значительной мере сохраняет убеждение, что охрана природы, борьба за экологию, защита животных и т. д. в конечном счете, нужны нам самим, что все это служит пользе человечества. Может ли экологическое сознание быть подлинно природо- а не человекоориентированным, исходить из интересов самой природы как своеобразного субъекта социальных отношений? И если да, то сохранило бы оно те установки, которые господствуют в нем на данном этапе его развития?

Фактически для современных зеленых беречь природу значит, прежде всего, заботиться о себе самих. Можно констатировать, что утилитарное отношение к природе продолжает господствовать даже в рамках экологического сознания, хотя и претерпело в нем значительные модификации. Современное экологическое мышление характеризуют следующие постулаты: 1) природа нуждается в помощи, 2) люди наносят ей вред, 3) люди обязаны заботиться о природе, беречь ее и 4) люди способны защитить природу от самих себя. Эту позицию можно назвать экологическим патернализмом. Все пункты в ней, кроме, может быть, последнего можно оспорить. И в целом, мы полагаем, что новое экологическое сознание, элементы которого уже можно наблюдать, например, в современном движении за права животных, должно распрощаться с патернализмом в отношении природы и воспринимать ее как равноправного субъекта социальных отношений.

Нуждается ли природа в нашей помощи? Нуждаться в помощи, значит не иметь возможности исправить или компенсировать некий вред самостоятельно, без каких-то действий со стороны того, чья помощь требуется. Природа, однако, демонстрирует высокую степень самодостаточности в этом отношении. Она способна восстанавливаться, какой бы вред не наносил ей человек. Да, на это ей может потребоваться много времени и да, некоторые уничтоженные экосистемы могут не возрождаться на прежнем месте или в прежнем виде, но на смену им приходят другие. Почему мы считаем, что надо помогать природе, ускоряя эти процессы, а также восстанавливая утраченные экосистемы или их целостность? Ради самой природы или ради себя? Для природы фактор времени не имеет значения: неважно 10, 100 ли 1000 лет потребуются, чтобы на месте уничтоженной людьми экосистемы возникла другая. Неважно, что полиэтилен разлагается сотни лет – в масштабах вселенной это миг; главное, чтобы время восстановления экосистемы было сопоставимо со временем существования Земли. Когда мы хотим быстрее очистить Землю от следов нашего негативного вмешательства и восстановить утраченное в прежнем виде, мы, скорее всего, хотим блага для себя или наших потомков: мы хотим успеть попользоваться или дать им возможность пользоваться природными благами, доступ к которым мы утратили вследствие нашей собственной деятельности в том или ином месте – чистой водой, чистым воздухом, красотой пейзажа и т. п. И мы хотим вернуть все как было, потому что мы привыкли именно к такому состоянию природы, именно оно нам духовно близко, к нему мы эмоционально привязаны, его ценим. Но в природе не редко одни экосистемы естественным образом сменяются другими, и это нормально. Пустыня Сахара без всякого участия человека вытесняет саванну с древних времен. Леса, предположительно уничтоженные человеком на острове Пасхи, не восстановились, но им на смену пришла другая растительность и другой животный мир. Важно ли с точки зрения блага природы, чтобы было восстановлено ровно то, что было утрачено вследствие вмешательства человека? Вряд ли. Изменчивость видов (одни вымирают, уступая место другим) показывает нам, что для природы важно (если можно так сказать), чтобы какие-то виды существовали, чтобы, если обобщить, природа продолжала существовать в изменчивых условиях, а в каком именно виде – не существенно, так же как не существенно, что является источником этой изменчивости – вселенная или человек. Таким образом, именно утилитарное отношение к природе заставляет нас

вмешиваться в процесс ее самосохранения, ускоряя его и превращая в процесс восстановления прежде утраченного. И это патернализм заставляет нас считать, что природа нуждается в нашей помощи. Но в том виде, в каком мы сейчас эту помощь оказываем, она в ней нуждается, пожалуй, только как поставщик определенных благ для нас; помогая ей в этом отношении, мы, несомненно, помогает себе.

Наносим ли мы природе вред? Казалось бы, здесь какие могут быть сомнения? Мы уничтожаем леса, загрязняем воздух и т. п. Но природа периодически делает то же самое и в еще больших масштабах: достаточно вспомнить о крупных извержениях вулканов. Мы наносим вред отдельным экосистемам, но сохранение конкретных экосистем не является целью природы, насколько мы можем судить – именно это нам показывает естественный отбор и изменчивость. Природе в целом мы вредим не больше, чем она сама себе, но вряд ли она сама себе в буквальном смысле вредит: скорее уничтожение или сокращение определенных экосистем есть часть естественных процессов, из которых природа и состоит. Некоторые наши влияния на природу негативны в том смысле, что они плохо сказываются на нас самих в краткосрочной или долгосрочной перспективе и, тем самым, имеют для нас отрицательную ценность; таким образом, они наносят вред нам или нашим потомкам. Но чтобы нанести реальный вред природе человечество должно быть способно стереть ее с лица Земли, полностью прекратить составляющие ее процессы. Пока мы на это не способны; так что я полагаю, что мы не способны нанести природе существенный вред на данном этапе нашего развития. Единственное требование, которое эколог должен предъявлять человечеству в этой связи – не уничтожить природу, когда и если это будет в его власти. Но требование не делать того, что мы привычно считаем вредом природе, есть требование, прежде всего, не вредить самим себе или своим потомкам (или человечеству в целом).

Есть ли у нас моральное обязательство заботиться о природе? Обычно моральное обязательство заботиться о ком-то или о чем-то возникает из а) осознания причиненного этому кому-то или чему-то вреда или существования угрозы причинения вреда, причинение которого субъект в силах предотвратить, и б) восприятия объекта такого отношения как стоящего заботы или имеющего право на нее и нуждающегося в ней. Экологическое сознание предписывает воспринимать природу как стоящую заботы и нуждающуюся в ней, но природа не зависит от нас, по крайней мере, в современном состоянии развития человеческой науки и техники в той степени, которая позволяла бы нам нанести ей существенный вред или предотвратить нанесение такого вреда третьей силой (например, падением крупного метеорита). От нас зависят конкретные экосистемы, но не существование естественных процессов, обеспечивающих их появление и смену. Поэтому мы можем считать себя морально обязанными беречь конкретные экосистемы или виды, а также беречь природу тогда, когда это будет в нашей власти; но у нас нет оснований для морального обязательства беречь природу здесь и теперь. Отказ от патернализма в том числе означает признание того факта, что природа (здесь и теперь) в состоянии сама о себе позаботиться.

Но значит ли это, что требование беречь природу лишено всякого смысла? Конечно же, нет. Важно понять, что значит беречь природу ради нее самой, а не ради нашего блага. Очевидно, в первую очередь, это должно означать воздержание от таких действий, которые могут привести к прекращению тех процессов, которые отвечают за природную способность к восстановлению и самосохранению. Сомнительно, что такого рода действия доступны нам на данном этапе нашего развития, иначе мы не могли бы утверждать, что не способны нанести ей существенный вред. Но установка на воздержание от подобных действий в ситуации, в которой они нам будут доступны, выглядит вполне адекватной мерой. Мы можем вовремя не понять, когда мы окажемся способны на такое действие и, соответственно, когда данный запрет должен будет вступить в силу. В этом отношении, вероятно, разумным будет следовать более общей установке на воздержание от вмешательства в естественный ход вещей там, где в этом нет острой необходимости, то есть во всех случаях, кроме тех, когда выживание человечества под угрозой. Заметим, что это не равно обязательству заботиться о природе, а обязательство не мешать ей заботиться о себе, что включает в себя воздержание от ускорения естественных процессов восстановления природных систем и направления их в определенное выгодное нам русло. Также оно предполагает отказ от любой реорганизации природы, не продиктованной человеческой потребностью выживания, в угоду нашим потребительским запросам, например, в угоду требованию сделать природное окружение человека более комфортным. Способно человечество «защищать» природу в этом смысле (максимально воздерживаясь от вмешательства в составляющие ее процессы) покажет время; пока нам трудно отказаться от утилитаристского отношения к ней, потому что не только выживание человечества, но также жизнь и благополучие как отдельных людей, так и сообществ и групп для нас важнее «интересов» природы – того, что можно трактовать как благо для нее самой.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 1801300488 «Экологическая парадигма в общественном сознании: становление и развитие».*

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ  
В ИНТЕРЕСАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

# НЕПРЕРЫВНОЕ УЛУЧШЕНИЕ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ИНТЕРЕСАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

## CONTINUOUS IMPROVEMENT OF ENGINEERING EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

*Г. В. Бельская*  
*H. Belskaya*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
gbelskaja@mail.ru  
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus*

Представлены особенности экологического образования и его непрерывного улучшения в процессе подготовки инженерных кадров с учетом требований устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь. Изучаемыми дисциплинами предусматривается формирование у студентов экологического, экономического и социального императивов с целью минимизации воздействия на окружающую среду.

Some features of environmental education for future engineers and its continuous improvement presented in the aim of sustainable social-economic development of the Republic of Belarus. Learning courses form ecological, economic and social imperatives for students in the aim of impacts minimization for environment.

*Ключевые слова:* устойчивое развитие, инженерное образование, экологический императив.

*Keywords:* sustainable development, engineering education, ecological imperative.

Концепция устойчивого социально-экономического развития стран Евросоюза и мирового сообщества при условии сохранения и улучшения качества окружающей среды, а также ее реализация для практических целей в настоящее время остаются в центре научных обсуждений и являются тематическим полем для многих международных научно-практических конференций, семинаров, тренингов, школ и др. В настоящий момент к тематическим перечисленным мероприятиям можно отнести «Европейскую школу устойчивости в науке и исследованиях для докторов наук» – «The European School of Sustainability Science and Research (ESSSR)» (Университет г. Гамбурга, Германия, ноябрь 2018), конференцию «Устойчивое производство и устойчивое потребление» – «Sustainable Production and Sustainable Consumption» (Университет г. Хельсинки, Финляндия, май 2019), 2-й Международный гидрологический семинар «Устойчивый менеджмент водных ресурсов высокогорных районов Балтийского региона» – «The 2<sup>nd</sup> International Workshop on Sustainable Water Resources Management in High Mountains in the Baltic Sea Region», на примере водных объектов Татрского Национального Парка Республика Польша – The Tatra National Park, R. Poland (г. Закопане, Республика Польша, июнь 2019), ежегодную студенческую конференцию «Устойчивое потребление и малоотходная экономика» – Annual student conference and students' parliament 2019 «Sustainable Consumption and Circular Economy» (Университет г. Таллина, Эстония, апрель 2019) и многие другие конференции и встречи.

Новые идеи по развитию концепции устойчивого развития и ее реализации в последнее время состоят в следующем: 1) холистический подход к самой концепции и практическим проектам; 2) практическая направленность и открытость информации, широкий обмен опытом по реализации практических проектов; 3) непрерывность воплощения императивов устойчивого развития с повышением их эффективности в экономической, экологической и социальной сферах; 4) привлечение новых сторонников устойчивого развития среди научных исследователей, преподавателей, служащих университетов и других учреждений, а также привлечение широкой мировой общественности, путем аргументированной мотивации этих слоев населения. Особая роль в этих процессах отводится молодому поколению, в первую очередь, бакалаврам и магистрам, обучающимся в европейских университетах. Поскольку Республика Беларусь является действительным участником Болонского процесса, императивы устойчивого развития абсолютно подходят для пространства высшего инженерного образования в университетах республики и его непрерывного улучшения.

Анализ причин изменения качества окружающей среды и ухудшения экологической обстановки в мире и Республика Беларусь показывает их техногенный характер. Основную нагрузку на природную среду Республика Беларусь оказывают выхлопные газы почти 3-х миллионного парка автомобилей. Осложняется экологическая обстановка выбросами в атмосферный воздух загрязняющих веществ от объектов теплоэнергетики и промышленных предприятий. Свой вклад в ухудшение качества природной среды вносит эксплуатация недостаточно совершенного технологического оборудования и самих технологических процессов, высокая энерго- и материалоемкость производства, а также отсутствие достаточного количества замкнутых, частично замкнутых и малоотходных технологий. Увеличение объемов производства горных работ в республике приводит

к серьезным нарушениям (изменениям) в природных ландшафтах и разрушению мест обитания растений и животных. Например, ежегодно, на предприятии ОАО «Беларуськалий» образуется 23–24 млн т галитовых (твердых) отходов и более 2,5 млн т глинисто-солевых (жидких) шламов, для складирования которых отведено под солеотвалы и шламохранилища свыше 1,9 тыс. га земель. В настоящее время общее количество складированных в солеотвалах и шламохранилищах отходов превышает 850 млн т. Такое количество отходов приводит к отчуждению земель, засолению подземных вод, образованию значительного количества избыточных рассолов в результате воздействия атмосферных осадков. Кроме того, определенные территории Республики Беларусь достаточно плотно загрязняются нефтепродуктами и нефте-соляными шламами, в результате производственной деятельности НГДУ (Нефтегазо-добывающее управление) «Речицанефть». Основной технологический процесс добычи – скважинный. Известно, что при добыче нефти предприятием потери составляют 20–30 тыс. т в год или 1–2 % от общего объема добываемого углеводородного сырья [1]. Оказавшись в грунте, нефтепродукты взаимодействуют с водоносными горизонтами и могут попадать в питьевую воду. Засоление почв и нефтепродукты вызывают необратимые изменения в почвенных фитоценозах и зооценозах близлежащих территорий, снижая биологическое разнообразие Республики Беларусь на долгосрочную перспективу.

Экологический императив устойчивого развития включает подготовку специалистов по вопросам охраны окружающей среды, рационального природопользования и экологического менеджмента. Достижение этой цели возможно только в рамках концепции «Образование для устойчивого развития». Образовательный процесс для целей устойчивого развития следует организовывать в соответствии с общепризнанными принципами управления, в частности (по циклу Деминга) – планирование, внедрение, контроль выполнения, анализ со стороны руководства, улучшение процесса и далее новый цикл. Это обеспечивает оценку и сравнимость результатов образовательного процесса, а также включает междисциплинарный и комплексный подход к преподаванию специальных дисциплин, использование прогрессивных педагогических систем и инновационных технологий обучения. Вторая сторона проблемы – университетское образование для целей устойчивого развития, которое может и, главное, должно строиться на основе экологического образования. Следует учитывать тот факт, что рамки приложения этого вида образования гораздо шире, чем просто охрана окружающей среды, поскольку сочетает в себе не только экологический, но экономический и социальный императивы, в соответствии с международным документом Повестка дня на XX в. Принципы образования для целей устойчивого развития обозначены и провозглашены в ряде законодательных актов и международных документах, к которым присоединилась Республика Беларусь [2]. Однако деятельность в этом направлении следует постоянно улучшать.

В Белорусском национальном техническом университете проводится работа в следующих направлениях:

- 1) разработка и внедрение учебных планов, откорректированных с учетом устойчивости;
- 2) проведение научных исследований по этому направлению, представление результатов на конференциях, семинарах, тренингах для преподавателей и студентов;
- 3) выполнение конкретных практических проектов;
- 4) организация непрерывного образования (повышение квалификации) для всех штатных сотрудников университета;
- 5) устройство и устойчивое функционирование университетских зданий с созданием соответствующей инфраструктуры.

Частичное неприятие идей устойчивого развития может происходить по многим причинам: отсутствие институционального интереса, иногда у руководящих работников; лимитированные ресурсы (в первую очередь, финансовые); сложность вовлечения персонала в эту работу; отсутствие мотивации в соблюдении принципов устойчивости в повседневной жизни, а именно экономному использованию природных ресурсов, товаров и услуг.

К отдельному направлению реализации устойчивого развития на практике следует отнести особую организацию функционирования университетских зданий, включающую следующие направления:

- 1) обеспечение экономного использования воды, тепловой и электрической энергии, других природных ресурсов;
- 2) тепловая реабилитация зданий, возможно более широкое получение тепловой и электрической энергии из возобновимых источников;
- 3) создание и развитие инфраструктуры по раздельному сбору отходов (бумаги, пластика, стекла, опасных отходов, например, ртутьсодержащих материалов и пр.).

Реализация этих мероприятий позволяет продемонстрировать действительную приверженность принципам устойчивого развития.

Высшей стратегией охраны окружающей среды является предотвращение и минимизация возможных загрязнений и других воздействий в различных отраслях промышленности и теплоэнергетики путем внедрения передовых технологий, отвечающих международным экологическим стандартам [2]. Ожидаемое совершенствование парка автомобилей, внедрение энерго- и материалосберегающих технологий в промышленности и энергетике, минимизация образования отходов, частичный переход на использование альтернативных источников энергии, включая растительную биомассу и энергетические продукты, из нее получаемые, сертификация промышленных предприятий позволят в обозримом будущем улучшить экологическую обстановку в республике и сделать белорусскую продукцию конкурентно способной на мировых рынках.



С этой целью в Белорусском национальном техническом университете на кафедре «Инженерная экология» факультета горного дела и инженерной экологии преподаются дисциплины «Основы экологии», «Основы экологии и энергосбережение», «Основы экологии и экономика природопользования», «Экономика природопользования» для студентов экономических специальностей. В 2018 г. введена новая дисциплина «Основы эколого-энергетической устойчивости производства» для студентов технических специальностей. Дисциплинами предусматривается формирование у студентов экологического императива как основы профессионального мышления с учетом особенностей их технической специализации. Теоретической частью курсов предусмотрено рассмотрение основных закономерностей взаимодействия человеческого общества и природной среды на разных этапах развития, особенностей материальных ресурсных циклов и потоков энергии в биосфере, условий формирования и использования природных ресурсов с учетом их конечности и ограниченной возможности окружающей среды ассимилировать загрязнения. Проводится анализ причин и рассматриваются последствия глобальных и региональных экологических проблем. Должное внимание уделяется основным принципам устойчивого развития как основной альтернативе техногенного пути развития человечества. Важным моментом в подготовке инженерных кадров является изучение нормативно-правовой базы Республики Беларусь по изучаемым вопросам и основных документов международного экологического права, в первую очередь, Конвенций, в которых участвует наша республика. В заключительной части теоретического курса изучаемых дисциплин дается аналитический материал по отраслевым источникам загрязнения окружающей среды (атмосферного воздуха, гидросферы и почв) с указанием возможных современных подходов по снижению воздействия на окружающую среду производственной деятельности различных отраслей промышленности. Таким образом, изучение дисциплин экологического цикла в Белорусском национальном техническом университете способствует формированию экологического императива у будущих инженерных кадров для реализации основных принципов устойчивого развития Республики Беларусь.

Для практической реализации целей Болонского процесса в Республике Беларусь особую значимость в образовательном процессе бакалавров технических специальностей приобретают международные курсы, которые обеспечивают международный обмен студентами и преподавателями в рамках единых европейских образовательных программ. На кафедре «Инженерная экология» осуществляется преподавание факультативного курса на английском языке «Наука об окружающей среде» («Environmental Science») с получением сертификатов Уппсальского университета (Швеция). Эта работа проводится в рамках программы «Балтийский университет» (Baltic University Program). Основной проблемой преподавания (обучения) международных дисциплин является разный уровень знания английского языка у студентов. Это обстоятельство приводит к ограниченному доступу студентов к международному сотрудничеству – участию в конференциях, летних школах, тренингах, продолжению образования в европейских университетах [3]. Важным условием практической реализации концепции Образование для устойчивого развития является учет поликультурных особенностей студентов и преподавателей.

Возможные пути решения проблемы могут быть следующими:

1. Перевод (дублирование) излагаемого материала на русский язык; организация лекционных и семинарских занятий на английском и русском языках.
2. Досрочная диагностика уровня знаний английского языка у студентов первого курса.
3. Совершенствование знаний английского языка с учетом индивидуального уровня каждого студента, с привлечением образовательных ресурсов кафедры английского языка.

Проведение занятий специальных дисциплин на русском языке имеет ряд преимуществ – максимальная доступность информации, относительная простота проведения занятий, участие всех студентов в учебном процессе. Недостатки применяемого метода – дискредитация статуса международных курсов, отсутствие у студентов знаний специальной терминологии и ограничение их доступа к международному сотрудничеству. Поэтому преподавание следует организовывать на английском языке с использованием приемов интенсивного его совершенствования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Левданская, В. А. Экологическое образование в процессе подготовки инженерных кадров и его реализация для устойчивого развития / В. А. Левданская, Г. В. Бельская // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики : сб. тр. 8 Междунар. конф., 1–2 ноября 2012 г. – Тула, 2012. – С. 649–652.
2. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г. – Минск, 2017. – 148 с.
3. Хоменко, С. А. Формирование профессиональной иноязычной компетенции у студентов технических университетов / С. А. Хоменко, О. А. Зубакина // Промышленная экология : сб. тр. Междунар. науч.-техн. конф., 27–28 октября 2015 г. – Минск: БНТУ, 2015. – С. 282–285.

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

## ECOLOGICAL BASES OF EDUCATIONAL ACTIVITY

**В. П. Майкова<sup>1</sup>, Э. М. Молчан<sup>2</sup>**  
**V. Maikova<sup>1</sup>, E. Molchan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Мытищинский филиал МГТУ имени Н. Э. Баумана,  
г. Мытищи, Российская Федерация  
valmaykova@mail.ru*

<sup>2</sup>*Сергиево-Посадский институт игрушки Высшая школа народных искусств,  
г. Сергиев Посад, Российская Федерация  
eduard-molchan@yandex.ru*

<sup>1</sup>*Mytishchi branch of the Moscow State Technical University N. E. Bauman,  
Mytishchi, Russian Federation*

<sup>2</sup>*Sergiev Posad Institute of Toys Graduate School of Folk Arts,  
Sergiev Posad, Russian Federation*

Рассматриваются приоритетные направления образовательной деятельности как основы экологической безопасности страны. Образовательная деятельность представляет собой процесс, в котором происходит социализация, культурологизация и экологизация личности. Экологические основания в контексте их органической включенности в социально-экономические, политические, социокультурные преобразования являются важнейшим условием сохранения экологической культуры народа, а, следовательно, и национальной безопасности государства.

The priority directions of educational activity are considered in the article as the basis of ecological safety of the country. The authors emphasize that educational activity is a process in which socialization, culturologization and the ecologization of the individual take place. Ecological grounds in the context of their organic inclusion in socio-economic, political, socio-cultural transformations are the most important condition for preserving the ecological culture of the people, and, consequently, for the national security of the state.

*Ключевые слова:* образовательная деятельность, экологическая безопасность, национальная безопасность, образовательная политика, принципы образовательной деятельности, образование, общество.

*Keywords:* educational activity, ecological safety, national security, educational policy, principles of educational activity, education, society.

В настоящее время проблема воздействия внешних факторов на внутреннее развитие человека является значимой как для теории, так и для практики. Если экологические, экономические аспекты жизнедеятельности человека решаются в научных исследованиях, то проблема образования в интересах устойчивого развития страны как фактора национальной, духовной безопасности человека имеет лишь контурную обозначенность и требует пристального исследовательского внимания и своевременного решения. Особенно остро данная проблема стоит в отношении социокультурной среды, создаваемой человеком, где деструктивные явления создают напряжённость в отношении людей, социальных групп, нации в целом. Вот почему обеспечение взаимодействия человека с окружающей действительностью является проблемой национального и частного уровня в системе образования.

В начале XXI в. научно-технологический и образовательный потенциал стал главным фактором прогресса общества, фокусирующим в себе национальные достижения в области научной мысли и образовательных технологий. Он является потенциально неисчерпаемым источником экономического развития и сегодня, и завтра. Совсем по-другому, чем 10–15 лет назад, вырисовывается картина обеспечения экологической безопасности. Если раньше приоритетным направлением была военная безопасность, включая ядерные силы и ракетно-космические компоненты, то сегодня ясно, что в ближайшее десятилетие национальная безопасность страны – это в первую очередь ее экологическая безопасность, экономический и людской потенциал, высокий уровень образования и науки, это информационная и компьютерная безопасность, это предупреждение техногенных катастроф и обеспечение научного экологического окружения, это и биологическая безопасность. Несомненно, на уровне инстинкта самосохранения приоритетной должна стать цель обеспечения экологической безопасности человека и его дома – планеты Земля [3, с. 103].

Цель образовательной политики в условиях глобализации – обеспечение всех ступеней образования системой национальных и общечеловеческих ценностей в контексте культуры. Трансляция культуры на теоретическом, эмпирическом уровнях, как и гуманитаризация образования в целом, должна быть общетеоретической, социологической, регионально-этнической.

Результатом такой политики явится сформированность у субъектов образовательной деятельности способности к инновационным процессам в социуме, экологическому мышлению, развитость новых ценностно-нормативных ориентаций, характерных для многообразных социальных коммуникаций.

К приоритетным принципам образовательной деятельности в условиях глобализации современной цивилизации следует отнести: приоритет общечеловеческих ценностей; национально-культурная основа образования; ориентация на мировой уровень, опыт развитых стран; экологизация процессов воспитания и обучения; психологизация учебно-воспитательного процесса; демократизация; культурно-историческая преемственность; взаимосвязь образования, самообразования и самовоспитания.

Важнейшими задачами на всех уровнях системы образования при этом являются:

- обновление содержания, целеполагания, методических подходов, принципов обучения и воспитания с учетом ценностей отечественной культуры, этнопедагогике, экологии, этнопсихологии;
- совершенствование технологий обучения, воспитания и развития личности;
- качественное изменение подготовки и переподготовки педагогических кадров в соответствии с требованиями, выдвигаемыми современной социокультурной ситуацией.

Экологические основания в контексте их органической включенности в социально-экономические, политические, социокультурные преобразования являются важнейшим условием сохранения экологической культуры народа, а, следовательно, и национальной безопасности государства, что является закономерным.

Таким образом, на наш взгляд, представляются важными и должны быть реализованы в многоуровневой системе образования, следующие теоретические выводы:

- направленность образовательной деятельности на общечеловеческие и национальные ценности, ориентация на усвоение национальных культурных, общечеловеческих и экологических ценностей;
- гуманитаризация образования, способствующая эффективной социализации, культурологизации, экологизации личности, духовно-нравственному становлению;
- актуализация культурно-исторического контекста в содержании образования;
- ориентированность гуманитарного образования на формирование в человеке рефлексивного отношения к себе, различным видам деятельности и к миру; формирование мировоззренческих универсалий, умений, навыков ориентации в изменяющемся мире;
- экологизация образовательной среды – главного источника экономического развития и обеспечения национальной безопасности, а также биологической безопасности;
- сотрудничество, преемственность, диалог, сотворчество субъектов образовательной деятельности на локальном (частном), региональном, глобальном уровнях – основные характеристики воспитательно-образовательной среды, способствующие подготовке человека к сотрудничеству в системе «человек – человек – коллектив – общество – человечество».

Образованность общества, качество человеческого капитала определяют развитие мировых процессов и международный престиж государства. Поэтому осуществление образовательной деятельности в соответствии с названными принципами позволит, на наш взгляд, решить важнейшую стратегическую задачу третьего тысячелетия относительно развития человеческого потенциала – формирование духовно богатой, социально активной личности, ответственной за собственную жизнь и сохранение планеты, способной передать интеллектуальные, культурные ценности другим поколениям, новому – информационно-ноосферному обществу.

Современные документы в области образовательной политики государства убеждают в том, что общество должно иметь идеал, который соответствовал бы его истории и был бы приемлемым для большинства. Культурологический потенциал такого идеала призван приобщить человека к истинам и знаниям, которые накоплены поколениями людей, и обеспечить образовательное, культурное, интеллектуальное, экологическое развитие человечества.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Майкова, В. П.* Образовательные парадигмы постиндустриального общества // Вестник МГОУ. Серия «Философские науки». – 2011. – № 4. – С. 79–82.
2. *Молчан, Э. М.* Трансформация образовательной деятельности как социокультурный феномен / Методология в науке и образовании: Материалы Всероссийской конференции университетов и академических институтов Российской академии наук. Москва, 30–31 марта 2017 г. / Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана. Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук. – Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017. – С. 210–212.
3. *Савченко, Е. А.* Образовательная деятельность как социокультурный феномен (теоретико-методологический анализ): монография. – Брянск: Изд-во БГУ, 2005. – 216 с.

**АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА  
В РЕСПУБЛИКАНСКОМ ЦЕНТРЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ  
ЭКСПЕРТИЗЫ И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ МИНПРИРОДЫ**

**ANALYSIS OF THE QUALITY OF EDUCATION IN THE REPUBLICAN CENTER FOR  
STATE ECOLOGICAL EXPERTISE AND ADVANCED TRAINING  
OF THE MINISTRY OF NATURAL RESOURCES AND ENVIRONMENTAL  
PROTECTION**

***М. С. Симонюков, Д. А. Мельниченко***  
***M. Simaniukou, D. Melnichenka***

*Республиканский центр государственной экологической экспертизы  
и повышения квалификации руководящих работников и специалистов  
Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь,  
г. Минск, Республика Беларусь*  
*mda@oos.by*

*Republican Center for State Ecological Expertise and Advanced Training  
of Senior Officials and Specialists of Ministry of Natural Resources  
and Environmental Protection of the Republic of Belarus,  
Minsk, Republic of Belarus*

Оценка качества организации учебного процесса является одним из основных показателей при оценке деятельности учреждения образования в целом. В статье приводятся результаты мониторинга оценки качества обучения в Республиканском центре государственной экологической экспертизы и повышения квалификации Минприроды за 2018 год, проведенного посредством анкетирования слушателей по специально разработанной анкете. Результаты анкетирования позволяют выявить моменты, требующие дополнительной проработки со стороны сотрудников центра и определить пути их улучшения.

Evaluation of the quality of the organization of educational process is one of the main indicators in institutional performance evaluation in general. The article presents the results of monitoring the evaluation of the quality of education at the Republican Centre for State Ecological Expertise and Advanced Training of the Ministry of Natural Resources for the period up to 2018, conducted by the questioning the students using a specially designed questionnaire. The results of the survey allow to identify moments that require additional elaboration by the staff of the centre and identify ways to improve them.

*Ключевые слова:* качество, образовательный процесс, мониторинг, анкетирование, результаты обучения.

*Keywords:* quality, educational process, monitoring, questioning, learning outcomes.

В соответствии с Национальным планом действий по реализации стратегии социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 года, одним из приоритетных направлений является вопрос экологизации обучения. Это связано с внедрением новейших разработок и технологий, влияющих на состояние окружающей среды, экологическую безопасность, и обусловивших потребность в специалистах со знаниями и навыками по решению вопросов в данной сфере. Причем данная тенденция должна внедряться на всех ступенях образования, начиная с общего (базового или общего) среднего, начального профессионального, среднего специального, высшего профессионального, последиplomного и заканчивая дополнительным образованием взрослых.

Республиканский центр государственной экологической экспертизы и повышения квалификации Минприроды является профильным учреждением образования, чья деятельность направлена на обучение и приобретение слушателями знаний по экологическим, экономическим, правовым, медико-биологическим и химическим аспектам охраны окружающей среды, а также ознакомлению с достижениями национальной и зарубежной науки и практики природопользования, новыми актами законодательства в области охраны окружающей среды, экологической безопасности сертификации.

В настоящее время особое внимание при обсуждении приоритетов развития и путей совершенствования отечественного образования уделяется оценке качества организации учебного процесса, а также уровня взаимоотношений между преподавателями и слушателями. С этой целью в Республиканском центре государственной экологической экспертизы и повышения квалификации Минприроды на постоянной основе по завершению курсов повышения квалификации проводится анонимное анкетирование слушателей, которые оценивают по 5-ти бальной системе следующие показатели:

1. Организация образовательного процесса;
2. Содержание образовательного процесса;
3. Результаты обучения;
4. Рейтинг преподавателей;
5. Проживание и питание.

В блок «Организация образовательного процесса» входят следующие компоненты:

- Планирование образовательного процесса;
- Использование технических средств в процессе обучения;
- Использование активных форм занятий;
- Состояние материально-технической базы;
- Возможность общения.

Результаты удовлетворенности слушателей за 2018 год по данному блоку представлены в табл. 1.

*Таблица 1 – Оценка качества организации образовательного процесса*

| Показатели  | Оценка удовлетворенности (количество респондентов) |        |        |       |                    |
|---|--|--------|--------|-------|--------------------|
|   | Отлично  | Хорошо | Удовл. | Неуд. | Итого респондентов |
| Организация образовательного процесса                 |  |        |        |       |                    |
| Планирование образовательного процесса                | 857  | 162    | 22     | 2     | 1043               |
| Использование технических средств в процессе обучения | 707  | 181    | 30     | 4     | 922                |
| Использование активных форм занятий                   | 588  | 226    | 61     | 15    | 890                |
| Состояние материально-технической базы                | 710  | 174    | 21     | 1     | 906                |
| Возможность общения                                   | 720  | 83     | 12     | 1     | 816                |
| Средний показатель по разделу (%)                     | 78,3 %   | 18,1 % | 3,1 %  | 0,5 % |                    |

В блок «Содержание образовательного процесса» входят следующие компоненты:

- Актуальность;
- Информативность;
- Новизна;
- Практическая значимость;
- Доступность преподавания.

Результаты удовлетворенности слушателей за 2018 год по данному блоку представлены в табл. 2.

*Таблица 2 – Оценка качества содержания образовательного процесса*

| Показатели                           | Оценка удовлетворенности (количество респондентов) |        |        |       |                    |
|--------------------------------------|--|--------|--------|-------|--------------------|
|                                      | Отлично  | Хорошо | Удовл. | Неуд. | Итого респондентов |
| Содержание образовательного процесса |  |        |        |       |                    |
| Актуальность                         | 748  | 157    | 12     | 2     | 919                |
| Информативность                      | 600  | 190    | 37     | 2     | 829                |
| Новизна                              | 639  | 281    | 50     | 9     | 979                |
| Практическая значимость              | 624  | 210    | 66     | 7     | 907                |
| Доступность преподавания             | 780  | 152    | 15     | 3     | 950                |
| Средний показатель по разделу (%)    | 74,0 %   | 21,6 % | 3,9 %  | 0,5 % |                    |

В блок «Результаты обучения» входят следующие компоненты:

- Удовлетворенность обучением;
- Полезность с профессиональной точки зрения;
- Полезность с точки зрения личностного общения;
- Оправдание ожидания от учебных занятий;
- Повышения уровня знаний по тематике обучения.

Результаты удовлетворенности слушателей за 2018 г. по данному блоку представлены в табл. 3.

Таблица 3 – Оценка качества содержания образовательного процесса

| Показатели                                   | Оценка удовлетворенности (количество респондентов) |        |        |       |                    |
|--|--|--------|--------|-------|--------------------|
|  | Отлично  | Хорошо | Удовл. | Неуд. | Итого респондентов |
| Результаты обучения                          |  |        |        |       |                    |
| Удовлетворенность обучением                  | 654  | 204    | 46     | 3     | 907                |
| Полезность с профессиональной точки зрения   | 654  | 219    | 46     | 4     | 923                |
| Полезность с точки зрения личного общения    | 667  | 177    | 36     | 3     | 883                |
| Оправдание ожидания от учебных занятий       | 599  | 251    | 73     | 4     | 927                |
| Повышения уровня знаний по тематике обучения | 641  | 213    | 45     | 4     | 903                |
| Средний показатель по разделу (%)            | 71,6 %   | 23,4 % | 4,5 %  | 0,5 % |                    |

Таким образом, по результатам анкетирования за 2018 г. качество работы Центра по организации образовательных услуг в целом на «отлично» оценили 75 % слушателей, на «хорошо» – 21 %, на «удовлетворительно» и «неудовлетворительно» – 3,5 % и 0,5 % соответственно.

Также во исполнение требований Директивы Президента Республики Беларусь от 11.03.2004 № 1 «О мерах по укреплению общественной безопасности и дисциплины» в анкету включен вопрос о возможных встречающихся при обучении коррупционных проявлениях. По результатам анонимного анкетирования слушателей за 2018 г. ни одного коррупционного проявления при обучении в Республиканском центре государственной экологической экспертизы и повышения квалификации Минприроды не отмечено.

Анализируя анкеты, сотрудники центра ведут постоянную работу по совершенствованию своей деятельности, улучшению качества проводимых курсов повышения квалификации и предоставляемых услуг.

# **МЕТОДЫ БИОМЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКИ**

# БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ СУБСТАНЦИИ ИЗ ВОДОРΟΣЛЕЙ КАК ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ПРЕПАРАТЫ

## BIOLOGICALLY ACTIVE ALGAE SUBSTANCES AS PREVENTIVE AND MEDICINAL PREPARATIONS

**О. И. Боднар, В. В. Грубинко, О. В. Галыняк**  
**O. Bodnar, V. Grubinko, O. Galyniak**

Тернопольский национальный педагогический университет им. В. Гнатюка  
г. Тернополь, Украина  
bodnar\_oi@yahoo.com  
Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University  
Ternopil, Ukraine

Изучены биохимические процессы в одноклеточной зеленой водоросли *Chlorella vulgaris* Biej. при действии соединений селена, цинка и хрома в аквакультуре с целью разработки эффективных способов регуляции метаболизма в направлении активизации липидного обмена и повышенной выработки липидов с включенными в их состав указанными микроэлементами. Проведена оценка биологической активности полученных из этой водоросли элементсодержащих липидных соединений в норме и при диабете 2-го типа в экспериментальных животных.

We investigated the biochemical processes in the unicellular green alga *Chlorella vulgaris* Biej. under the action of selenium, zinc and chromium compounds in aquaculture. The purpose of the development was an effective method of metabolism regulation to the direction of activation lipid metabolism and increased production of lipids with the showed trace elements included in their composition. The biological activity of the zinc-selenium- and chromium-selenium contained lipid compounds from this alga was assessed in normal and in type 2 diabetes in experimental animals.

*Ключевые слова:* хлорелла, селен, цинк, хром, липиды, биологически активные препараты, диабет.

*Keywords:* chlorella, selenium, zinc, chromium, lipid, biological active substance, diabetes.

Комплексная оценка механизмов и регуляция на ее основе молекулярно-метаболической адаптации одноклеточных водорослей действием внешних факторов аквакультуре является инновационным подходом современной молекулярной гидробиологии и аквакультуры.

*Chlorella vulgaris* – модельный объект биохимических исследований и биотехнологии получения полезных продуктов: протеинов, липидов, каротиноидов, витаминов и т. д. [2; 5]. Поэтому, экстракты и препараты из этих водорослей широко используются для получения биологически активных добавок (БАД), фармацевтических и косметических средств, обладающих высокой биологической активностью, способны безопасно и эффективно осуществлять активацию или коррекцию обмена веществ при различных состояниях организма, включая патологии. Позитивные результаты наблюдали относительно повышения антиоксидантного статуса и энергетического метаболизма, мембранотропного эффекта, снижения интоксикации и т.д. [1; 3; 4].

В то же время, высокая способность микроводорослей к биоаккумуляции химических элементов и образования их биокомплексов с внутриклеточными макромолекулами *in vitro* открывает перспективу для получения биологически активных добавок, которые обогащены необходимыми для организма микроэлементами, например, селеном и ионами некоторых биогенных металлов. Существенный аспект в этом вопросе – это потенциальное использование липидов, поскольку детальный анализ научных баз показал, что наибольший интерес вызывают из водорослей именно липиды и жирные кислоты, которые являются сегодня одними из наиболее востребованных для практического использования водорослевых субстанций [2].

Учитывая сказанное, важной и актуальной задачей является установить и обобщить механизмы структурно-функциональных перестроек метаболизма при действии факторов внешней среды (микроэлементов), что позволит регулировать метаболизм у водорослей с целью получения полезных продуктов в аквакультуре [2; 4]. Преимущество использования микроводорослей для синтеза биоактивных молекул заключается в том, что их легко можно выращивать в крупномасштабном производстве с регулируемыми физико-химическими параметрами [2; 3]. Поэтому оптимальное соотношение микроэлементов, которые вносятся в среду культивирования, заранее могут определять направление биохимических реакций и перестройку метаболизма, в частности липидного, что позволяет эффективно и безопасно включать металлы и неметаллы в липиды с целью получения полезных продуктов в условиях аквакультуры. Вместе с тем, важно комплексно оценить адаптивные и физиолого-биохимические процессы в клетках водорослей при действии внешних регуляторов (металлов и неметаллов), которые часто



проявляют чрезмерную активирующее или ингибирующее действие, и убедиться в отсутствии деструктивных изменений в клетках водорослей, включая модификацию генетического аппарата.

Анализом показателей культивирования *Ch. vulgaris* в сконструированном авторском биореакторе при автоматическом контроле оптимально подобранных условий установлено, что максимальной плотности культура водорослей достигала на 18-е сутки с содержанием клеток  $26,92 \pm 3,0 \times 10^9$  клеток/л со стабилизацией в стационарной фазе в пределах  $11,01 \pm 4,9 \times 10^9$  клеток/л, что позволяет выращивать хлореллу в длительном режиме со средней производительностью около  $110,5 \pm 4,1$  мг сухой массы/л с содержанием углеводов около 60 мг, протеинов – 35 мг, липидов – 12 мг массы/л. В природных условиях (летний период) при воздействии солнечной инсоляции максимальную плотность культуры *Ch. vulgaris* наблюдали на 17 сутки культивирования с содержанием клеток  $24,8 \pm 1,8 \cdot 10^9$  клеток/л и с количеством клеток в стационарной фазе на 14 сутки в пределах  $16,1 \pm 1,2 \times 10^9$  клеток/л. Это позволяет выращивать хлореллу в непрерывном режиме с использованием естественного освещения со средней производительностью биомассы в стационарном режиме около  $212,4 \pm 18,1$  мг сухой биомассы/л и содержанием липидов  $19,02 \pm 0,4$  мг сухой массы/л. Отметим, что биомасса и количество липидов в хлореллы можно регулировать, используя солнечный свет и вещества-стимуляторы (микроэлементы) биосинтеза отдельных классов органических веществ.

Результаты по накоплению клетками *Ch. vulgaris* и включения селена, цинка и хрома в состав водорослевых липидов показали концентрационную и временную зависимость, что подтверждается кинетическими характеристиками процесса. Оптимальными оказались концентрация селена отдельно (Se (IV) 10,0 мг/л), вместе с цинком (Zn (II) 5,0 мг/л) или хромом (Cr (III) 5,0 мг/л) при продолжительности инкубации культуры в измененной среде в течение 7 суток. В этих условиях, по сравнению с контролем, происходило как увеличение у хлореллы общего количества липидов, так и перераспределение содержания их отдельных классов.

Так, при действии селена отдельно имело место увеличение количества фосфолипидов и уменьшение диацилглицеролов, при совместном действии селена и цинка – увеличение диацилглицеролов, неэстерифицированных жирных кислот и фосфолипидов и уменьшение триацилглицеролов, а при совместном действии селена и хрома наблюдали увеличение триацилглицеролов и неэстерифицированных жирных кислот при одновременном уменьшении диацилглицеролов и фосфолипидов. Кроме этого, эффективно осуществлялось включение микроэлементов в состав всех классов липидов, главным образом в триацилглицеролы: Cr > Se > Zn; диацилглицеролы: Cr > Zn > Se; неэстерифицированные жирные кислоты: Zn > Se > Cr и фосфолипиды: Zn > Cr = Se.

Установлено, что общей тенденцией *Ch. vulgaris* при действии исследованных микроэлементов является снижение включения  $^{14}\text{C}$ -бикарбоната в триацилглицеролы и увеличение активности процесса включения метки в фосфолипиды и неэстерифицированные жирные кислоты. Вместе с тем, по интенсивности включения  $^{14}\text{C}$ -олеата при действии солей селена, цинка и хрома выявили тенденцию к усилению биосинтеза фосфолипидов и триацилглицеролов и снижение биосинтеза диацилглицеролов, а также, частично, неэстерифицированных жирных кислот. Высокая активность энзима глицерол-3-фосфатацилтрансферазы у *Ch. vulgaris* соотносилась с поддержанием клетками относительного стационарного содержания триацилглицеролов и фосфолипидов. Оптимальные экспериментальные условия культивирования способствовали увеличению доли ненасыщенных жирных кислот C18:1 и C18:2 и уменьшению доли насыщенных C16:0, тогда как содержание C18:0 было в пределах контрольных значений.

Указанный количественный и качественный анализ позволяет установить перспективу моделирования метаболизма в накоплении соответствующих элементов в определенных классах липидов с целью получения препаратов для лечебных и профилактических целей.

Результаты молекулярно-генетического исследования *Ch. vulgaris* выявили отсутствие негативного влияния солей селена, цинка или хрома на генетический аппарат водоросли, на что указывает анализ фрагментов за использование ISSR и IRAP маркеров, который показал уровень их полиморфизма в 38,5 %. Генетические расстояния по Жаккарду (Dj) в контроле были: при действии селена – 0,232, при действии селена и цинка – 0,206, при действии селена и хрома – 0,300. Вероятно, цинк определенным образом модулирует и контролирует накопление генетических изменений в культуре *Ch. vulgaris*, что является подтверждением важности биологического значения этого микроэлемента. Выявленные изменения метаболизма хлореллы при действии экспериментальных факторов также проявляются в пределах нормы реакции.

Исследование энергетического метаболизма *Ch. vulgaris*, как одного из критериев эффективного функционирования и адаптации организмов к факториальным воздействиям, показали, что в условиях накопительной культуры (Se (IV) 10,0 мг/л и Se (IV) 10,0 мг/л + Cr (III) 5, 0 мг/л) увеличение активности цитохрооксидазы (ЦО) и сукцинатдегидрогеназы (СДГ) согласовывалось с уменьшением активности глутаматдегидрогеназы (ГДГ- (НАД (Ф) Н), что подтверждает определяющую роль цикла трикарбоновых кислот (ЦТК) и электронно-транспортной цепи (ЭТЦ) в процессах энергообразования в клетках водоросли. Вместе с тем, при действии Se (IV) 10,0 мг/л + Zn (II) 5,0 мг/л наблюдали снижение активности СДГ и ЦО, что одновременно сопровождалось возрастанием активности ГДГ и показателя соотношения НАДН-ГДГ / НАДФН-ГДГ. Это свидетельствует о вовлечении в цикл Кребса альтернативного энергетического субстрата – глутамата, который превращается в 2-оксоглутарат в процессе восстановительного дезаминирования. Также установлено, что в адаптивной перестройке антиоксидантного статуса клеток *Ch. vulgaris* при действии селенита отдельно, так и совместно

с ионами металлов цинка и хрома, повышается роль глутатиопероксидазы и снижается участие каталазы и супероксиддисмутазы.

Из хлореллы путем последовательной экстракции органическими растворителями и высушиванием получено селенлипидный, селенцикклипидный и селенхромлипидный комплексы, устойчивость состава и структуры которых подтверждено с помощью хроматографического и масс-спектрометрического анализа.

При скармливании здоровым крысам крахмального раствора селенцикклипидного комплекса (1 мл которого содержал 0,4 мкг селена, 2,5 мкг цинка и 0,5 мг липидов) и селенхромлипидного комплекса (1 мл которого содержал 1,85 мкг селена, 1,1 мкг хрома 0 5 мг липидов) интоксикации не обнаружено – общее содержание молекул средней массы (МСМ) снижалось до 1,5 раза, уменьшалось также содержание ТБК-АП (ТБК-активных продуктов) и ДК (диеновых конъюгатов); активизировались антиоксидантные процессы (за счет роста содержания восстановленного глутатиона и активности глутатионпероксидазы (ГПО) при снижении функциональной роли каталазы (КТ)) и энергетические процессы (за счет повышения активности сукцинатдегидрогеназы (СДГ), цитохромоксидазы (ЦО) и глутаматдегидрогеназы (ГДГ)), что способствовало успешному функционированию антиоксидантной системы и поддержанию энергетического и метаболического гомеостаза в организме.

При экспериментальном стрептозотоцининдуцированном диабете (СД 2-го типа) на фоне смоделированного высококалорийной диетой ожирения введение селенхромлипидного комплекса в течение 14 суток засвидетельствовало снижение показателей общей интоксикации, улучшение состояния углеводного и липидного обмена относительно группы крыс с СД (снижение в крови уровня глюкозы и фруктозамина, содержания общего холестерина и липопротеинов низкой плотности). Показатели оксидативного статуса организма крыс по сравнению с данными при СД улучшились: уменьшились содержание ТБК-АП, ДК и АФК, повысилась активность КТ, СОД, ГПО.

Полученные результаты открывают возможность использования биологически активных добавок из хлореллы, обогащенных микроэлементами Se (IV), Zn (II) и Cr (III), как перспективных лечебно-профилактических субстанций, способствующих успешному функционированию антиоксидантной системы, поддержанию энергетического и метаболического гомеостаза в организме для коррекции патологических процессов, что является основанием для дальнейших исследований биологической активности полученных комплексов.

Разработанный способ интенсификации биосинтеза селен-металл-липидных комплексов водорослями предложен впервые. Получение этих микроэлементсодержащих биологически активных соединений из водорослей с эффективными антиоксидантными и профилактическими свойствами и передача этих методик для производства и внедрения соответствующих БАД будет иметь социальный и экономический эффект, учитывая доказанную эффективность исследуемых элементсодержащих липидных комплексов в норме и при патологии и стоимость применяемых в настоящее время в практике других препаратов. Проведенные исследования соотносятся с мировыми подходами [2, 3], однако указанные представители водорослей и способы регуляции биосинтеза липидов в них биологически активной формы селена вместе с биогенными металлами исследованы впервые и превосходят по свойствам традиционные используемые в настоящее время селен-металлсодержащие смеси, содержащие соли неорганических соединений селена и металлов («Биоактив Селен + Цинк», «Персифен», «Инулин с селеном», «Максифам», «ЛАТЛ с Селеном», «Селен с Цинком Актив», «Селен Форте» и др.).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Boettcher, T. S.* Natural products and their biological targets: proteomic and metabolomic labeling strategies / T. S. Boettcher, M. Pitscheider, S. Sieber // *Angew. Chem. Int.* – 2010. – Vol. 49. – No. 15. – P. 2680–2698.
2. *Handbook of microalgal culture : applied phycology and biotechnology* / Eds. A. Richmond, Q. Hu. – Oxford : John Wiley & Sons. – Ltd, 2013. – 726 p.
3. *Hemaiswarya, S.* Microalgae: a sustainable feed source for aquaculture / S. Hemaiswarya [et. al.] // *World J. Microbiol. Biotechnol.* – 2011. – Vol. 27. – No. 8. – P. 1737–1746.
4. *Schmid, K. M.* Lipid metabolism in plants / K. M. Schmid, J. B. Ohlrogge // *Biochemistry of lipids, lipoproteins and membranes.* – Elsevier Science B.V., 2012. – P. 93–126.
5. *Seyfabadi, J.* Protein, fatty acid and pigment content of *Chlorella vulgaris* under different light regimes / J. Seyfabadi, Z. Ramezanzpour, Z. Amini Khoeyi // *J. Appl. Phycol.* – 2011. – Vol. 23. – No. 4. – P. 721–726.

**ЭКСПРЕССИЯ ГЕНОВ ЦИКЛООКСИГЕНАЗЫ-2  
И ТИРОЗИНКИНАЗНОЙ ФОСФАТАЗЫ У ПАЦИЕНТОВ  
С РЕЗЕКТАБЕЛЬНЫМ РАКОМ ЖЕЛУДКА IIA–IIIC СТАДИЙ**

**EXPRESSION GENES OF CYCLOOXYGENASE-2  
AND PHOSPHATASE REGENERATING LIVER 3 IN PATIENTS  
WITH RESECTABLE GASTRIC CANCER IIA—IIIC STAGES**

**О. А. Давыдова-Лойко, Р. М. Смолякова, М. Ю. Ревтович**  
**O. Davydova-Loiko, R. Smolyakova, M. Revtovich**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
ploika\_1@mail.ru, olga-umitkom@mail.ru  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Рак желудка остается на втором месте в мире среди онкологических заболеваний, приводящих к летальному исходу. Результаты хирургического лечения при раке желудка можно считать удовлетворительными лишь при ранних стадиях опухолевого процесса. Поэтому актуальным является исследование молекулярно-генетических маркеров, а именно циклооксигеназы и тирозинкиназной фосфатазы с целью выявления пациентов с субклиническими метастазами по брюшине при различной степени распространенности опухолевого процесса, прогнозирования течения заболевания, выработки индивидуальной программы комплексного лечения.

Gastric cancer is in the second place in the world among cancer. Results of surgical treatment can be considered satisfactory only in the early stages of tumor process. So, studying of molecular genetic markers is very important, namely cyclooxygenase and phosphatase regenerating liver 3 for identifying patients with subclinical metastases in the peritoneum at any stage, predicting morbidity and developing of an individual program of complex treatment.

*Ключевые слова:* рак желудка, молекулярно-генетические маркеры, циклооксигеназа-2, тирозинкиназная фосфатаза.

*Keywords:* gastric cancer, molecular genetic markers, cyclooxygenase-2, phosphatase regenerating liver 3.

Несмотря на достигнутые успехи в лечении, рак желудка (далее – РЖ) остается на втором месте в мире среди онкологических заболеваний, имеющих неблагоприятный исход. Метастазы возникают у 80–90 % пациентов с РЖ, 5-летняя выживаемость составляет 65 % при ранней диагностике заболевания и менее 15 % – на поздних стадиях процесса. В среднем, самая высокая выживаемость при РЖ отмечается в Японии – 53 %, в других странах она не превышает 15–20 %.

В Республике Беларусь рак желудка занимает лидирующие позиции в структуре онкологической заболеваемости и смертности. Это заболевание ежегодно диагностируется приблизительно у 3350 жителей Республики Беларусь и уносит жизни более 2400 человек в год.

Результаты хирургического лечения при раке желудка можно считать удовлетворительными лишь при ранних стадиях опухолевого процесса. Однако в Республике Беларусь в 2010 г. были выявлены 60,9 % пациентов, имеющих III–IV стадию заболевания.

Актуальным и перспективным направлением является возможность использования молекулярно-генетических маркеров – циклооксигеназы (COX-2), PRL-3 (тирозинкиназной фосфатазы) в целях выявления пациентов с субклиническими метастазами по брюшине для прогнозирования течения заболевания, выработки индивидуальной программы комплексного лечения, а также возможного расширения показаний для использования комплексного лечения операбельных пациентов раком желудка при более ранних стадиях заболевания.

Очевидно, что поиск значимых для определения лечебной тактики и прогноза рака желудка молекулярно-биологических маркеров представляется актуальным для современной онкологии. Согласно литературным данным, одними из потенциальных прогностических молекулярно-биологических маркеров у пациентов с резектабельным раком желудка являются циклооксигеназа-2 и PRL-3.

Выбранные молекулярные маркеры, согласно данным современной литературы, обладают высокой диагностической чувствительностью и специфичностью при раке желудка.

PRL-3 – белок, принадлежащий к семейству фосфатаз; высокая экспрессия коррелирует с наличием метастазов в лимфатических узлах и при перитонеальном метастазировании. Циклооксигеназа 2 (COX-2) катализирует превращение арахидоновой кислоты в простагландин H<sub>2</sub> на первой стадии биосинтеза простагландинов, тромбоксанов и простациклинов. COX-2 увеличивает темп развития кровеносных сосудов и рост опухоли,

а также блокирует процесс апоптоза. Экспрессия COX-2 в злокачественных опухолях определяет устойчивость к апоптозу, усиление пролиферативной активности клеток, инвазивность, ангиогенез и метастазирование.

Таким образом, целью настоящего исследования явилось повышение эффективности диагностики и лечения пациентов, страдающих раком желудка, на основе определения экспрессии генов циклооксигеназы-2 и тирозинкиназной фосфатазы.

Материалом для исследования экспрессии гена COX-2 явились образцы первичной опухоли (аденокарциномы желудка) и париетальной брюшины обоих куполов диафрагмы, боковых каналов, гипогастриальной области и малого таза 52 радикально оперированных пациентов в возрасте от 20 до 70 лет, страдающих раком желудка ПА-ПИС стадий (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристика пациентов, включенных в исследование

| Степень распространения опухолевого процесса / Медиана наблюдений до события | Пациенты | Характер течения заболевания        |   |  |
|--|----------|-------------------------------------|---|--|
|  |          | Прогрессирование заболевания, n (%) | Прогрессирование заболевания с формированием диссеминации n (%) | Из них умерли от прогрессирования опухолевого процесса n (%) |
| pTNM, n (%)  |          |                                     |   |  |
| pT4a-bN2-3M0   | 22       | 14(63,6)                            | 9 (40,9)  | 7(31,8)  |
| pT4a-bN1M0   | 6        | 1 (16,7)                            | 1 (16,7)  | 1 (16,7)   |
| pT4a-bN0M0   | 8        | 1 (12,5)                            | 1 (12,5)  | 1 (12,5)   |
| pT1-3N0-3M0  | 16       | 4 (25,0)                            | 2 (12,5)  | 3 (18,8)   |
| Всего, n (%)   | 52       | 20 (38,5)                           | 13 (25)   | 12 (23,1)  |
| Медиана наблюдений до события*, дни  |          | 198                                 | 174   | 269  |
| Медиана наблюдений **, дни   |          | 689                                 | 690   | 703  |

**Примечание:** \* – медиана наблюдений для пациентов с зарегистрированным прогрессированием заболевания; \*\* – медиана наблюдений для пациентов со стабилизацией процесса.

Для выделения РНК использовали набор реагентов (RNAqueous4PCR RNA isolation kit) компании-производителя (Ambion, Inc., Austin, TX, США). Степень очистки и концентрацию РНК измеряли с помощью спектрофотометра Varian Cary 50 (Agilent, США). Обратную транскрипцию проводили с помощью набора реагентов High Capacity cDNA Reverse Transcription Kit (Invitrogen, США) согласно инструкции производителя. В работе использованы специфические олигонуклеотидные праймеры и флуоресцентно-меченые (FAM-BHQ1) TaqMan зонды компании-производителя ОДО «Праймтех» (Республика Беларусь): прямой праймер – GAATCAT-TCACCAGGCAAATG; обратный праймер – TTTCGTTACTGCGGGTGAAC; TaqMan зонд – FAM-TTCCTAC-CACCAGCAACCCTGCCA-BHQ1. В качестве референсного гена применяли SCARNA5, TaqMan зонды и олигонуклеотидные праймеры для данного гена: прямой праймер – CCTCCCGTCACATTTAAGTCA; обратный праймер – GCCGATCACTCTCAGAAACAC; TaqMan зонд – FAM-TCATGGAGCAGCTGATAATTTG-BHQ1. Для нормализации пользовались усредненным значением Cp (кроссинг поинт) образцов ткани желудка без признаков морфологического изменения. Для получения значений Cp применяли метод максимума второй производной кривых флуоресценции образцов. В аналитической процедуре оценки экспрессии гена COX-2 на париетальной брюшине использовано максимальное из определенных значений экспрессии COX-2 для верхнего отдела брюшной полости (оба купола диафрагмы, оба боковых канала) и для нижнего отдела брюшной полости (малый таз, гипогастрий).

Количественные показатели экспрессии гена COX-2 подчинялись закону нормального распределения (критерий Шапиро-Уилка,  $p > 0,05$ ) и представлены средним и стандартным отклонением (SD).

Частотные характеристики выборки представлены количественными и процентными величинами. Анализ влияния уровня экспрессии гена COX-2 в биоптатах различных локализаций и степени распространенности опухолевого процесса, описываемой категориями T и N, на характер прогрессирования заболевания проводился с помощью Лог-ранк критерия. Расчет уровня экспрессии гена COX-2 в биоптатах, ассоциированного с неблагоприятным исходом, выполнялся на основе алгоритма максимального ранга и статистики.

Многофакторный анализ риска развития перитонеальной диссеминации проводился также на основе регрессии пропорциональных рисков Кокса, в который включались показатель экспрессии гена COX-2 наряду с категориями pT и pN, описывающими степень распространенности опухолевого процесса.

Отношения рисков (ОР) рассчитывались как экспоненциальное преобразование соответствующих коэффициентов регрессии.

Доверительные интервалы для ОР рассчитывались также как экспоненциальное преобразование соответствующих доверительных интервалов коэффициентов регрессии.

Все расчеты проводились в статистическом пакете R, версия 3.1.3 с использованием пакетов *survival* и *maxstat*. Результаты анализа считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

Молекулярно-генетические исследования выполнены в Республиканской молекулярно-генетической лаборатории канцерогенеза РНПЦ ОМР им. Н.Н.Александрова.

Молекулярно-генетическое исследование экспрессии гена COX-2 проводилось методом полимеразной цепной реакции в режиме «реального времени» с использованием амплификатора «iQ5» (Bio-Rad, США) с использованием реагентов Maxima Hot Start Taq DNA Polymerase (Fermentas, Литва) согласно инструкции производителя.

Материалом для исследования экспрессии PRL-3 явились образцы опухолевой ткани, чревной лимфатический узел № 9 (согласно классификации Японской Ассоциации по изучению рака желудка – Japanese Gastric Cancer Association (1998)), париетальная брюшина обеих куполов диафрагмы, боковых каналов, малого таза 21 радикально оперированного пациента в возрасте от 20 до 70 лет, страдающих раком желудка, без визуально определяемых диссеминатов. Пациенты были разделены на группы по признаку инвазии серозной оболочки: без инвазии серозной оболочки (сероза «-»), с инвазией серозной оболочки (сероза «+»).

Результаты исследования обработаны непараметрическими методами с использованием программы «Bio-stat». Математическая обработка данных включала проверку нормальности распределения количественных показателей в выборке.

Количественные значения показателей не подчинялись нормальному закону распределения и представлены медианой (Me), минимальным (min) и максимальным (max) значениями. Оценку достоверности различий между сравниваемыми показателями проводили с использованием критерия Манна-Уитни (U-тест).

Для изучения связи между показателями вычисляли коэффициент ранговой корреляции Спирмена ( $r_s$ ) (табл. 2, 3).

Таблица 2 – Экспрессия PRL-3 на брюшине у пациентов с инвазией серозной оболочки с N0-N3

| Экспрессия PRL-3 на брюшине | Me  | Min  | Max  | Сравнение с N0       |
|-----------------------------|-----|------|------|----------------------|
| N0                          | 1,2 | 0,01 | 4,1  | –                    |
| N1                          | 1,6 | 0,8  | 7,3  | T = 36,0, p > 0,06   |
| N2-3                        | 2,0 | 0,5  | 16,2 | Z = 2,028, p = 0,043 |

Таблица 3 – Экспрессия PRL-3 на брюшине нижнего этажа брюшной полости у пациентов с инвазией серозной оболочки с N0-N3

| Экспрессия PRL-3 на брюшине | Me   | Min  | Max  | Сравнение с N0       |
|-----------------------------|------|------|------|----------------------|
| N0                          | 0,65 | 0,01 | 4,1  | –                    |
| N1                          | 0,8  | 0,8  | 2,1  | T = 27,5, p > 0,06   |
| N2-3                        | 5,0  | 0,3  | 16,2 | Z = 2,017, p = 0,044 |

На основе проведенного исследования установлено, что риск прогрессирования заболевания с формированием диссеминации опухоли по брюшине после радикального хирургического лечения в 21 раз выше у пациентов, страдающих раком желудка, у которых уровень экспрессии гена составил COX-2  $\leq$ -1 отн. ед.

Таким образом, определение экспрессии гена COX-2 в париетальной брюшине во время радикального хирургического лечения рака желудка позволяет выявить пациентов, имеющих высокий риск формирования перитонеальной диссеминации. Полученные данные позволяют дифференцированно подходить к назначению адъювантной комплексной терапии на основе стадии заболевания по системе pTNM, а также высокой экспрессии гена COX-2 с отсутствием инвазии опухолью серозной оболочки желудка (pT1-3).

Оценивая полученные предварительные данные можно отметить, что экспрессия PRL-3 является ключевым фактором в развитии регионарных и отдаленных метастазов при раке желудка. Однако выяснение роли данного маркера в качестве прогностического критерия течения заболевания требует проведения дальнейших исследований. Диагностическое значение PRL-3 для определения субклинических метастазов в регионарном лимфатическом аппарате и по брюшине требует уточнения.

# РЕДКИЙ СЛУЧАЙ ГЕМОЛИТИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ НОВОРОЖДЕННОГО, ВСЛЕДСТВИЕ ИЗОИММУНИЗАЦИИ ПО RH"(E)-АНТИГЕНУ СИСТЕМЫ РЕЗУС

## RARE CASE OF HEMOLYTIC DISEASE OF NEWBORN, CONSEQUENCED INITIAL IMMUNIZATION BY RH «(E) ANTIGENUS OF THE SYSTEM RHESUS

**О. А. Платонова, Е. Н. Альферович, Л. В. Грак**  
**O. Platonova, E. Alferovich, L. Grak**

*Белорусский государственный медицинский университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
5555106@gmail.com  
Belarusian State Medical University, Minsk, Republic of Belarus*

В статье описан редкий клинический случай гемолитической болезни новорожденного, обусловленной материнскими антителами анти-rh"(E). Благодаря иммуногематологическому мониторингу беременной был выявлен патологический титр антител анти-rh"(E). В настоящее время в РНПЦ «Гематологии и трансфузиологии» используют методы выявления антител к антигенам эритроцитов и установления их специфичности с помощью идентификационных карт. Проведено фенотипирование эритроцитов матери и ребенка. Установлена несовместимость крови по E антигену системы резус. Что позволило при совместимой крови матери и ребенка по группе и резус принадлежности своевременно провести лабораторно-диагностические тесты при рождении ребенка, поставить диагноз и провести патогенетическую терапию.

The article describes a rare clinical case of hemolytic disease of a newborn caused by maternal anti-rh antibodies (E). Due to immuno-hematological monitoring of the pregnant woman, a pathological antibody titer of anti-rh " (E) was detected. Currently, the RSPC "Hematology and Transfusiology" uses methods to detect antibodies to erythrocyte antigens and to establish their specificity using identification cards. Phenotyping of erythrocytes of mother and child was carried out. Blood incompatibility by E rhesus antigen was established. With the compatible blood of mother and child, it was possible to carry out laboratory and diagnostic tests at child birth, to make a diagnosis and to conduct pathogenetic therapy in a group and Rh affiliation in time.

*Ключевые слова:* новорожденные, гемолитическая болезнь, антитела анти-rh"(E).

*Keywords:* newborns, hemolytic disease, anti-rh antibodies"(E).

К настоящему времени в литературе имеется множество сообщений, описывающих гемолитическую болезнь новорожденных, обусловленную анти-Rh0 (D) антителами, образовавшимися у женщин с резус отрицательной кровью, вследствие повторных беременностей и/или гемотрансфузий. Данные многих авторов указывают, что в последние десятилетия достигнуты большие успехи в профилактике развития анти- Rh0 (D) иммунизации у резус отрицательных лиц путем использования иммуноглобулина анти-Rh0 (D), применение более качественных и надежных тест-систем и реагентов нового поколения, в том числе и на основе моноклональных антител [2–4].

Выделено 55 разновидностей антигенов системы Rh, которые выявляются с помощью соответствующих специфических для каждого варианта антисывороток. Установлена частота наиболее распространенных антигенов системы Rh в популяции: Rh0 (D) – 85,93 %, rh' (C) – 70,75 %, hr' (c) – 84,05 %, rh"(E) – 31,03 %, hr'' (e) – 96,7 % [1].

Наследование резус антигенов определяется серией аллельных генов, расположенных тесно на одной хромосоме, причем гены D и d, C и c, E и e находятся во взаимоисключающих отношениях, т.е. при наличии гена D на хромосоме отсутствует ген d и наоборот [1].

Все три гена одной хромосомы наследуются одновременно. Наследование резус антигенов идет не по отдельным антигенам D, C, e, а целым комплексом антигенов, соединенных вместе «D C e». Принимая во внимание 6 основных аллелей антигенов системы резус, выделяют 8 основных их комбинаций (табл. 1).

*Таблица 1 – Группы системы Резус*

| По системе Виннера               | По системе Фишера              | %       |
|----------------------------------|--------------------------------|---------|
| Резус положительные группы (Rh+) |                                |         |
| Rh0', "                          | CcDEe, CCDEe, CcDEE, CCDEE     | 16,11 % |
| Rh0'                             | CcDee, CCDee                   | 53,20 % |
| Rh0''                            | ccDEe, ccDEE                   | 14,58 % |
| Rh0                              | ccDee                          | 2,05 %  |
| Резус отрицательные группы (Rh-) |                                |         |
| rh                               | ccddee                         | 12,36 % |
| rh'                              | Ccddee, CCddee                 | 1,36 %  |
| rh''                             | ccddEe, ccddEE                 | 0,26 %  |
| rh', rh''                        | CcddEe, CCddEe, CcddEE, CCddEE | 0,08 %  |

Однако различные сочетания антигенов резус встречаются не с одинаковой частотой. Если принять во внимание, что ребенок наследует по одному гену от каждого родителя, то существует по крайней мере 36 возможных генотипов системы резус.

По данным ведущих мировых центров, сенсибилизация женщин репродуктивного возраста по антигенам системы резус встречает анти-D – 25 %, анти-C – 7 %, анти-E – 18 %, анти-c – 6 % [3].

Для определения антигенов и антител системы резус существует целый ряд различных методов. В настоящее время РНПЦ «Гематологии и трансфузиологии» используют методы выявления антител к антигенам эритроцитов и установления их специфичности с помощью идентификационных карт. Это позволяет провести диагностику не только иммунологического конфликта, обусловленного несовместимостью по антигену Rh0 (D) системы резус, а также определить несовместимость крови матери и плода по системам Kell, Kidd, MNSs и другим антиэритроцитарным антигенам [1, 3].

Приводим редкий случай несовместимости крови матери и новорожденного обусловленного материнскими антителами анти- rh"(E).

Беременная женщина М., 29 лет, поступила в УЗ «б городская клиническая больница» г. Минска в отделение патологии беременных. Из анамнеза установлено: беременность 2, роды 2. Первая беременность закончилась рождением доношенного ребенка. Гемотрансфузиологический анамнез не отягощен. При обследовании в первом триместре беременности: группа крови 0(I) Rh-положительная, аллоиммунных антител системы резус не обнаружено. При повторном обследовании в сроке гестации 25 недель выявлены антитела в титре 1:256. С целью уточнения специфичности антител и фенотипирования эритроцитов женщина была направлена в РНПЦ «Гематологии и трансфузиологии». Установлен фенотип эритроцитов: CcDeek, выявлены антитела системы резус анти- rh"(E) в титре 1:542. В динамике проводился контроль титра антител. К 32-33 неделе беременности титр составил 1:1024. В 35 недель беременности женщина госпитализирована с целью оценки состояния плода и решении вопроса о родоразрешении. По данным УЗИ плода и доплерографии сосудов маточно-плацентарной системы выявлено: многоводие, ХФПН, нарушение МППК 1а степени. Учитывая степень сенсибилизации по резус анти- rh"(E), титр антител 1:1024 рекомендовано родоразрешение в сроке гестации 37-38 недель.

Роды произошли в сроке гестации 261 день через естественные родовые пути. Родился доношенный мальчик с массой тела 3610г, 53 см, с оценкой по шкале Апгар 8/8 баллов. При рождении состояние тяжелое, обусловленное желтушным и анемическим синдромом. Сразу из родзала ребенок переведен в отделение интенсивной терапии и реанимации. С первых часов жизни отмечается гепатоспленомегалия. Учитывая признаки сенсибилизации у матери, ребенку сразу при рождении были проведены следующие лабораторные обследования: группа крови ребенка 0(I) Rh положительная (совместимая по группе и резус принадлежности с кровью матери), уровень билирубина из пуповинной крови – составил 134 мкмоль/л. Общий анализ крови: Hb = 93 г/л, эритроциты  $2 \times 10^{12}$ /л, лейкоциты  $23,2 \times 10^9$ /л, Ht = 29,3 %, MCV = 143,6 фл, MCH = 45,6 пг, MCHC = 317 г/дл, тромбоциты  $150 \times 10^9$ /л, нормобласты 446:100, ретикулоциты 40 %. Прямая проба Кумбса положительная.

В динамике первых двух часов жизни в биохимическом анализе крови у ребенка общий билирубин составил 179 мкмоль/л, неконъюгированный билирубин 164,1 мкмоль/л, почасовой прирост билирубина 15 мкмоль/л/час. КОС – признаки респираторного ацидоза. Гемостазиограмма компенсирована.

В данном случае имеет место совпадение группы крови и резус принадлежности в «системе мать –ребенок». С целью уточнения фенотипа эритроцитов ребенка анализ крови был направлен в ГУ «Республиканский научно-практический центр трансфузиологии и медицинских биотехнологий». Получен результат: группа крови 0(I) Rh положительная, выявлены аллоиммунные антитела анти- rh"(E) системы резус и аутоиммунные антитела Ig G, ПАТ 1:300. Фенотип эритроцитов ребенка: CcDEe. Рекомендовано переливать эритроцитные компоненты крови по индивидуальному подбору.

На основании несовместимости крови матери и ребенка по антигену E системы резус, наличию материнских антител системы резус анти- rh"(E), выраженному желтушно-анемическому синдрому, гепатоспленомегалии при рождении у ребенка, а также признаков врожденной изоиммунной гемолитической анемии, патологическому почасовому приросту билирубина в первые часы после рождения был сформулирован клинический диагноз:

Основной: Гемолитическая болезнь плода и новорожденного, изоиммунная несовместимость крови по антигену E системы резус, желтушно-анемическая форма, тяжелое течение.

Осложнения: ДН I ст. Гепатоспленомегалия. Перинатальное нарушение функции ЦНС 1-2 ст, острый период, синдром угнетения.

Сопутствующий: Морфо-функциональная незрелость, обусловленная укороченным сроком гестации.

Учитывая тяжелое течение гемолитической болезни у новорожденного по системе резус: пуповинный билирубин 134 мкмоль/л, Hb=93 г/л в при рождении, почасовой прирост 15 мкмоль/л/час, ретикулоцитоз 40 %, нормобластоз 446:100 лейкоцитов ребенку показано раннее и не менее двух ОЗПК.

На основании рекомендации трансфузиологов при проведении ОЗПК необходим индивидуальный подбор эритроцитных компонентов крови. В данном случае объем компонентов крови составил 3 ОЦК ребенка (870 мл). Эритроцитарная масса 0(I) Rh положительная (отрицательная по E антигену) в объеме 580 мл и плазма АВ (IV) Rh отрицательная в объеме 290 мл.

С первых часов жизни ребенок находился в кювете, проводился мониторинг параметров жизнедеятельности, начата консервативная терапия с помощью лампы «Малыш», внутривенное введение октагама в дозе

800 мг/кг, проведение инфузионной терапии в объеме жидкости потребления с целью коррекции уровня гликемии и электролитов под контролем массы тела и почасового диуреза, антигеморрагическая терапия (викасол, этамзилат).

Первое ОЗПК новорожденному проведено через 3 часа после рождения, состояние ребенка стабильное. Достигнуты следующие лабораторные показатели: уровень билирубина 133 мкмоль/л, Hb = 205 г/л, Ht = 60,7 %. В динамике отмечен рост билирубина: 220 мкмоль/л, 359 мкмоль/л. Проведено повторное ОЗПК на 2-е сутки жизни в объеме 3 ОЦК. В динамике выявлен синдром сгущения желчи (прямая фракция билирубина 82 мкмоль/л) и к терапии добавлена урсодезоксихолевая кислота (урсором). С четвертых суток жизни новорожденного отмечено стойкое снижение уровня билирубина (общий билирубин 101 мкмоль/л, прямая фракция 45 мкмоль/л) в крови при адекватном уровне гемоглобина (141 г/л). В дальнейшем состояние с выраженной положительной динамикой. Ребенок был переведен в специализированное педиатрическое отделение РНПЦ «Мать и дитя».

Выводы:

1. Появились новые возможности проведения иммуногематологического обследования: выявление антител к антигенам эритроцитов и установление их специфичности, а так же уточнение фенотипа эритроцитов матери и ребенка. Что позволило всех без исключения женщин на ранних сроках беременности не зависимо от их АВО и Rh принадлежности обследовать на наличие антиэритроцитарных антител. Данные методики выполняются в ГУ «Республиканский научно-практический центр трансфузиологии и медицинских биотехнологий».

2. На современном этапе частота проявлений гемолитической болезни новорожденных по резус анти-Rh0 (D) антигену значительно снизилась благодаря проведению анти резус Rh0 (D) иммунопрофилактики. Однако частота встречаемости ГБН по другим эритроцитарным антигенам значительно возросла. Новые методы позволяют диагностировать несовместимость крови матери и плода и по другим эритроцитарным антигенам разных систем группы крови.

3. Современные иммуногематологические биотехнологии позволили в данном клиническом случае своевременно провести диагностику сенсибилизации женщины по эритроцитарным антигенам и типировать фенотип эритроцитов матери и ребенка. Что дало возможность провести лабораторно-диагностические тесты при рождении ребенка, поставить диагноз и назначить патогенетическую терапию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гольдинберг, Б. М. Пропедевтика. Клиническая трансфузиология. Вопросы и ответы / Б. М. Гольдинберг. – Минск, 2007. – С. 46–52.

2. Мороков, В. А. Гемолитическая болезнь новорожденного, обусловленная материнскими антителами анти-rh"(E) / В. А. Мороков, И. В. Рау, М. Е. Мороцкая // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 1999. – № 4. – С. 56–58.

3. Сидельникова, В. М., Антонов, А. Г. Гемолитическая болезнь плода и новорожденного / В. М. Сидельникова, А. Г. Антонов. – М.: «Триада X», 2004. – С. 20–31.

4. Avery's Neonatology. – 9 th ed./ ed. Christine A. Gleson, Sherin U. Devaskar. – Phil., Lond., W.B. Saunders Company, 2012. – 1498 p.



**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕЦИЗИОННОЙ ТЕРМОМЕТРИИ  
ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКА РАЗВИТИЯ ЛУЧЕВЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ У ПАЦИЕНТОВ  
СО ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫМИ НОВООБРАЗОВАНИЯМИ КОЖИ**

**PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF PRECISION THERMOMETRY  
FOR RATING THE RISK OF DEVELOPMENT OF RADIANT COMPLICATIONS  
IN PATIENTS WITH MALIGNANT SKIN TUMORS**

**О. С. Спиридонова<sup>1</sup>, Е. Э. Константинова<sup>2</sup>, Д. И. Козловский<sup>3</sup>  
O. Spiridonova<sup>1</sup>, H. Konstantinova<sup>2</sup>, D. Kazlouski<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
Spiry87@mail.ru

<sup>2</sup>Белорусский институт системного анализа и информационного обеспечения  
научно-технической сферы, г. Минск, Республика Беларусь  
ekonst65@mail.ru

<sup>3</sup>Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии  
им. Н. Н. Александрова, аг. Лесной, Республика Беларусь

<sup>1</sup>Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Belarusian Institute of Systemic Analysis and Information Support of Scientific and Technical Sphere,  
Minsk, Republic of Belarus

N. N. Alexandrov National Cancer Center, Lesnoy, Republic of Belarus

В настоящее время для лечения злокачественных опухолей кожи широко применяется ионизирующее излучение. Лучевая терапия является методом выбора, обеспечивающим в большинстве случаев не только стойкое выздоровление, но и хороший эстетический результат. К сожалению, одними из осложнений при проведении лучевой терапии злокачественных новообразований кожи являются лучевые некрозы и язвы. Определение риска развития лучевых осложнений у пациентов, получающих курс лучевой терапии (ЛТ), остаётся сложной и важной задачей, несмотря на многолетние исследования в данном направлении.

Currently, ionizing radiation is widely used to treat malignant skin tumors. Radiation therapy is the method of choice, providing in most cases not only a sustained recovery, but also a good aesthetic result. Unfortunately, radiation necrosis and ulcers are among the complications of radiotherapy of malignant skin tumors. Determining the risk of developing radiation complications in patients receiving a course of radiation therapy (RT) remains a complex and important task, despite years of research in this area.

*Ключевые слова:* лучевая терапия, злокачественные новообразования кожи, лучевой некроз, лучевые осложнения, прецизионная термометрия.

*Keywords:* radiation therapy, malignant skin neoplasms, radiation necrosis, radiation complications, precision thermometry.

Злокачественные новообразования кожи являются одной из самых распространенных локализаций в структуре онкологических заболеваний. За последнее время количество впервые выявленных случаев рака кожи увеличилось в 1,5 раза. Наряду с хирургическими методами в настоящее время для лечения злокачественных опухолей кожи также широко применяется лучевая терапия. Главная задача лучевой терапии состоит в достижении максимальной избирательности поражения опухолей с минимальными последствиями в отношении нормальных тканей. Однако, несмотря на высокое развитие методов планирования лучевой терапии, средние и тяжелые лучевые осложнения происходят в 20 % случаев от общего количества пациентов, получивших лучевую терапию [1]. Поздние лучевые реакции возникают через несколько месяцев после лучевого лечения и характеризуются прогрессированием возникших морфологических изменений. Так, например, поздний лучевой дерматит переходит в лучевую язву.

В настоящее время для оценки риска развития лучевых реакций и осложнений применяется алгоритм на основе линейно-квадратичной модели. Для каждого органа существует величина толерантной дозы, при превышении которой, риск развития осложнений в данном органе резко возрастает. Уровень толерантности дозы ограничивает величину подводимой к опухоли дозы и тем самым определяет вероятность излечения больного. Величины толерантных доз были получены по результатам радиобиологических опытов и наблюдений. Линейно-квадратичная модель учитывает не только общую дозу за курс лучевой терапии, но и дозу за фракцию. Эта модель получила свое название от уравнения, описывающего зависимость фракции выживших клеток от дозы излучения.

$$\ln(S) = \alpha D + \beta D^2,$$

где  $S$  – доля выживших клеток,  $D$  – поглощенная доза за фракцию.

В этом уравнении линейный член отображает связь между гибелью клеток и одномоментным разрывом двух нитей ДНК, а квадратичный – разрыв двойной спирали ДНК в результате накопления одиночных разрывов в каждой нити с их последующим совпадением в параллельных цепях, приводящих к двойному разрыву [2]. Таким образом линейно-квадратичная модель в какой-то мере отражает реальную молекулярную картину поражения клеток (рис. 1). Недостаток данного метода заключается в том, что не учитывается индивидуальная радиочувствительность органа у каждого пациента. Так в среднем в 20 % случаев, даже при условии соблюдения правила толерантной дозы, у пациентов развиваются поздние лучевые осложнения. Так, например, при проведении лучевой терапии рака шейки матки, несмотря на современные методы планирования подведения дозы и применения линейно-квадратичной модели, в 15 % случаев развивались поздние лучевые ректиты [3].

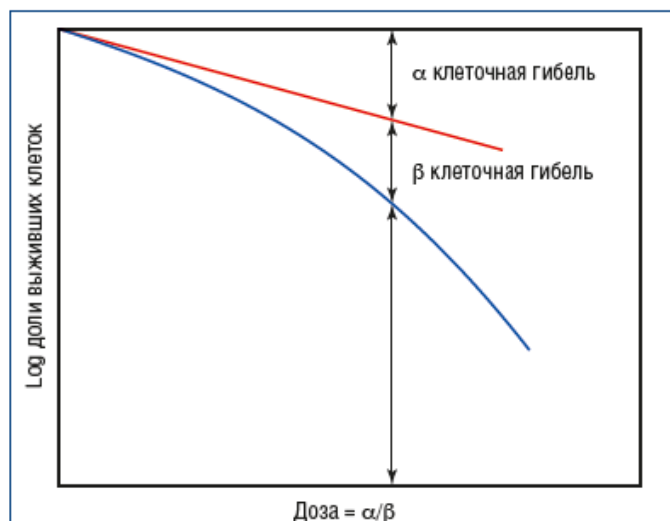


Рисунок 1 – Кривые выживаемости при оценке эффекта облучения

На сегодняшний момент известно, что основной причиной возникновения радиационных язв и некрозов является возникновение патологических процессов в микроциркуляторной системе тканей, подвергающихся воздействию ионизирующего облучения. Полагают, что основной механизм развития поздних лучевых реакций заключается в повреждении микрососудов и последующей гибели паренхимы тканей. При этом действие радиации на сосуды заключается в стерилизации клеток эндотелия, способных к пролиферации, с последующим запустеванием отработанных капилляров на фоне ингибирования роста новых сосудов и развития тромбоза сосудов. Поэтому механизмы поздних лучевых реакций в настоящее время принято рассматривать как комплексные, отражающие взаимодействие паренхимы и сосудов. Важное значение имеет также и тот факт, что при облучении сокращается срок жизни паренхиматозных клеток, а их повышенный запрос на пролиферацию эндотелия сосудов и неоваскуляризацию, который не может быть удовлетворен в связи с действием ИИ на сосуды, также приводит к быстрой гибели новой порции клеток. В результате проведения ЛТ в огромном количестве образуются активные радикалы, значительно усиливается интенсивность процессов перекисного окисления, что оказывает крайне негативное влияние на восстановление поврежденных клеток. Кроме того, с течением времени нарастают явления нарушения микроциркуляции в облученном органе, такие как тромбоз мелких сосудов, увеличение их проницаемости и, как следствие, происходит развитие ишемии тканей, эрозий и образование лучевых язв. На начальных этапах имеет место повреждение микроциркуляторного звена сердечно-сосудистой системы, первоначально проявляющееся функциональными (стаз, спазм), а затем и морфологическими изменениями. В результате таких изменений происходит повышение давления в артериолах и капиллярах, которое является одной из основных причин раскрытия артериовенозных анастомозов, вследствие чего часть крови, минуя капилляры, переходит из артериального русла в венозное, что находит свое подтверждение в появлении контрастированных вен при проведении артериографии (рис. 2). Результатом этого является нарушение транспортной функции системы микроциркуляции, вследствие чего, в тканях нарастают явления гипоксии, происходит усиление склеротических процессов. Выраженность этих изменений в облученных тканях, особенно изменения кровеносных и лимфатических сосудов, в свою очередь вызывают еще большее усиление гипоксии, приводя к образованию порочного круга [4].

Таким образом, очевидна необходимость использования методов, позволяющих контролировать состояния микроциркуляторного русла опухоли и здоровых тканей, попадающих в зону облучения. Важность исследования состояния микроциркуляции критических органов при оценке риска развития лучевых реакций в последние годы уже не вызывает сомнений. Однако уровень диагностики состояния данного звена сосудистой системы остается на достаточно низком уровне. Это обусловлено недостаточным развитием диагностической базы, необходимой для исследования различных звеньев системы микроциркуляции. Существуют несколько методов, позволяющих оценивать функциональное состояние микроциркуляторного русла. Одним из таких методов является метод прецизионной низкоамплитудной термометрии. Принцип метода основан на регистрации низкоамплитудных

колебаний температуры поверхности кожи, возникающих в результате изменения тонуса и скорости кровотока в мелких артериях и артериолах в подкожных тканях. Оценка состояния тонуса капилляров при проведении прецизионной низкоамплитудной термометрии основана на спектральном анализе колебаний температуры на поверхности кожи. Данные низкоамплитудные ( $\sim 0,01$  °C) колебания возникают вследствие периодического изменения тонуса поверхностных сосудов и соотносятся с ними по амплитуде. В спектре колебаний кожного кровотока выделяют пять поддиапазонов, соответствующих различным факторам регуляции сосудистого тонуса: пульсовая волна (0,5–2 Гц), волна дыхания (0,14–0,5 Гц), миогенные колебания (0,05–0,14 Гц), нейрогенная активность (0,02–0,05 Гц) и функционирование эндотелия (0,0095–0,02 Гц) (рис. 3). Амплитуды высокочастотных колебаний температуры (дыхательная и пульсовая волны) на поверхности кожи сравнимы с тепловыми шумами, и их зафиксировать невозможно, но остается возможность изучения механизмов регуляции тонуса сосудистой системы, обусловленных миогенной, нейрогенной и эндотелиальной активностью. При использовании функциональных тестов метод позволяет оценивать дисфункцию эндотелия сосудов [5].

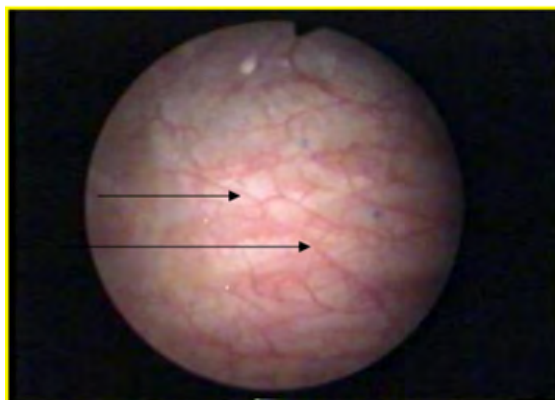


Рисунок 2 – Лучевой проктит. Артериовенозные анастомозы



Рисунок 3 – Метод прецизионной низкоамплитудной термометрии

Разработка новых алгоритмов оценки риска развития лучевых реакций, основанных на мониторинге состояния микроциркуляторного русла в критических органах у пациентов со злокачественными новообразованиями кожи, является актуальной задачей. Данные алгоритмы позволят с высокой точностью предсказать риски развития лучевых осложнений, а также индивидуализировать подходы, определяющие толерантность органов, подвергающихся воздействию ионизирующего излучения, и контролировать степень реакции критических органов на лучевую терапию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Клименко, К. А. Радиационные реакции при комплексном лечении рака органов малого таза / Российский научный центр радиологии. – 2014. – № 4. – С. 5–7.
2. Ярмоненко, С. П. Клиническая радиобиология. – Издательство «Мир», 2014. – С. 31–32.
3. Костромина, К. Н. Дозиметрические предпосылки для внутриволновой нейтронной терапии рака шейки матки на основе принципа единичной доставки / К. Н. Костромина // Медицинская радиология. – 1999. – Т. 26. – № 3. – С. 78–80.
4. Климанов, В. А. Радиобиологическое и дозиметрическое планирование в лучевой терапии / Государственный исследовательский ядерный институт. – 2004. – С. 26–28.
5. Попов А. В. Оценка состояния микроциркуляторного русла с помощью прецизионной термометрии и вейвлет-анализа: метод. рекомендации / П. Г. Фрик, С. Ю. Подтаев, Е. Н. Смирнова, А. И. Ершова. – ВПО ПГМА им. ак. Е. А. Вагнера Роздрава. – 2010. – № 4. – С. 37–38.

# РАЗРАБОТКА ПРЕПАРАТИВНОГО СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ЦИКЛО-ДИ-АМФ DEVELOPMENT OF A PREPARATIVE METHOD FOR CYCLO-DI-AMP PRODUCING

**К. С. Хмелевская<sup>1</sup>, И. С. Казловский<sup>2</sup>, А. И. Зинченко<sup>1,2</sup>**  
**K. Khmelevskaya, I. Kazlouski, A. Zinchenko**

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси,  
г. Минск, Республика Беларусь  
khmelevskaya.karina@mail.ru

Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus  
Institute of microbiology of NAS of Belarus, Minsk, Belarus

Оптимизирована реакция ферментативного синтеза перспективного адьюванта цикло-ди-АМФ в препаративных количествах. Удельная активность полученного ферментного препарата составила 0,12 ед./мг белка, а выход анализируемого продукта – 65 %, который превысил ранее полученные литературные результаты.

The reaction of enzymatic synthesis of promising cyclo-di-AMP adjuvant in preparative amounts has been optimized. Specific activity of obtained enzyme preparation was 0.12 units / mg protein, and the yield of the analyzed product was 65 %, which exceeded the results previously obtained in the literature.

*Ключевые слова:* циклический 3',5'-диаденилат, диаденилатциклаза, адьювант, *Escherichia coli*.

*Keywords:* cyclic 3', 5'-diadenylate, diadenylatecyclase, adjuvant, *Escherichia coli*.

Медицинская статистика на сегодняшний день приводит неутешительные данные относительно роста числа злокачественных опухолей у людей во всем мире. Активная иммунотерапия с применением специфических противоопухолевых вакцин нового поколения требует формирования Т-клеточного иммунитета, что невозможно без введения усилителей иммунитета – адьювантов.

Циклический 3',5'-диаденилат (цикло-ди-АМФ) – бактериальный внутриклеточный вторичный посредник, участвующий в регуляции сложных физиологических процессов клетки, а благодаря своим иммуностимулирующим свойствам, является перспективным адьювантом для вакцин.

В настоящее время одним из самых перспективных методов получения цикло-ди-АМФ является ферментативный синтез, который происходит в одну стадию путем конденсации двух молекул АТФ под действием фермента диаденилатциклазы бактерии *Bacillus thuringiensis*, где преимущество заключается в простоте, низкой стоимости и большим выходом целевого продукта [1].

Цель исследования – оптимизировать реакцию ферментативного синтеза цикло-ди-АМФ для получения его в препаративном количестве.

Первый этап включал наработку и очистку фермента из ранее полученного генно-инженерного штамма *Escherichia coli* ret42-btDisA – продуцента диаденилатциклазы [1]. На втором этапе проводился анализ активности полученного ферментного препарата, который составил 0,12 ед./мг белка. Далее был оптимизирован препаративный синтез цикло-ди-АМФ, чей выход достиг 65 %, который превысил ранее полученные литературные результаты [1; 2]. Заключительный этап включал в себя очистку интересующего соединения при помощи ионообменной хроматографии, а также анализ полученного цикло-ди-АМФ.

Таким образом, в результате оптимизации ферментативного синтеза, был увеличен выход перспективного адьюванта – цикло-ди-АМФ, по сравнению с ранее полученными литературными данными.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Казловский, И. С. Создание рекомбинантного штамма *Escherichia coli* – продуцента диаденилатциклазы и ее использование для синтеза цикло-ди-АМФ / И. С. Казловский [и др.] // Весті НАН Беларусі. – 2015. – № 4. – С. 51–55.

2. Zheng, C. Highly efficient enzymatic preparation of c-di-AMP using the diadenylate cyclase DisA from *Bacillus thuringiensis* / C. Zheng [et al.] // Enzyme Microbiol. Technol. – 2013. – Vol. 52. – № 6–7. – P. 319–324.

**ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ  
И ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКИ  
СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА**

# ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАЗВИТИЯ РАКА ЛЕГКИХ И БРОНХОВ

## FACTORS AFFECTING THE DEVELOPMENT OF LUNG AND BRONCHIAL CANCER

**A. A. Алексеева, В. В. Голикова**  
**A. Alekseeva, V. Golikova**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
lesiaalex26@gmail.com, tori.golikova@inbox.ru :  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Рак легких и бронхов занимает одно из лидирующих позиций среди онкопатологий не только в Республике Беларусь, но и в ряде других стран. Особенностью данной патологии является то, что ее проявления возникают после 15 лет активного контакта с тем или иным патогенным фактором. Основными факторами, влияющими на развитие рака легких и бронхов, является социальный статус, место жительства, контакт с асбестом, воздействие на организм радона, а также курение.

Cancer of the lungs and bronchi is one of the leading positions among oncopathologies not only in the Republic of Belarus, but also in a number of other countries. A feature of this pathology is that its manifestations occur after 15 years of active contact with one or another pathogenic factor. The main factors affecting the development of lung and bronchus cancer are social status, place of residence, contact with asbestos, effects on the body of radon, as well as smoking.

*Ключевые слова:* рак легких и бронхов, факторы развития, курение, асбест, радон.

*Keywords:* lung and bronchus cancer, developmental factors, smoking, asbestos, radon.

По статистическим данным Всемирной организации здравоохранения, распространенность рака легких и бронхов в различных странах мира вариабельна и зависит от многих факторов, важнейшими из которых являются половая принадлежность: мужчины или женщины, возраст, место проживания, вредные привычки: курение, производственные факторы и условия труда: контакт с асбесто содержащими изделиями, работа в шахтах и др. Наиболее часто заболеваемость раком лёгких и бронхов встречается в странах с упором на добычу энергоресурсов (в первую очередь угля) и с высокой продолжительностью жизни.

Анализ статистических данных по Республике Беларусь, отражающих заболеваемость раком лёгких и бронхов за 2007–2015 гг., свидетельствует, что среднегодовой уровень показателя заболеваемости данной патологией составляет 40,0 на 100 тыс. населения.

Социальный статус – социальное положение занимаемое индивидом. Определяется по специфическим для конкретного общества признакам, в качестве которых могут выступать экономические, национальные, возрастные и другие признаки. Люди с более низким социально-экономическим статусом более подвержены риску, который увеличивается пропорционально с такими факторами как курение, физическая бездеятельность и плохое питание. Более низкий социально-экономический статус связан с меньшим доступом к медицинским услугам, ограничением в профилактических и лечебных услугах.

В силу того, что легкие и другие органы дыхания находятся на границе раздела двух сред внутренней среды организма и внешней они постоянно оказываются подверженными неблагоприятному влиянию вредных веществ, загрязняющих атмосферный воздух. При анализе частоты рака легких и бронхов среди городского и сельского населения необходимо также отметить существование определенных различий. Среди мужской части население в течение двадцатого века наблюдалась неравномерность заболеваемости среди городского и сельского населения. Но в настоящее время эта неравномерность сгладилась и заболеваемость среди мужского населения города и сельской местности примерно одинакова. Среди женского населения в последнее время заболеваемость среди городского женского населения увеличивается по сравнению с аналогичным населением сельской местности.

Все заболевания, связанные с асбестом, имеют длительный латентный период со времени первоначального воздействия вещества до развития болезни. За данный период принимают срок от 15 до 35 лет. Этот срок зависит от уровня риска и сопутствующих канцерогенных веществ. Доказано, что органами-мишенями для возникновения злокачественных новообразований под воздействием пыли асбеста являются органы дыхания (гортань, бронхи и легкое, плевра). Асбест является как индуцирующим, так и промотирующим канцерогенным агентом. Обладая собственными канцерогенными свойствами, он усиливает канцерогенность других факторов (диоксида кремния, курения и прочих). Асбесты, относясь к эпигенетическим канцерогенам (не вызывающим прямого мутационного повреждения ДНК клеток-мишеней), обладают уникальной способностью повреждать геном клетки. Между индукцией неопластической трансформации в органах-мишенях и дозой ингаляционного поступившего асбеста существует четкая линейная закономерность [3].

При этом механизмы канцерогенного действия волокон асбеста ассоциируются с образованием в органах-мишенях активных форм кислорода двумя путями:

– первый – под влиянием  $Fe^{2+}$ , содержащегося в большом количестве в волокнах амфиболовых асбестов (амозит, антифилит, актинолит, крокидолит – содержание  $FeO/Fe_2O_3$  – 34,0–44,0 %) и в небольшом количестве в асбестах-серпентинах (хризотил-асбесте – 0,3–4,0 %), кислород восстанавливается до супероксида с последующей дисмутацией до перекиси водорода с образованием гидроксирадикала;

– второй – фагоциты активизируются (повреждаются) асбестовыми волокнами длиной более 10 мкм («длинные волокна»), что ведет к продукции в них активных форм кислорода («оксидантный стресс»), который в последующем попадает в клетки-мишени. Образовавшиеся активные формы кислорода вызывают прямое повреждение ДНК клеток органов-мишеней путем окисления гуанина с образованием 8-гидроксигуанина, который становится инициатором неопластической трансформации.

Кроме того, асбесты обладают способностью прямого физического повреждения клеток органов-мишеней – проникая в клетку-мишень волокна длиной до 10 мкм («короткие волокна»), вызывают: повреждение веретена деления при митозе, фрагментацию хромосом, с образованием микроядер, прилипание волокон к хромосомам.

Воздействие радона является второй по значимости причиной развития рака легких и риск его возникновения значительно выше у курильщиков, чем у некурящих. Потенциально опасными, оказывающими основное воздействие на организм человека, источниками радона и продуктов его распада являются почва и горные породы, строительные материалы, воздух и вода. Почва и горные породы являются как непосредственными источниками радона, так и природными материалами, которые используются в строительстве (песок, глина, гранит, ил). Применяемые в ряде случаев в строительстве радиоактивные строительные материалы являются, как правило, побочной продукцией, технологическими отходами (фосфогипс, доменный шлак, алюмосиликатный кирпич, зольная пыль). Использование некоторых из них в настоящее время запрещено из-за относительно высокого содержания радиоактивных элементов. Из строительных материалов наименьшей удельной активностью обладает древесина (ниже 1 Бк/кг); активность бетона в зависимости от исходных компонентов (песок и цемент) в 30–50 раз выше [5].

Биологические эффекты радиации заключаются в нарушении генома, который ведет к новообразованиям в легких и наследственным болезням. Альфа-частицы способны вызвать серьезные повреждения ДНК путем прямого попадания в ДНК. Данные также показывают, что травма ДНК может быть вызвана активными формами кислорода (АФК), которые образуются в цитоплазме, а затем добираются до ядер. При непосредственно воздействии клетка посылает сигнал в окружающие клетки, что приводит к повреждению и способствует генезису опухоли. Этот эффект более заметный при низких дозах. Эти дозы ведут к повышению вероятности рака в ряде других органов. Радиоактивные изотопы полония (дочерний продукт распада радона) «обстреливают» альфа-частицами поверхность легких и обуславливают свыше 97 % дозы, связанной с радоном. Основной медико-биологический эффект радона высоких концентраций – рак легких. На тканевом уровне радон и продукты и его полураспада вызывает микро ожог ткани, поскольку практически все  $\alpha$ -частицы поглощаются в месте поражения.

Сильный синергизм между воздействием радона и курением в качестве факторов риска является одним из важнейших аспектов взаимоотношений между радоном и раком легких. Синергизм может объясняться тем, что канцерогены из табачного дыма и радиоактивных альфа-частиц могут действовать совместно или на разных стадиях канцерогенного пути [6].

Курение безусловно является основным этиологическим фактором в развитии рака лёгких и бронхов. По оценкам ВОЗ, около 90 % смертей мужчин от рака легких и 75–80 % случаев смерти женщин от рака легких во всём мире каждый год вызваны курением. Это связано с канцерогенным действием табачного дыма. Основная часть дыма (по некоторым расчетам до 95 %) состоит из газов, таких как углекислый газ, азот и кислород. В экспериментах, были отделена паровая фаза и её компоненты отделяются от фазы твердых частиц с помощью фильтра из стекловолокна. Фаза частиц содержит по меньшей мере 3500 соединений и большинство канцерогенов. К токсичным веществам табачного дыма прежде всего относят поли ароматические углеводороды, в том числе бензопирен (БП), 2-толуидин, 2-нафтиламин, 4-аминобифенил; металлы– никель, полоний-210 и ряд N-нитрозосоединений.

Целый ряд клинических и статистических работ также подтверждают значение курения табака как важного этиологического фактора в развитии рака лёгкого, при этом большое значение имеет курение сигарет. Это обосновывается тем, что при курении сигар курящий меньше вдыхает табачный дым, а больше выпускает его изо рта, в то время как при курении сигареты курящие вдыхают почти весь дым и таким образом подвергают воздействию табачного дыма весь респираторный аппарат и в первую очередь слизистые оболочки бронхиального дерева. Это положение подкрепляется статистическими данными, которые показывают, что рак лёгкого значительно чаще встречается у курящих сигареты, чем у курящих сигары, в то время как рак полости рта чаще встречается у курящих сигары [7].

Табачный дым также оказывает негативное влияние на слизистую оболочку бронхов. Табачные яды впитываются слизистой оболочкой дыхательных путей и альвеол, разрушают их, способствуя действию радиоактивных и канцерогенных веществ, нарушая дренажные функции мерцательного эпителия, который покрывает дыхательные пути защищая их от пыли. Но при курении яды табачного дыма (аммиак, формальдегид, сероводород) отравляют слизистую оболочку, и у курильщиков реснички начинают двигаться в обратном направлении, способствуя засорению легких [1].

Размеры отдельных частичек, входящих в состав табачного дыма, менее одного микрона. Размеры частиц позволяет классифицировать их как наночастицы, и это означает, что они проникают в дыхательные пути свободно проходя, альвеола-капиллярную мембрану. Кроме того реактивные формы альдегидов и хинонов играют ведущую роль в формировании окислительного стресса. Табачный дым вызывает не только острое повреждение легочной ткани, но и является непосредственной причиной воспалительного процесса.

Основная гипотеза, что такие компоненты табачного дыма как различные смолы и формальдегид, вызывает рак, повреждая нашу ДНК, в том числе ключевых гены, которые контролируют процесс роста и деления клеток. Второй патогенный эффект табачного дыма: воспаления. Воспаление является частью реакции иммунной системы на болезнь или повреждение тканей. На этом месте образовывается скопление белых кровяных клеток, гормонов и других веществ, которые попадают в пострадавший район для борьбы с инородными частицами, пытаясь удалить мертвые или поврежденные клетки. Процесс имеет важное значение для заживления ран и восстановления поврежденных тканей. Но это также может быть движущей силой для рака.

Металл и его канцерогенность зависит от валентного состояния и аниона; они плохо определены во многих аналитических исследованиях табачного дыма. Таким образом, хоть некоторые металлы являются эффективными легочными канцерогенами, роль металлов в табачном дыме индуцированного рака легкого является не доказанной. Уровень полония-210 в табачном дыме не является достаточно великой, чтобы существенно повлиять на рак легких у курильщиков [6].

При исследовании взаимосвязи рака легких и курения было обнаружено то, что не у все курильщиков развивается рак легких. Рак легких и бронхов имеет мультифакторную природу, в его патогенезе важную роль наряду с онкогенами и генами опухолевой супрессии играют так называемые гены-модификаторы, эффект которых во многом определяется средовыми факторами. Особый интерес среди них представляют гены, ответственные за биотрансформацию поступающих в организм чужеродных веществ (химических, биологических, лекарственных средств). Способность адаптироваться к повреждающим внешним факторам определяется генетически запрограммированной системой биотрансформации индивидуума [2].

Решающую роль в детерминации онкологического риска играют особенности индивидуального генетического фона, складывающегося из множества взаимодействующих полиморфных аллелей, патологический эффект которых модифицируется экзогенными и эндогенными факторами (курение, этническая принадлежность, особенности образа жизни и т. д.). Канцерогены табачного дыма подвергаются в организме сложным метаболическим превращениям. Активация канцерогенов осуществляется ферментами семейства цитохромов [2].

Механизмы генетической предрасположенности:

1. Данный механизм связан с полиморфизмом генов регулирующих активность ферментов участвующих в метаболизме канцерогенов. Канцерогены, попадая в клетки дыхательного эпителия, подвергаются метаболической трансформации (I фаза биотрансформации ксенобиотиков) с участием многочисленных ферментов семейства цитохромов P-450 (CYPs) и ферментов нецитохромного окисления. Ключевую роль в метаболизме полициклических ароматических углеводородов дыма играют – CYP2A1 и CYP2B1, а в метаболизме нитрозаминов – CYP2A6 и CYP2E1. Образующиеся активные метаболиты взаимодействуют с клеточной ДНК, формируя разнообразные ДНК-аддукты и индуцируя мутации. Нейтрализация этих активных метаболитов происходит о II фазе биотрансформации с участием глутатионтрансфераз (GSTM1, GSTM3, GSTT1), ацетилтрансфераз и других ферментов. Активность ферментов обеих фаз биотрансформации определяется соответствующими генами, и нарушение баланса процессов активации и нейтрализации химических канцерогенов снижает эффективность детоксикации и, соответственно, резистентность клеток к воздействию этих канцерогенов.

2. Данный механизм обусловлен нарушениями в системе репарации повреждений ДНК, вызванных табачными и другими канцерогенами. Эти повреждения ДНК носят разнообразный характер и требуют для устранения задействования различных путей репарации. Образовавшиеся ДНК-аддукты устраняются, главным образом, эксцизионной репарацией нуклеотидов (NER). Система NER включает около 39 белков, участвующих в распознавании повреждений ДНК, вырезании поврежденного участка, лигировании и ресинтезе ДНК. Эти белки кодируются несколькими генами, центральными из которых являются XPA, ERCC1, ERCC2/XPD, ERCC4/XPF и ERCC5/XPG. Полиморфизм аллели генов, вовлеченных в репарацию ДНК, могут сопровождаться снижением активности системы репарации и приводить к накоплению генетических мутаций в соматических клетках, которые затем вовлекаются в процесс канцерогенеза [4].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Андреева, Т. И.* Табак и здоровье / Т. И. Андреева, К. С. Красовский. – Киев, 2004. – С. 81–98.
2. *Бурденный, А. М.* Ассоциация полиморфных маркеров генов биотрансформации ксенобиотиков с риском развития немелкоклеточного рака легкого у русских московского региона / А. М. Бурденный [и др]. // Сибирский онкологический журнал- 2012 - Приложение №1 – С. 31–33
3. *Варивончик, Д. В.* Изучение заболеваемости раком и канцерогенных рисков среди работников асбестоцементного производства в Украине / Д. В. Вариончик // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 4. – С. 18–22.
4. *Курчин, В. П.* Молекулярно-генетические аспекты предрасположенности к раку легкого / В. П. Курчин [и др] // Онкологический журнал. – 2015. – № 1. – С. 107–111.



5. *Мирончик, А. Ф.* Естественные радиоактивные вещества в атмосфере и воздухе жилых помещений Республики Беларусь / А. Ф. Мирончик // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2007. – № 4. – С. 162–173.
6. *Шабад, Л. М.* Бластомогенные вещества в окружающей среде и принципы профилактики / Л. М. Шабад // VIII Международный противораковый конгресс. – Москва-Ленинград, 1963. – Т. 2. – 563 с.
7. *Higginson, J.* Cancer etiology and prevention / J. Higginson // New York : Acad.Press, 2005. – P. 385–398.
8. *Tarshen K. Sethi.* Radon and Lung Cancer / Tarshen K. Sethi, MD, Moataz N. El-Ghamry, MD, and Goetz H. Kloecker, MD, MSPH - New York : Acad.Press, 2000. – P. 380–383.

## ПСИХОБИОТИКИ – НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ

### PSIHOBIOTICS ARE A NEW DIRECTION IN PHARMACEUTICAL BIOTECHNOLOGY

***Е. В. Жук, Л. В. Капрельянц***  
***E. Zhuk, L. Kaprelyants***

*Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса, Украина*  
*zhukelena1982@gmail.com*  
*Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine*

Микробиом кишечника человека включает все микроорганизмы, обитающие в кишечном тракте. Одно из исследований показало, что мыши, выращенные в стерильной среде, проявляли чрезмерные физиологические реакции на стресс по сравнению с нормальным контролем. Это открытие выявило причастность микробиома к разработке оси «мозг–кишечник–микробиота». С тех пор было установлено, что кишечные бактерии участвуют в регуляции разнообразных и важных физиологических процессов, включая иммуномодуляцию, ожирение и энергетический баланс, а также деятельность нервной системы. Таким образом, можно определить, что психобиотики – это полезные бактерии (пробиотики) со свойствами психотропных препаратов.

The human intestinal microbiome includes all microorganisms inhabiting the intestinal tract. One study showed that mice raised in a sterile environment exhibited excessive physiological responses to stress compared to normal control. This discovery revealed the involvement of the microbiome in the development of «The Brain – Gut – Microbiota Axis». Since then, it has been revealed that intestinal bacteria are involved in the regulation of diverse and important physiological processes, including immunomodulation, obesity and energy balance, as well as the activity of the nervous system. Thus, it can be determined that psychobiotics are beneficial bacteria (probiotics) with the properties of psychotropic drugs.

*Ключевые слова:* психобиотик, микробиота, ось «микробиота – кишечник – мозг», микробиом, пробиотик.

*Keywords:* psychobiotic, microbiota, «The Brain – Gut – Microbiota Axis», microbiome, probiotic.

Одной из задач в направлении развития современных систем диагностики нарушений психического здоровья является поиск и идентификация новых объективных биомаркеров для оказания помощи в установлении диагноза, прогноза или клинической реакции на лечение психических дисфункций.

Именно поэтому психиатрия обратила внимание на несколько нетрадиционные области влияния развития заболеваний, в том числе на микробиотику (изучение микробиоматериалов).

Традиционно основными функциями микробиоты является поддержание гомеостаза внутренней среды, метаболический обмен и иммуномодулирующие функции [3].

В условиях оптимальной работы альянса иммунной системы и микробиоты позволяет индуцировать защитные реакции на патогены и поддерживать регуляторные пути толерантности к безвредным антигенам [3]. При этом закономерности, устанавливаемые при изучении взаимосвязей микробиоты и иммунной системы организма человека в целом, распространяются и на область исследования нервной системы и психики.

Следует подчеркнуть, что в последние годы приоритеты в исследовании микробиоты человека (с явным акцентом на изучение микробиоты ЖКТ) проявились в виде так называемой оси «мозг–кишечник–микробиота» («The Brain–Gut–Microbiota Axis»). Выделение этого специфического направления позволяет исследователям выявить определенные группы микроорганизмов, которые за счет вторичных метаболитов (маркеров), влияют определенным образом на психическое поведение человека. Эти группы микроорганизмов-психобиотиков, за счет результатов фундаментальных медико-биологических исследований нашли свое дальнейшее практическое развитие, а практическая медицина начала использовать термин «второй мозг» и сформировала новую отрасль – нейрогастроэнтерология

Полученные данные экспертных исследований *in vivo* позволили сделать выводы относительно будущего внедрения в лечебную практику психобиотических препаратов [1]. Существует убеждение, что ось «мозг–кишечник–

микробиота» является тем самым новым подходом к состоянию психического здоровья на грани биологической психиатрии и постгеномной медицины. Есть данные, свидетельствующие о том, что психобиотики могут быть полезными в лечении некоторых пациентов с психическими расстройствами. Например, прием коктейля пробиотиков приводит к изменению мозговой активности, контролируемой функциональной МРТ и контролем электрофизиологической активности. Механизмы передачи сигналов в оси «мозг–кишечник–микробиота» включают двунаправленные коммуникации, позволяющие микробиому кишечника связываться с мозгом и наоборот – головному мозгу коммуницировать с микробиотой [4].

Таким образом, был определен термин «психобиотики» как живые микроорганизмы, которые при приеме внутрь в адекватных количествах вызывают улучшение психического состояния пациента, страдающего от психиатрического заболевания.

В другой своей публикации авторы, основываясь на исследованиях, описывают влияние микробиоты на стрессовые реакции и когнитивное функционирование. Поэтому манипуляции кишечной микробиотой с помощью психобиотиков может быть новым подходом к изменению функции мозга и лечению психических расстройств, таких, например, как депрессия и аутизм [4]. Из обобщенных данных южнокорейских ученых следует, что многие психоневрологические нарушения (в частности аутизм, депрессия, тревога, шизофрения) связаны с изменениями в микробиоме, экзогенной пребиотикой, антибиотиками или пробиотиками, или смоделированы ими [5].

Во многих исследованиях обнаружена дисрегуляция в качественном составе микробиоты кишечника в случае некоторых психологических дисфункций.

Поэтому использование в профилактике, лечении психических расстройств, реабилитации и общего психического состояния человека в последние годы наблюдается развитие исследований, связанных с коррекцией микробиома за счет целенаправленного сбалансирования его пробиотическими микроорганизмами.

Ранее, при применении синтетических нейролептиков, считалось, что развитие антипсихотического эффекта невозможно без появления экстрапирамидных расстройств и терапевтический эффект можно соотносить и измерять по выраженности этих неврологических побочных действий. Некоторыми авторами отмечается, что значительный риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний, риск инфаркта миокарда и инсульта при приеме антипсихотиков объясняется, в частности, их влиянием на липидный обмен при высокой врачебной нагрузке [2]. Используя имеющиеся научные данные на сегодняшний день может быть получен безвредный психобиотический препарат, который сможет конкурировать с синтетическими нейролептиками.

Микроорганизмы, находясь в симбиозе с ЖКТ человека, продуцируют большое количество веществ, которые крайне важны для нормального функционирования организма в целом, в частности  $\gamma$ -аминомасляную кислоту (ГАМК). ГАМК выполняет в организме функцию ингибирующего медиатора центральной нервной системы.

При выбросе ГАМК в синаптическую щель происходит активация ионных каналов ГАМК<sub>A</sub>- и ГАМК<sub>B</sub>-рецепторов, что приводит к подавлению нервного импульса. Лиганды рецепторов ГАМК рассматриваются как потенциальные средства для лечения различных расстройств психики и центральной нервной системы. Это одна из самых распространенных сигнальных молекул в нервной системе, контролирующая отделы головного мозга, отвечающие за эмоции и лимбическую систему. Действие многих успокоительных препаратов (Валиум, Ксанакс и Клонопин) нацелены на ту же систему сигнализации, имитируя действие ГАМК.

Литературные источники и наши собственные исследования показали, что самыми активными продуцентами ГАМК являются бактерии родов *Lactobacillus* и *Bifidobacterium*. Они являются постоянными жителями кишечника, присутствуют в большинстве молочнокислых продуктов и имеют богатый потенциал для выработки необходимого количества ГАМК. В нашей лаборатории создан синбиотический комплекс бактерий *Lactobacillus* и *Bifidobacterium* путем скрининга микроорганизмов ферментированных украинских продуктов.

Результаты предыдущих исследований показали, что отобранные штаммы микроорганизмов производят определенное количество ГАМК (45–115 мг / кг). Но следует подчеркнуть, что на выход ГАМК при культивировании влияет ряд факторов: состав питательной среды, условия хранения, количественный состав и др.

Продолжаются исследования процессов метаболизма глутаминовой кислоты в ГАМК при участии фермента глутамат-декарбоксилазы и условий ферментации микроорганизмов.

Для идентификации ГАМК в культуральной жидкости используется метод тонкослойной хроматографии и высокоэффективной жидкостной хроматографии. Для измерения количества – метод двухмерного сканирования пластинок на денситометре.

Таким образом, отобраны штаммы микроорганизмов-продуцентов ГАМК, разработаны питательные среды для выращивания выбранных штаммов микроорганизмов с использованием метаболического стимулятора роста, адаптированы методы определения ГАМК в культуральной жидкости, современными хроматографическими методами идентифицирована ГАМК.

Весьма вероятно, что пробиотики полностью не заменят химические препараты, однако есть все основания надеяться, что благодаря им сфера применения опасных психотропных средств может сильно сократиться.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алчуджян, Н. Х., Агабабова, А. А., Мовсесян, Н. О., Оганнисян, М. Р., Акопян, А. М., Мовсесян, О. А., Геворкян, Г. А. Модулирующее влияние коктейля селективных штаммов пробиотиков на внутриклеточные метаболические сдвиги в динамике дексамфетамин-индуцированного биполярного расстройства / Н. Х. Алчуджян и др. // Биологический журнал Армении. – 2017. – Т. 1. – С. 69.

2. Рыбакова, С. В. Влияние психотропных средств на липидный обмен и исходы сердечно-сосудистых заболеваний у психически больных (клинико-экспериментальное исследование): автореф. дис. на получение науч. степени канд. мед. наук: 14.00.25: защита 17.10.2008 / С. В. Рыбакова науч. рук. Л. Е. Зиганшина. – Казань: ООО «Тайп», 2008. – 15–18 с.

3. Belkaid, Y., Timothy, W. Hand Role of the Microbiota in Immunity and Inflammation. Cell. 2014. Mar 27; 157 (1): 121 – 141. DOI: 10.1016/j. cell. 2014.03.011.

4. Dinan T. G., Cryan J. F. Brain – Gut – Microbiota Axis and Mental Health. Psychosom Med. 2017 Aug 11. DOI: 10.1097/ PSY. 0000000000000519.

5. Kim, Y. K., Shin, C. The Microbiota–Gut–Brain Axis in Neuropsychiatric Disorders: Pathophysiological Mechanisms and Novel Treatments. // Current Neuropharmacology. 2017. Sep 15. DOI: 10. 2174/ 1570159X15666170915141036.

## БИОКОНВЕРСИЯ ОТРУБЕЙ В ПИЩЕВЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ДОБАВКИ

### BIOCONVERSION OF BRANS INTO FOOD BIOLOGICALLY ACTIVE ADDITIVES

**Л. В. Капрельянц, Н. Г. Бужилов, Л. Г. Пожиткова**  
**L. Kaprelyants, N. Buzhylov, L. Pozhitkova**

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса, Украина  
buzhylovnic@ukr.net  
Odessa national academy of food technologies, Odessa, Ukraine

Приведены результаты исследований по разделению пшеничных отрубей на фракции методом механического отсева, определен биохимический состав отдельных фракций. Изучена возможность их использования в качестве сырья при производстве функциональных продуктов и ингредиентов. Научно обосновано использование пшеничных отрубей в качестве специфической среды для культивирования лактобактерий и бифидобактерий. Установлено влияние определенных дисперсных фракций на накопление пробиотических микроорганизмов *Bifidobacterium bifidum*, *Lactobacillus acidophilus*. Изучение процесса культивирования показало, что они хорошо потребляют питательные вещества экстрактов и накапливают до  $4,6 \times 10^8$  КОЕ/см<sup>3</sup> лактобактерий и  $3,5 \times 10^{10}$  КОЕ/см<sup>3</sup> бифидобактерий.

In this paper, studies on the separation of wheat bran into fractions by sieving have been conducted, the biochemical composition of various fractions has been determined. The possibility of their use as a raw material in the production of functional products and ingredients has been studied. Scientifically reasonable usage of wheat bran as a specific medium for the cultivation of lactobacilli and bifidobacteria was found. The influence of individual dispersed (fractions) on the accumulation of microorganisms *Bifidobacterium bifidum*, *Lactobacillus acidophilus* has been established. Studying the cultivation process showed that they consume nutrients of extracts well and accumulate  $4,6 \times 10^8$  CFU / cm<sup>3</sup> of lactobacillus and  $3,5 \times 10^{10}$  °CFU / cm<sup>3</sup> of bifidobacteria.

*Ключевые слова:* пшеничные отруби, пребиотики, пробиотики, *Bifidobacterium bifidum*, *Lactobacillus acidophilus*, функциональные пищевые ингредиенты.

*Keywords:* wheat bran, prebiotics, probiotics, *Bifidobacterium bifidum*, *Lactobacillus acidophilus*, functional food ingredients.

Важнейшей и актуальной задачей каждого государства является сохранение здоровья и трудоспособности своего населения, увеличение продолжительности и улучшение качества жизни своих граждан. В соответствии с концепцией государственной политики Украины в области питания, в настоящее время основным приоритетом является создание и разработка технологий получения функциональных пищевых ингредиентов, способных оказывать благоприятные эффекты на физиологические функции и биохимические реакции организма человека, путем оптимизации его микробиологического статуса.

Актуальность такой стратегии в области питания обусловлена объективными причинами, в частности ухудшающимися экологическими условиями жизни, изменением качества потребляемой пищи, применением различных фармакологических препаратов, стрессовые ситуации и нарушение режима питания прямо или косвенно влияют на нормальную микробиоту, вызывая необходимость проводить коррекцию аутобиоты разнообразными формами функциональных пищевых ингредиентов, обладающих про- и пребиотическими свойствами.

Употребление физиологически функциональных пищевых ингредиентов способствует активизации и проявлению собственных защитных ресурсов организма человека, а так же служит эффективной защитой организма от негативного биологического и техногенного воздействия окружающей среды [1].

На современном этапе развития пищевой науки важная роль отводится исследованиям, направленным на предотвращение микробиологических нарушений желудочно-кишечного тракта путем использования функциональных пищевых ингредиентов. К основным функциональным ингредиентам относят: витамины, минеральные вещества, гликозиды, полиненасыщенные жирные кислоты, пищевые волокна, аминокислоты и пептиды, ферменты, антиоксиданты, пробиотические микроорганизмы и пребиотические вещества [2].

Согласно современным тенденциям, пробиотики и пребиотики рассматриваются как новое и перспективное направление пищевой промышленности, которое в ближайшие годы, частично вытеснит существующие лекарственные препараты и тем самым даст возможность решить проблему здоровой микробной экологии человека [3].

Пробиотические микроорганизмы способны синтезировать биологически активные метаболиты, которые оказывают положительный эффект на микробиом желудочно-кишечного тракта, подавляя жизнедеятельность многих патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, а так же стимулируют деятельность иммунной системы. Однако для более выраженного полезного воздействия на организм человека пробиотические препараты используют одновременно с пребиотиками. Пребиотические компоненты в свою очередь не способны к перевариванию, улучшают здоровье потребителя путем выборочной стимуляции роста и активности полезной микрофлоры кишечника [4].

Одновременно с этим в пищевой промышленности, большое внимание уделяется вопросам, которые связаны с изменением существующих технологий с целью повышения эффективности комплексной переработки сырья и увеличения выпуска высококачественных продуктов и ингредиентов питания с минимальным количеством отходов.

Широкий спектр биологически активных нутриентов, используемых для производства функциональных продуктов питания, представлен в побочном продукте мукомольного производства – отрубях, они обладают низкой стоимостью и практически безграничным ресурсом. Целесообразность их использования обусловлено строением и свойствами компонентов его биополимерного состава и определяющих перспективность использования как функционального продукта с пребиотическими свойствами и носителя пробиотических микроорганизмов [5].

Цель исследования – научное обоснование и разработка метода культивирования лакто- и бифидобактерий на специфической среде, а так же влияния отдельных дисперсных фракций пшеничных отрубей на накопление микроорганизмов *Bifidobacterium bifidum*, *Lactobacillus acidophilus*.

Для реализации поставленной цели на первом этапе исследований проводили рассев пшеничных отрубей трех образцов, просеиванием через набор стандартных сит с отверстиями разных размеров (от 1,64 мкм до 0,15 мкм). Образец 1 – был предоставлен ТОВ Мукомольный завод Грейн Милл, 2 – ОАО Одеспешкомбинат, 3 – ООО, София. Все пробы отсеивали сухим способом, это позволило нам выбрать оптимальный образец пшеничных отрубей, в котором наблюдается максимальный выход фракций при различном размере ячеек сита (рис. 1).

Установлено, что отруби разных фракций различаются друг от друга размером частиц и зольностью, но имеют одинаковые показатели: влажности, содержания минеральных примесей, тяжелых металлов и пестицидов. Зольность пшеничных отрубей размером 1,64 мкм составляет 4,7–5,5 % а наименьшей фракции 2,8–3,3 %. Дальнейшие исследования проводились с образцом № 3 в котором наибольший выход всех фракций и составляет ~ 70 % от общей массы пшеничных отрубей.

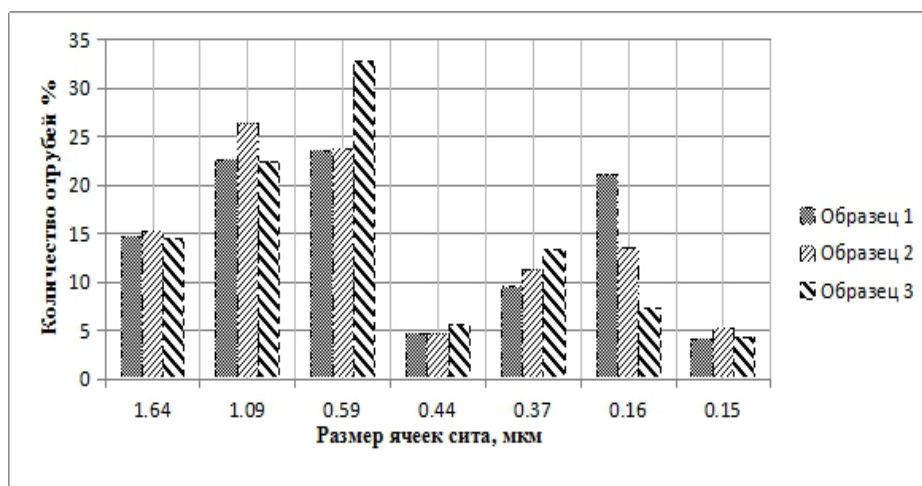


Рисунок 1 – Количество фракций пшеничных отрубей в зависимости от размера ячеек

Для подтверждения целесообразности выбора носителя для пробиотических микроорганизмов нами был изучен химический состав всех фракций образца №3 который показал что, все они характеризовались значительным содержанием: белка – 16–18 %, липидов – 2,8–3,6 %, крахмала – 15–26 %, клетчатки – 7–8,3 %, и 30–35 % полисахаридов, которые способны обеспечить жизнедеятельность микроорганизмов, непосредственным вмешательством в метаболическую активность бактерий, селективно увеличивая их рост и являясь для них пищей.

Кроме того, сортирование отрубей на фракции с различным размером частиц, при дальнейшей их обработке и раздельном культивировании позволяет улучшить накопление биомассы пробиотических микроорганизмов в образцах, благодаря более равномерному их увлажнению и температурному воздействию.

Для установления способности лакто- и бифидобактерий к культивированию на нетрадиционном для этого сырье, существует необходимость в первоначальном исследовании влияния носителя на репродуктивность клеток в его присутствии.

Это обусловлено вероятностью ингибирования их развития за счет неравномерного перераспределения микроорганизмов в субстрате или неспособностью к ферментативному катализу во время усвоения питательных компонентов растительного субстрата. На основании этого, нами была исследована зависимость накопления *Bifidobacterium bifidum*, *Lactobacillus acidophilus* на субстратах различных фракций пшеничных отрубей (рис. 2).

На начальном этапе нами проводилась пропитка образца №3 субстратом молочной сыворотки, при гидромодуле 1:10 с последующим перемешиванием образованной смеси и последующим внесением инокулята заквасочных культур. В качестве культур микроорганизмов использовали *Bifidobacterium bifidum*, *Lactobacillus acidophilus* из коллекции микроорганизмов кафедры биохимии, микробиологии и физиологии питания ОНАПТ.

Оптимальная температура для развития *Bifidobacterium bifidum*,  $37\pm 1$  °С, культивирование проводилось в течение 48 ч при периодическом перемешивании. Одновременно с бифидобактериями проводилось культивирование *Lactobacillus acidophilus* при температуре  $37\pm 1$  °С в течение 24 ч, соответственно.

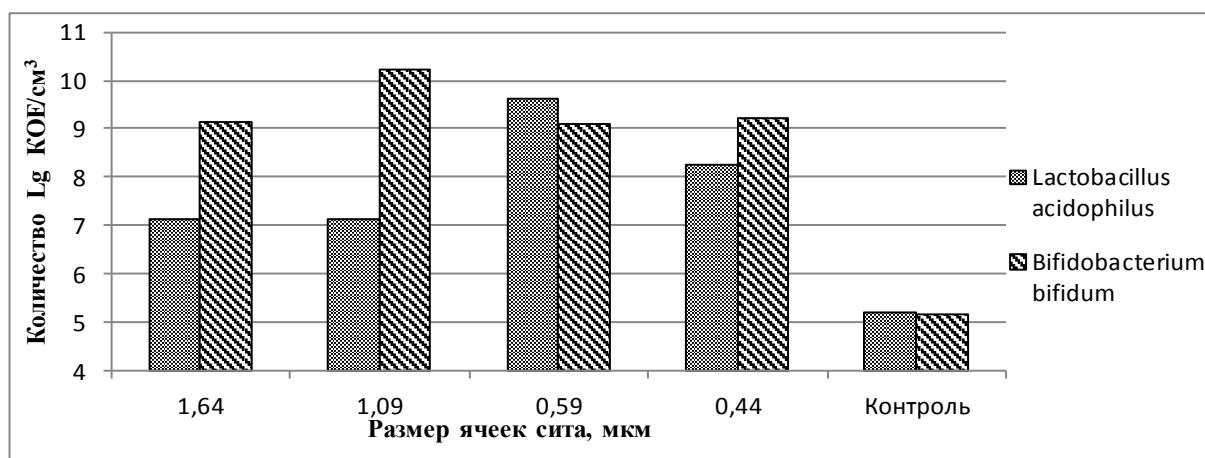


Рисунок 2 – Накопление биомассы пробиотических микроорганизмов

Как показывают результаты исследований, адаптация микроорганизмов в субстрате с пшеничными отрубями различных фракций, значительно отличается по сравнению с контрольным образцом. Установлено, что наибольшее количество *Bifidobacterium bifidum*, накопилось в образце с размером ячеек 1,09 мкм, и составило  $3,5 \times 10^{10}$  КОЕ/см<sup>3</sup>. Последующего повышения жизнедеятельности бифидобактерий при увеличении продолжительности культивирования не наблюдалось. Стимулирование активности бифидобактерии произошло за счет дополнительного источника соединений углеводной природы предоставленных субстратом.

При культивировании *Lactobacillus acidophilus* после 24 ч проведения процесса наблюдалось значительное увеличение степени размещения микроорганизмов на носителе с дисперсионным составом частиц пшеничных отрубей 0,59 мм, и составило  $4,6 \times 10^9$  КОЕ/см<sup>3</sup>, в то время как в контрольном образце количество лактобактерий было  $1,3 \times 10^5$  КОЕ/см<sup>3</sup>

**Выводы** Изменение биологической активности *Bifidobacterium* и *Lactobacillus*, вероятно, вызвано способностью клеток синтезирующих α-галактозидазу, к утилизации глюкозы, мальтозы, сахарозы, лактозы и фруктозы, то есть тех компонентов которые входят в состав с субстратов выбранных для культивирования клеток. Пшеничные отруби обеспечивают дополнительное пространство для накопления микроорганизмов. Применение в совокупности субстрата молочной сыворотки и пшеничных отрубей спровоцировало увеличение ростовых характеристик *Lactobacillus acidophilus* и *Bifidobacterium bifidum*, и в дальнейшем способно к сбиванию микрофлорой кишечника.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Капрельяни, Л. В. Пребиотики: химия, технология, применение. – Киев: Принт, 2015. – 252 с.
2. Sullivan, A. The place of probiotic in human intestinal infections / Sullivan A., Nord C. // Intern J. of Antimicrobial Agents. – 2002. – № 20. – P. 313–319.
3. Крищенко, О. В. Мікробіологічні аспекти пробіотичних препаратів / О. В. Крищенко, Т. В. Скляр, А. І. Вінніков // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2010. – Т. 2, вип. 18. – С. 25–33.
4. Effect of a multispecies probiotic supplement on quantity of irritable bowel syndrome-related intestinal microbial phylotypes / Lyra A. et al. // BMC Gastroenterol. – 2010. – Vol. 10. – P. 110–115.
5. Production Of functional probiotic, prebiotic and synbiotic ice creams / Di Criscio T. et al. // J. Dairy Sci. – 2010. – Vol. 93. – № 10. – P. 4555–4564.



# МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТА В РАЙОНЕ БЕЛОРУССКОЙ АЭС: ГОЛОЛЕДО- И ТУМАНООБРАЗОВАНИЕ

## MODELING OF MICROCLIMATE FORMATION PROCESSES IN THE AREA OF BELARUSIAN NPP: ICING AND FOGGING

*М. Л. Михайлюк<sup>1</sup>, Т. В. Михайлюк<sup>1,2</sup>, А. Г. Трифонов<sup>1</sup>*

*M. Mikhailiuk<sup>1</sup>, T. Mikhailiuk<sup>1,2</sup>, A. Trifonov<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны,  
г. Минск, Республика Беларусь*

<sup>2</sup>*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
marinanixie@gmail.com*

<sup>1</sup>*The Joint Institute for Power and Nuclear Research – Sosny, Minsk, Republic of Belarus*

<sup>2</sup>*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

В работе рассмотрено влияние эксплуатации башенных испарительных градирен Белорусской АЭС на процессы формирования местного микроклимата. Проанализированы механизмы образования и условия возникновения таких природных явлений туманы и гололед. Выполнено математическое моделирование процессов динамики влажосодержащих выбросов из градирни с учетом влажосодержания окружающей среды и процессов гололедообразования. С целью определения и прогнозирования гололедных нагрузок на линии электропередач, приведен пример моделирования процесса обледенения: осаждение капель жидкости на поверхность провода, расчет толщины и формы слоя образовавшегося льда.

The paper considers the operating effect of the evaporative cooling towers of the Belarusian NPP on the formation of the local microclimate. The formation mechanisms and conditions for the occurrence of such natural phenomena of fogging and icing are analyzed. Mathematical modeling of the dynamics of moisture-containing emissions from the cooling tower was carried out taking into account the moisture content of the environment and the processes of icing. In order to determine and predict ice loads on power lines, an example of modeling the icing process is given: the deposition of liquid droplets on the surface of the wire, the calculation of the thickness and shape of the layer of ice formed.

*Ключевые слова:* башенные испарительные градирни, микроклимат АЭС, туманообразование, гололёдообразование, математическое моделирование, вычислительная гидродинамика.

*Keywords:* cooling vaporizing towers, NPP microclimate, fogging, icing, math modeling, computational fluid dynamics.

Работающая градирня выбрасывает в атмосферу нагретый до 35–45 °С насыщенный водяными парами воздух. С парами в атмосферу поступает примерно 95 % тепла, отводимого от охлаждаемого оборудования, а оставшаяся часть тепла отводится в водоисточники с продувочной водой. Паровоздушная струя, которая образуется в процессе работы градирни подымается на высоту до 150–300 м, постепенно перемешивается с окружающей атмосферой и распространяется в направлении ветра на 2–10 км. Когда происходит охлаждение паровоздушного факела, могут возникать условия для конденсации водяного пара в струе с высвобождением тепловой энергии. Сконденсировавшаяся влага распространяется в атмосфере в районе градирен и осаждается на почву, водную поверхность гидрологических объектов, а также близрасположенные сооружения.

При наличии в атмосферном воздухе газообразных примесей, выходящая из градирни, влага может с ними взаимодействовать и образовывать вредные для окружающей среды соединения. В каплях влаги могут содержаться ингибиторы коррозии, накипеобразования и химические реагенты для предотвращения биологических обрастаний, добавляемых в оборотную воду. Также одним из существенных факторов воздействия градирни на окружающую среду является влияние ее капельных выбросов на динамику распространения аэрозольных радиоактивных выбросов из вентиляционных труб.

В осенний и зимний период, при температуре воздуха от 0 до –15 °С за счет испарений из градирни, в районе предприятия может формироваться местный микроклимат, характеризующийся повышенной влажностью атмосферного воздуха и сопровождающийся такими природными явлениями, как туманы, морось, изморозь и гололед. Вследствие охлаждения теплого влажного воздуха при его движении над более холодной поверхностью суши и скопления в воздухе мельчайших продуктов конденсации водяного пара образуются туманы. Их интенсивность зависит от разности температур между воздухом и подстилающей поверхностью и от влажосодержания воздуха. Относительная влажность воздуха при туманах обычно близка к 100 %. Характерный радиус капель тумана

обычно колеблется от 1 до 60 мкм. Большинство капель имеет радиус 5–15 мкм при положительной температуре воздуха и 2–5 мкм при отрицательной температуре.

Переохлажденные капли воды при соприкосновении с поверхностью, имеющей отрицательную температуру, смерзаются и образуется гололед. Расчетную температуру воздуха при гололеде рекомендуется принимать равной  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  и считать ее расчетной температурой не только для времени образования осадка, но и для всего времени его существования. Гололед преимущественно (около 30 %) образуется при скорости ветра от 2 до 4 м/с.

Время замерзания переохлажденных капель воды различного размера, образующих отложения на каком-либо объекте, определяется температурой поверхности этого объекта и температурой воздуха, а также размером самих капель. Нарастание гололеда продолжается столько, сколько длятся переохлажденные осадки. Сохранение отложившегося гололеда может продолжаться несколько суток.

Гололедные отложения на воздушных линиях связи и электропередачи создают дополнительную весовую нагрузку на провода и опоры воздушных линий. Под воздействием гололедно-изморозевых отложений происходит скручивание, провисание, вибрация и обрывы проводов на воздушных линиях связи и электропередачи, иногда поломка опор. Гололед диаметром 20 мм и более является стихийным явлением и приводит к чрезвычайным ситуациям в секторе связи, энергетическом секторе и может стать причиной нарушения производственной деятельности АЭС.

Таким образом, прогнозирование тумано- и гололедообразования на территории площадки станции является актуальным вопросом в области обеспечения безопасности для работников станции и населения в случае возникновения внештатной ситуации на Белорусской АЭС.

В общем случае моделирование процессов тумано- и гололедообразования представляет собой решение задачи тепломассопереноса в многокомпонентной среде «воздух – пар – капельная влага» и задачи осаждения компонентов парогазовой смеси на поверхностях в пределах площадки АЭС.

На основании проведенного анализа ключевых моделей и методов исследования гололедообразования был разработан единый алгоритм, который позволяет провести моделирование процессов динамики влагосодержащих выбросов из градирни с учетом влагосодержания окружающей среды и процессов гололедообразования. Данный алгоритм включает следующие отдельные этапы: расчет процессов переноса дисперсной фазы, неразрывной фазы, вблизи дисперсной частицы, а также расчет процессов перехода дисперсной фазы в твердую поверхность.

Полная математическая модель, способная описать данные процессы представляет собой систему нелинейных дифференциальных уравнений, описывающих основные законы сохранения. Такая система включает уравнение неразрывности, уравнение количества движения (Навье–Стокса) и энергии. Для описания турбулентных течений применяется модель осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье–Стокса (RANS) и метод крупных вихрей LES.

Инструментом моделирования динамики технологических выбросов из градирни с учетом влагосодержания окружающей среды и обледенения поверхностей является COMSOL Multiphysic. С помощью встроенных функций модуля Теплопередача было получено распределение концентрации капель на площадке АЭС с учетом туманообразования. Для проведения тестовых расчетов были смоделированы градирня, технические здания и бассейны выдержки. В качестве исходных данных и граничных условий были приняты типичные параметры работы градирни АЭС с учетом метеоусловий характерных для данной территории в осенний период.

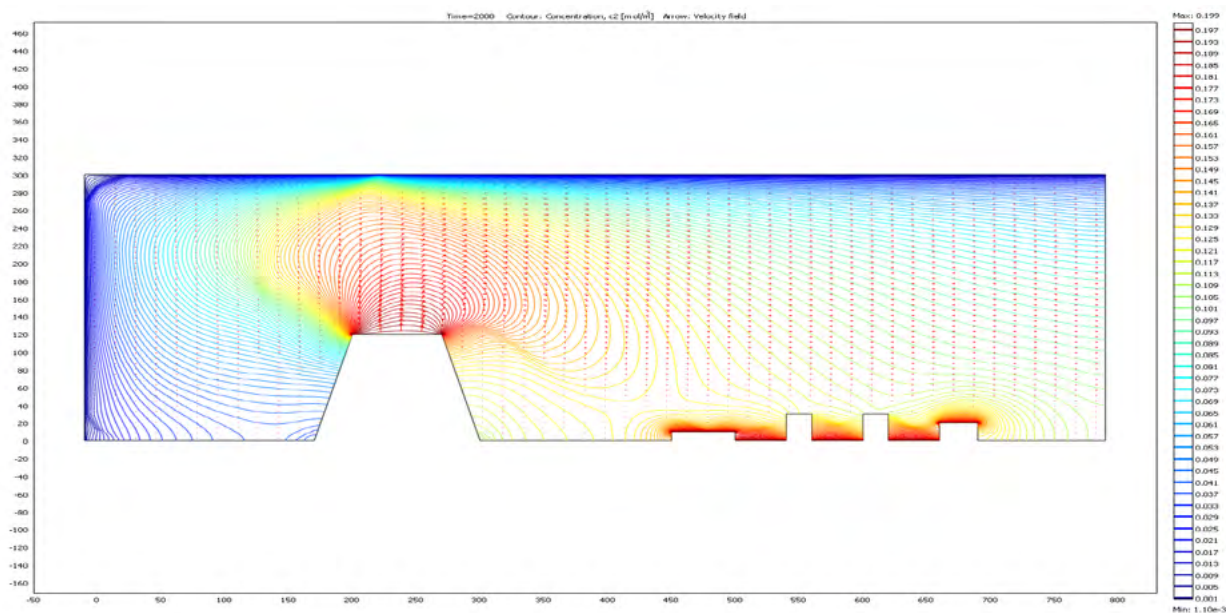


Рисунок 1 – Распределение концентрации пара на площадке БелАЭС с учетом туманообразования

Из полученных результатов следует, что при учете фазового перехода в условиях приведенного расчета происходит увеличение общего количества пара, причем наибольшая концентрация отмечена в зоне градирни и на существующих препятствиях (бассейн выдержки и технические здания). Если учесть фазовый переход, то в условиях нашего тестового расчета (температура наружного воздуха  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , температура на выходе из градирни  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) наблюдается следующий эффект: часть капель испаряется, переходит в пар и рассеивается, однако концентрация капель на препятствиях хотя и уменьшается, но менее значительно, чем в воздухе.

В качестве примера, иллюстрирующего возможности пакета COMSOL Multiphysic для решения задач обтекания тел, рассматривалась задача обтекания цилиндра потоком воздуха со скоростью  $U = 5\text{ м/с}$  и температурой  $T = -10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В качестве начальных данных использовались результаты полученные при расчете распределения концентрации пара на площадке.

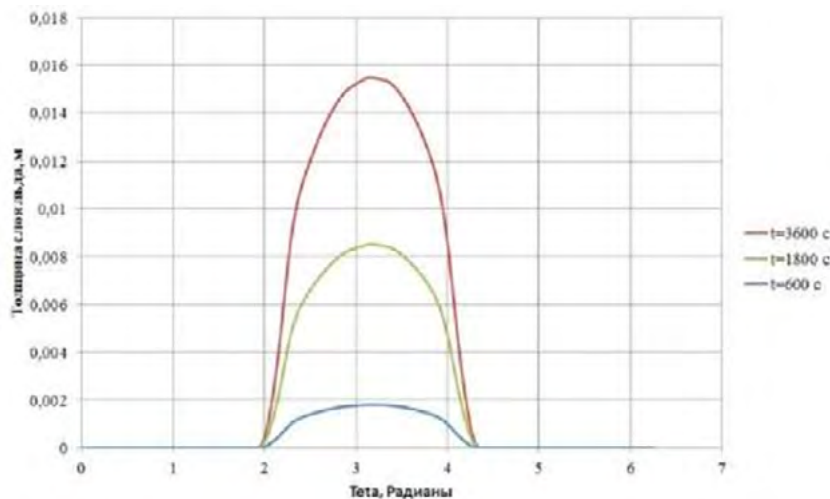


Рисунок 2 – Толщина слоя льда в различные моменты времени

Рис. 2 показывает распределение толщины слоя льда по поверхности цилиндра для различных моментов времени.

В результате проделанной работы были определены условия возникновения и механизмы образования гололедно-изморозевых отложений. В качестве примера были проведены тестовые расчеты распределения концентрации пара на площадке Белорусской АЭС с учетом эффекта туманообразования, а также проведено моделирование процесса нарастания льда на проводе линии электропередачи.

Направлением дальнейших исследований будет расчет процессов туманообразования на площадке АЭС в трехмерной области. А также проведение цикла расчетов по определению неблагоприятных погодных условий с точки зрения гололедообразования на территории площадки.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕНОСА И НАКОПЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ В ЗОНЕ НАБЛЮДЕНИЯ БЕЛОРУССКОЙ АЭС

### MODELING OF TRANSFER AND ACCUMULATION OF RADIONUCLIDES IN SURFACE WATER IN THE BELARUSIAN NPP OBSERVATION ZONE

**Т. В. Михайлюк<sup>1,2</sup>, М. Л. Михайлюк<sup>1</sup>, А. Г. Трифонов<sup>1</sup>**  
**T. Mikhailiuk<sup>1,2</sup>, M. Mikhailiuk<sup>1</sup>, A. Trifonov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
info@flopik.by

<sup>1</sup>The Joint Institute for Power and Nuclear Research – Sosny, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

В работе рассмотрены процессы миграции и накопления радионуклидов в водных объектах, расположенных на территории наблюдения Белорусской АЭС. Кратко рассмотрена существующая



нормативная база, регламентирующая присутствие радиоактивных веществ в компонентах водных экосистем. Проведен анализ путей поступления и динамики радионуклидов в реках и водоемах, как при штатной работе станции, так и в случае внештатных ситуаций. Выполнено математическое моделирование переноса и рассеивания радиоактивной примеси в поверхностных водных объектах.

The paper considers the processes of migration and accumulation of radionuclides in water bodies located on the territory of the Belarusian NPP observation. The current regulatory framework governing the presence of radioactive substances in the components of aquatic ecosystems is briefly reviewed. The analysis of the routes of entry and the dynamics of radionuclides in rivers and reservoirs, both during normal operation of the station and in the case of emergency situations, was carried out. A mathematical simulation of the transfer and dispersion of radioactive impurities in surface water bodies has been performed.

*Ключевые слова:* гидрологическая сеть Белорусской АЭС, миграция радионуклидов в поверхностных водах, математическое моделирование.

*Keywords:* hydrological network of the Belarusian NPP, migration of radionuclides in surface waters, mathematical modeling.

На территории входящей в зону наблюдения Белорусской АЭС расположена широкая гидрографическая сеть бассейна р. Вилии, а также группа Свирских озер. В основе мониторинга радиационного состояния данных водных объектов лежит система нормирования поступления радиоактивного материала при различных режимах работы станции. Требования к охране поверхностных вод от загрязнения, а также требования к организации контроля за качеством воды водных объектов устанавливают Санитарные правила и нормы «Гигиенические требования к охране поверхностных вод от загрязнения». Критерием оценки радиационного качества поверхностных вод выступают значения референтных уровней и удельной активности радиоактивных материалов в исследуемом водном объекте. Согласно данному источнику если в поверхностных водах присутствует смесь радиоактивных веществ, то для обеспечения условия радиационной безопасности необходимо выполнение соотношения:

$$\sum (A_i / PУ_i) \leq 1,$$

где  $A_i$  – удельная активность  $i$ -го радионуклида в воде;  $PУ_i$  – соответствующий референтный уровень для  $i$ -го радионуклида.

Для прогнозирования радиационного состояния водоемов в регионах расположения радиационно-опасных объектов как при их нормальной эксплуатации, так и при различных аварийных ситуациях проводят математическое моделирование динамики примесных веществ в гидросфере. Такого рода модели должны включать адекватное описание основных процессов переноса и перераспределения радионуклидов в гидросфере. Упрощения модели должны проводиться с учетом сохранения тех компонентов экосистемы, которые участвуют в формировании дозовой нагрузки на население и отражают принципиальную картину миграции радионуклидов.

Основными источниками поступления радионуклидов в водные экосистемы в зоне влияния станции как при нормальной эксплуатации, так и в случае возникновения аварии являются сточные воды и аэрозольные выбросы АЭС в атмосферу, в последствии оседающие на водную поверхность. После попадания в поверхностные воды между биотическими и абиотическими компонентами водной среды, содержащими радионуклиды в растворимой, обменной и необменной формах, происходят процессы обмена: осаждения и взмучивания взвешенных макрочастиц, сорбции и десорбции радионуклидов. Общая постановка задачи распределения радиоактивных материалов в поверхностных водах сводится к определению пространственно-временных изменений концентраций радионуклидов с учетом условий их поступления и мгновенного взаимодействия с компонентами водных экосистем: водой, донными отложениями и гидробионтами.

В данной работе моделируемый объект представлен в виде цепочки последовательно расположенных гомогенных камер. Предполагается, что объемная (удельная) активность радионуклида (концентрация загрязняющего вещества) и другие параметры в каждой камере описываются средними для нее значениями. Так же определяются скорости переноса радионуклидов между камерами. Модель описывает процессы радиоактивного распада, сорбцию и десорбцию радионуклидов на взвешях, в гидробионте и донных отложениях, осаждение и взмучивание загрязненной взвеси, вынос радионуклидов за пределы водоема за счет проточности и технологических потерь, испарение, фильтрацию радионуклидов в дно и борта водоема, диффузионный перенос радионуклидов между слоем воды и донными отложениями.

В общем случае процессы миграции радионуклидов между камерами описываются уравнением сохранения массы примеси в движущемся потоке воды, уравнением количества движения воды в произвольном объеме, а также с помощью балансовых соотношений для описания динамики накопления радиоактивных веществ в отдельных камерах, входящих в состав камерной математической модели.

На данный момент создан программный продукт, в который заложен алгоритм расчета миграции радионуклидов в реках и водоемах по описанной выше модели. Данное программное средство позволяет не только производить вычисления, но и хранить начальные данные, результаты тестовых расчетов, позволяет проводить визуализацию полученных результатов. В качестве примера, иллюстрирующего применение данного программного продукта, решена задача миграции Cs-137 в р. Вилия в случае возникновения запроектной аварии на Белорусской АЭС. Моделирование выполнено для самой неблагоприятной ситуации – максимальной плотности выпадения

радионуклидов на водную поверхность с учетом стока с водосборной территории, загрязненного радионуклидами в результате аварии.

На рис. 1 и 2 показано изменение концентрации Cs-137 в воде и донных отложениях с течением времени. Пик радиоактивного загрязнения радионуклидами, который четко прослеживается на всех графиках, соответствует области с максимальной концентрацией выброса на поверхность реки Виля. Со временем, за счет процессов сорбции и седиментации загрязненной взвеси, верхний подвижный слой донных отложений быстро накапливает активность, определяя в дальнейшем процессы обмена радиоактивной примеси между водой и нижележащими донными отложениями. Именно за счет этих процессов, как видно на рисунках, наблюдается уменьшение концентрации радионуклидов в поверхностных водах реки Виля с течением времени. Также, за счет процесса переноса радиоактивного загрязнения воды речным потоком, с течением времени, наблюдается смещение пика концентрации радионуклидов по направлению течения реки.

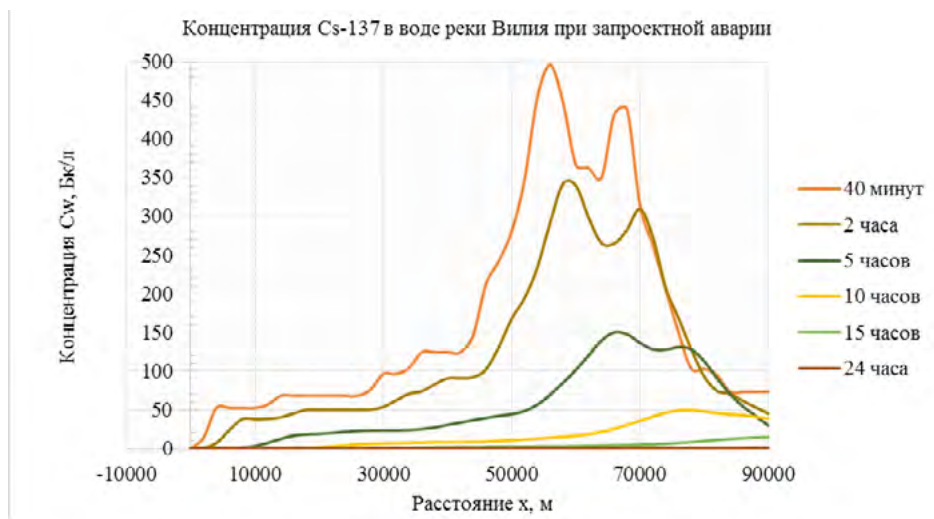


Рисунок 1 – Пространственно-временное изменение концентрации Cs-137 в воде реки Виля при запроектной аварии

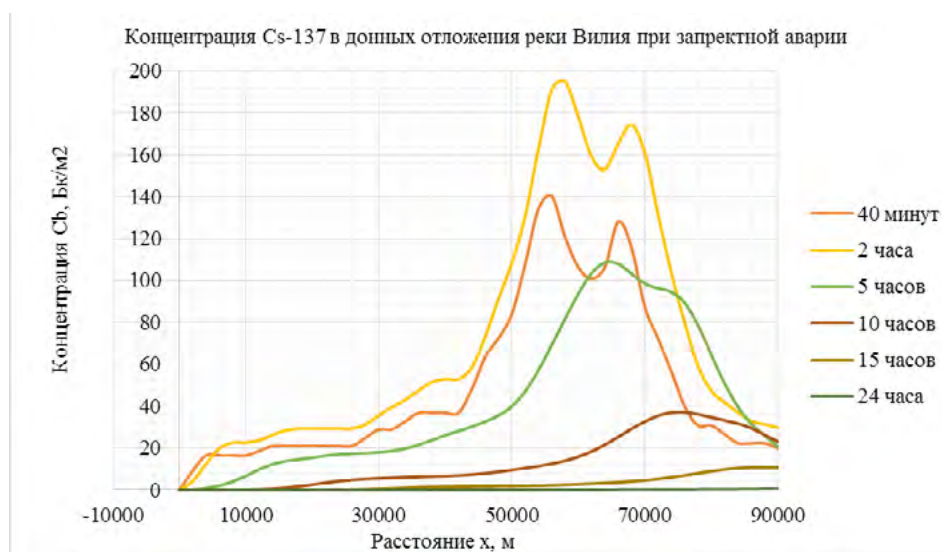


Рисунок 2 – Пространственно-временное изменение концентрации Cs-137 в донных отложениях реки Виля при запроектной аварии

Из анализа графиков распределения радиоактивного загрязнения воды и верхнего активного слоя донных отложений вдоль русла реки Виля с течением времени, можно сделать вывод о том, что максимальный уровень радиоактивного загрязнения цезием-137 в воде наблюдается в первый час после выброса; в активном слое донных отложений пик радиоактивного загрязнения приходится на два часа после выброса, что объясняется процессами перераспределения и накопления радионуклидов в водоеме, которые приводят к уменьшению концентрации растворенных в воде радионуклидов и, как следствие, к увеличению их концентрации в верхнем подвижном слое донных отложений. Расчеты показали, что спустя 10 часов после выброса максимальная концентрация радионуклидов в воде уменьшится в 10 раз, а спустя 24 часа – в 50 раз.

Таким образом, согласно действующим показателям и критериям, регламентирующим радиационное качество водных объектов спустя 24 ч после выброса в расчетной точке, соответствующей границе с Литовской Республикой, соотношение  $\sum (A_i/PY_i) \leq 1$  выполняется, а значит условие для обеспечения радиационной безопасности соблюдено.

Направлением дальнейших исследований будет проведение цикла расчетов по определению уровня загрязнения всей гидрографической сети р. Виляя и группы Свирских озер с учетом сезонности при различных типах аварийных ситуаций на Белорусской АЭС.

## **НОРМАЛИЗАЦИИ СИГНАЛА ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ В ПРОГРАММЕ PYTHON-HRM ПРИ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ОБРАЗЦОВ МЕТОДОМ ВЫСОКОРАЗРЕШАЮЩЕГО ПЛАВЛЕНИЯ АМПЛИКОНОВ (HRM-АНАЛИЗ) NORMALIZATION OF FLUORESCENCE SIGNAL IN THE PYTHON-HRM PROGRAM WHEN CLUSTERING SAMPLES BY THE METHOD OF HIGH RESOLUTION MELTING OF AMPLICONS (HRM ANALYSIS)**

***E. В. Снытков<sup>1</sup>, Е. Г. Смирнова<sup>1</sup>, В. Н. Купень<sup>2</sup>***  
***E. Snytkov<sup>1</sup>, E. Smirnova<sup>1</sup>, V. Kipen<sup>2</sup>***

*<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
evsnytkov@gmail.com*

*<sup>2</sup>Институт генетики и цитологии Национальной академии наук Республики Беларусь,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*<sup>1</sup>Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

*<sup>2</sup>Institute of Genetics and Cytology National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus*

В данном исследовании были сравнены результаты кластеризации результатов высокоразрешающего плавления ампликонов с помощью двух разных программ: Precision Melt Analysis™ Software (Bio-Rad), которая является платным программным обеспечением для научных исследований с закрытым исходным кодом, и Python-HRM, которая является бесплатной программой с открытым исходным кодом. В результате исследования было показано, что точность кластеризации результатов высокоразрешающего плавления ампликонов с помощью Python-HRM составляет более 85 %.

This study compared the results of clustering high-resolution melting amplicons using two different programs: Precision Melt Analysis™ Software (Bio-Rad), which is paid software for closed-source research, and Python-HRM, which is a free program. open source. As a result of the study, it was shown that the clustering accuracy of high-resolution melting of amplicons using Python-HRM is more than 85 %.

*Ключевые слова:* однонуклеотидный полиморфизм, нормализация, кластеризация, высокоразрешающее плавление, относительные единицы флуоресценции.

*Keywords:* single nucleotide polymorphism, normalization, clustering, high-resolution melting, relative fluorescence units.

Высококочувствительный анализ кривых плавления (HRM-анализ) – это быстрый, недорогой и несложный в исполнении метод, с помощью которого возможно выявлять все мутации в интересующих фрагментах генов, а также различать ДНК мутантного и дикого типов в их смеси [1]. Производители амплификаторов для детектирования результатов ПЦР в реальном времени, как правило, также разрабатывают программное обеспечение для HRM-анализа – Precision Melt Analysis™ Software (Bio-Rad), High Resolution Melt Software (Applied Biosystems™ ThermoFisher Scientific), The LightCycler® 480 Gene Scanning Software (Roshe) и др. Однако имеется свободное программное обеспечение с открытым исходным кодом, например, Python-HRM, uAnalyze, Novallele HRM Analyzer.

Стоит также отметить, что ключевым методом для HRM-анализа является кластерный анализ. Кластерный анализ (кластеризация) – метод машинного обучения без учителя, который группирует объекты таким образом, чтобы объекты в одной группе (кластере) были больше похожи друг на друга, чем на объекты в других группах (кластерах).

Python-HRM реализован на языке программирования Python, широко используемом в биоинформатических приложениях, и данное программное обеспечение распространяется свободно в соответствии с универсальной общественной лицензией GNU.

Цель исследования – сравнить результаты кластеризации, полученные в процессе анализа в ПО Precision Melt Analysis™ Software (Bio-Rad, США) и Python-HRM для образцов с известными генотипами, подтвержденными с использованием KASP технологии.

С использованием конкурентной аллель специфической ПЦР (KASP) были определены генотипы для 28 биологических объектов по полиморфизму rs326921593. ПЦР проводили согласно рекомендациям производителя (LGC Genomics, Великобритания). Для всех образцов вносимое количество ДНК в ПЦР составило 30 нг. Концентрация ДНК измеряли с использованием спектрофотометра NanoDrop 1000 (PepLab, Германия).

Для HRM-анализа при амплификации целевого фрагмента, содержащий полиморфный сайт A/G, использовали праймеры F 5'-GACACCATGGAGCCGAGATG-3' и R 5'-CGTGGTGCAGCAGCTGGAC-3', смоделированные в Primer-BLAST NCBI таким образом, чтобы вклад исследуемого полиморфизма в температуру плавления  $T_m$  был максимальным. В качестве интеркалирующего красителя выступал EvaGreen (Jena Bioscience, Германия).

Плавление ампликонов проводили по протоколу: 95 °C – 30 сек., 60 °C – 2 мин, считывание сигнала флуоресценции в диапазоне 65,0–95,0 °C с инкрементом +0,2 °C в течение 10 сек. Анализ данных плавления проводили с использованием Precision Melt Analysis™ Software (Bio-Rad, США) и Python-HRM (<https://github.com/liuyigh/PyHRM>). Доподлинно известно о том, что в Python-HRM применяется линейная нормализация изменения RFU, а кластеризация осуществляется методом k-средних. Relative fluorescence units (RFU, относительные единицы флуоресценции) – при амплификации нуклеиновых кислот показывает накопление целевого продукта (увеличение RFU) при условии использования флуоресцентного красителя, при плавлении двухцепочечной молекулы ДНК наблюдается снижение RFU, так как в HRM-анализе используется интеркалирующий краситель, который имеет сродство у двухцепочечной молекулы ДНК. Снижение RFU при плавлении ДНК обусловлено диссоциацией цепей ДНК, из-за чего снижается количество ассоциированного с ДНК интеркалирующего красителя. Алгоритм кластеризации для Precision Melt Analysis™ Software (Bio-Rad, США) не известен.

С использованием KASP-технологии были определены 28 генотипов по полиморфизму rs326921593. Генотип A/A был выявлен в 64,3 % случаев, A/G – в 10,7 %, G/G – в 25,0 %. Таким образом, для каждого альтернативного генотипа в дальнейшем HRM-анализе присутствовали 3 и более объекта. Результаты кластеризации для исследуемых объектов с использованием HRM-анализа приведены в табл.

| Объект | Генотип | $T_m$ ампликона, °C | Кластер в Precision Melt Analysis (точность, %) | Кластер в Python-HRM | Совпадение |
|--------|---------|---------------------|---|----------------------|------------|
| 1      | AA      | 82,8                | Cluster 1 (98,7)                                | Cluster 1            | Да         |
| 2      | AA      | 83,0                | Cluster 1 (99,6)                                | Cluster 1            | Да         |
| 3      | AA      | 83,0                | Cluster 1 (99,6)                                | Cluster 1            | Да         |
| 4      | AA      | 83,0                | Cluster 1 (99,7)                                | Cluster 1            | Да         |
| 5      | AA      | 83,0                | Cluster 1 (99,8)                                | Cluster 1            | Да         |
| 6      | AA      | 83,0                | Cluster 1 (99,8)                                | Cluster 1            | Да         |
| 7      | AA      | 83,0                | Cluster 1 (99,9)                                | Cluster 1            | Да         |
| 8      | AA      | 83,0                | Cluster 1 (99,9)                                | Cluster 1            | Да         |
| 9      | AA      | 83,0                | Cluster 1 (99,9)                                | Cluster 1            | Да         |
| 10     | AA      | 83,0                | Cluster 1 (99,9)                                | Cluster 1            | Да         |
| 11     | AA      | 83,0                | Cluster 1 (100)                                 | Cluster 1            | Да         |
| 12     | AA      | 83,0                | Cluster 1 (100)                                 | Cluster 1            | Да         |
| 13     | AA      | 83,0                | Cluster 1 (100)                                 | Cluster 1            | Да         |
| 14     | AA      | 83,0                | Cluster 1 (100)                                 | Cluster 1            | Да         |
| 15     | AA      | 83,0                | Cluster 1 (100)                                 | Cluster 1            | Да         |
| 16     | AA      | 83,0                | Cluster 1 (100)                                 | Cluster 1            | Да         |
| 17     | AA      | 83,0                | Cluster 1 (100)                                 | Cluster 1            | Да         |
| 18     | AA      | 83,0                | Cluster 1 (100)                                 | Cluster 1            | Да         |
| 19     | AG      | 83,0                | Cluster 2 (99,8)                                | Cluster 1            | Нет        |
| 20     | AG      | 83,2                | Cluster 2 (99,9)                                | Cluster 1            | Нет        |
| 21     | AG      | 83,0                | Cluster 2 (100)                                 | Cluster 1            | Нет        |
| 22     | GG      | 83,8                | Cluster 3 (98,9)                                | Cluster 2            | Нет        |
| 23     | GG      | 83,6                | Cluster 3 (99,4)                                | Cluster 3            | Да         |
| 24     | GG      | 83,4                | Cluster 3 (99,5)                                | Cluster 3            | Да         |
| 25     | GG      | 83,4                | Cluster 3 (99,6)                                | Cluster 3            | Да         |
| 26     | GG      | 83,6                | Cluster 3 (99,8)                                | Cluster 3            | Да         |
| 27     | GG      | 83,4                | Cluster 3 (99,8)                                | Cluster 3            | Да         |
| 28     | GG      | 83,4                | Cluster 3 (99,9)                                | Cluster 3            | Да         |

Анализ данных плавления с использованием Precision Melt Analysis™ Software (Bio-Rad, США) позволил корректно определить генотип для всех образцов.

При анализе данных плавления с использованием Python-HRM были получены следующие результаты. Для образцов с генотипом A/A – расчетная  $T_m$  для аллеля A в Oligo Calc (<http://biotools.nubic.northwestern.edu/OligoCalc.html>) по методу Nearest Neighbor составила 78,25 °C, – генотип был корректно определен в 100 % (18/18) случаев. Для образцов с генотипом G/G – расчетная  $T_m$  для аллеля G – 78,62 °C, – генотип был корректно определен в 85,7 % (6/7) случаев. Все гетерозиготы по полиморфизму rs326921593 были отнесены в кластер образцов с генотипом A/A. Таким образом, средняя точность дифференциации по исследуемому полиморфизму с использованием Python-HRM составила более 85%.

Алгоритм кластеризации генотипов, реализованный в Python-HRM и основанный на кластеризации К-средних (K-mean) по двум критериям –  $T_m$  и нормализации изменения RFU в диапазоне  $T_m \pm (1,0-2,0)$  °C, – позволит корректно дифференцировать более 85,0 % генотипов по полиморфизму rs326921593. Также стоит отметить, что возможностей свободного программного обеспечения Python-HRM будет вполне достаточно для точного определения генотипа в случае не однонуклеотидного полиморфизма, например для определения экспансии нуклеотидных повторов, для определения инсерционно/делеционных полиморфных вариантов, выявления чужеродной ДНК в образце (вирусная инфекция).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ririe, K. Product differentiation by analysis of DNA melting curves during the polymerase chain reaction / K. Ririe, R. Rasmussen, C. Wittwer // *Anal. Biochem.* – 1997. – No. 245 (2). – P. 154–160.
2. Python-HRM (<https://github.com/yukuku/hrm>).
3. Precision Melt Analysis™ Software (<http://www.bio-rad.com/ru-ru/product/precision-melt-analysis-software>).

## РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ИГРОВОЙ ЗАВИСИМОСТИ СРЕДИ СТУДЕНТОВ МГЭИ ИМ. А. Д. САХАРОВА БГУ

## THE PREVALENCE OF GAMING ADDICTION AMONG ISEI BSU STUDENTS

**Е. В. Снытков<sup>1</sup>, И. В. Григорьева<sup>2</sup>, С. Б. Мельнов<sup>1</sup>**

**E. Snytkov<sup>1</sup>, I. Grigorieva<sup>2</sup>, S. Melnov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
[evsnytkov@gmail.com](mailto:evsnytkov@gmail.com)

<sup>2</sup>РНПЦ психического здоровья, г. Минск, Республика Беларусь

<sup>1</sup>Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Republican Research And Practice Center For Mental Health, Minsk, Republic of Belarus

В работе представлены результаты опроса студентов МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ с целью определения состояния проблемы игровой зависимости у молодых людей. Для выполнения поставленной задачи был использован адаптированный для определения компьютерной игровой зависимости Канадский тест, опрос студентов проводился анонимно и добровольно. В результате опроса было выявлено, что почти 78 % студентов имеют игровую практику, а зависимыми от игры являются 1,7 % студентов.

This work presents the results of a survey of students of ISEI BSU to determine the state of the problem of gambling addiction among young people. To perform the task, the Canadian test adapted for determining computer gaming addiction was used, the students were surveyed anonymously and voluntarily. As a result of the survey, it was revealed that almost 78 % of students have game practice, and 1.7 % of students are addicted to the game.

*Ключевые слова:* игровая зависимость, игровое поведение, Канадский тест.

*Keywords:* gaming addiction, gaming behavior, Canadian test.

Игровая зависимость для молодых людей является распространенной и серьезной проблемой. Она классифицируется в психиатрии как аффективное расстройство и относится к поведенческим аддикциям. Зависимость возникает от самого процесса игры и ощущений, которые игра вызывает. Некоторые исследования указывают на рост уровня игровой зависимости. Так, например, имеется информация о том, что большинство подростков (до 86 %) имеют регулярную игровую практику, а значительно меньшее количество подростков (4–8 %) сообщают о серьезных проблемах с игровой зависимостью [1; 2]. Наличию активной игровой практики у молодых людей сопутствует ряд психиатрических симптомов, таких как беспокойство, депрессия, низкая самооценка, а также правонарушения, употребление алкоголя и наркотических веществ [3]. Более того стоит отметить, что Black et al. установили положительную связь между наличием игровой зависимости и курением у взрослых старше 18 лет [4].

Таким образом, суммируя изложенное выше, представляется возможным предположить, что ранее проявление игровой зависимости (игромании) может служить настораживающим симптомом повышенного риска формирования в последующем наркомании и алкоголизма и других, аддикционных состояний.

Нами были опрошены студенты 1–4 курсов факультета экологической медицины МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ. Опрос был полностью анонимным и добровольным и проводился в течение 2017/2018 и 2018/2019 учебных годов. В качестве анонимной анкеты выступал адаптированный для определения компьютерной игровой зависимости Канадский тест. Канадский тест показателя проблемного гемблинга содержит 9 пунктов, которые оцениваются с помощью четырех балльной шкалы, где «ноль» соответствует ответу «никогда», 1 – «иногда», 2 – «чаще всего да» и 3 – «почти всегда». Студенту предлагалось отметить наиболее подходящие для него ответы. Баллы за все 9 вопросов суммировались. Сумма баллов от 0 баллов до 9 свидетельствует об отсутствии игровой зависимости. Сумма баллов от 10 до 27 характеризует различную тяжесть игровой зависимости. Минимально возможный балл – 0, максимально возможный – 27.

Количество опрошенных студентов составило 352 человека, из них количество юношей – 78 человек, количество девушек – 274 человек. Средний возраст всех учащихся на момент опроса составил 18 лет. Средний суммарный балл составил 2,34 балла, медиана – 2 балла, мода – 0 баллов. Количество студентов, не имеющих игровой практики составило 78 человек. Количество студентов, имеющих игровую практику – 274, относительное количество студентов, имеющих игровую практику – 77,84 %. Количество увлеченных игрой студентов (от 5 до 9 полученных баллов) – 47 человек, относительно количество увлеченных игрой студентов – 13,4 %, количество зависимых от игры студентов (10 и более полученных баллов) – 6, относительно количество зависимых от игры студентов – 1,7 %. Распределение количества полученных баллов в результате опроса представлено на рис. 1. Кроме того были сравнены группы юношей и девушек по полученным в результате опроса баллам, для чего использовался однофакторный дисперсионный анализ. Диаграммы размаха этих двух групп приведены на рис. 2.

Распределение количества полученных баллов в результате опроса

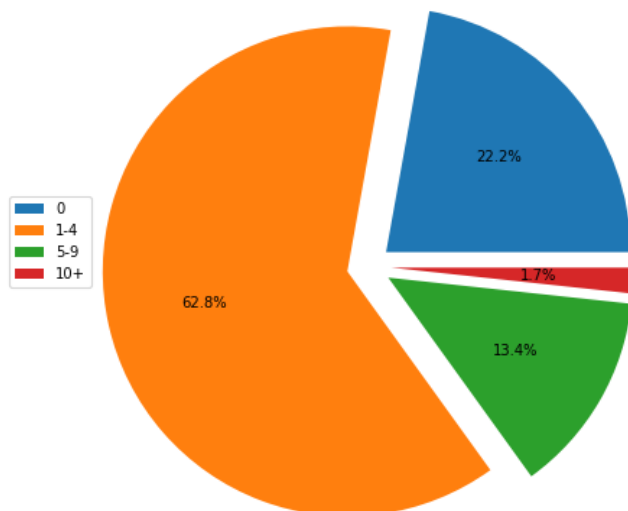


Рисунок 1 – Распределение количества полученных баллов в результате опроса

Результат однофакторного дисперсионного анализа при сравнении групп юношей и девушек следующий: F-значение – 53,43, уровень значимости  $p = 1,83e-12$ , из чего следует вывод о том, что имеются статистически значимые различия между группами юношей и девушек при их сравнении по количеству полученных в результате опроса баллов, так как  $p < 0,05$ .

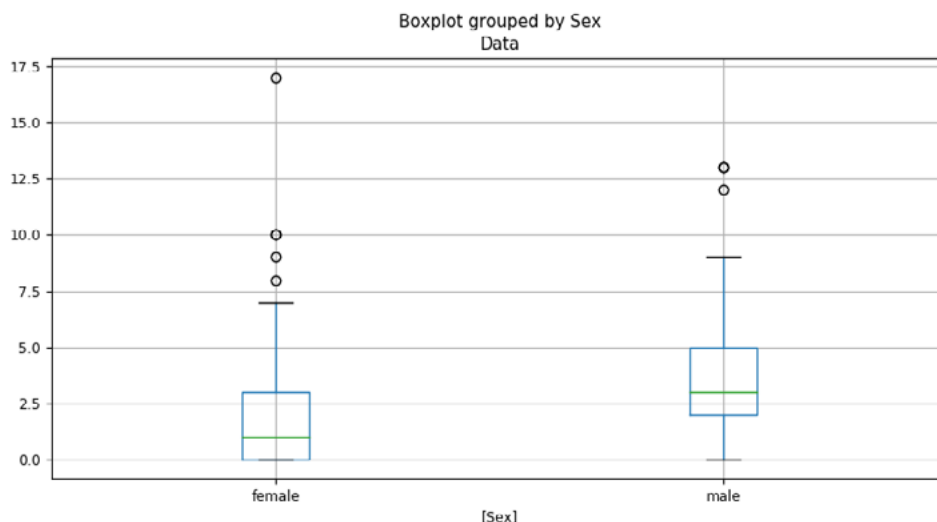


Рисунок 2 – Диаграмма размаха групп юношей и девушек

Исходя из полученных в результате опроса данных можно сделать вывод о том, что для студентов МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ проблема игровой зависимости не нова, однако доля студентов с выраженной игровой зависимостью относительно невелика – около 1,7 %. Однако настораживает тот факт, что почти каждый студент (до 78 %) так или иначе имеет постоянную или периодическую игровую практику варьирующей продолжительностью, а к увлеченным игровой практикой можно отнести до 13,5 % опрошенных студентов. Интересным является и тот факт, что в среднем юноши более склонны к игровой зависимости, чем девушки, что так же подтверждается данным опросом.

Необходимо также упомянуть о том, что по данным проф. D. W. Black из университета Айовы (Carver College of Medicine, США) у 16 % родственников пациентов, которые имели патологическое влечение к азартным играм, также имели проблемы с игроманией, а когда речь шла о родственниках людей, которые способны управлять своим влечением к игре, эти цифры составляли только 3 %. Кроме того ученые из Куинслендского университета медицинских исследований в Брисбене опросили более 2700 женщин и 2000 мужчин, занесенных в Австралийский регистр близнецов, а также их знакомых о склонности участников исследования к азартным играм. В исследовании приняли участие свыше 5 тыс. человек. В ходе исследования фактически изучались пагубные пристрастия близнецов – однояйцевых и разнояйцевых, также изучалась информация об их родителях и предках. По итогам исследования ученые выяснили, что однояйцевые близнецы, рожденные от родителя-игрока, значительно чаще оба оказывались такими же зависимыми от азартных игр. У разнояйцевых близнецов азартным мог оказаться только один из двоих. Это напрямую указывает на генетическое происхождение проблемы, утверждают ученые, ведь наборы генов у однояйцевых близнецов идентичны, а у разнояйцевых различаются. По мнению д. м. н. Александра Кибитова, руководителя лаборатории молекулярной генетики Национального научного центра наркологии Минздрава РФ до 15 % людей имеют генетическую предрасположенность к наркомании, алкоголизму и игромании, причем эта предрасположенность имеет полигенную природу – в ее формирование может быть вовлечено от 40 до 60 генов, хотя в настоящее время внимание исследователей сосредоточено примерно на 20 из них.

Приведенные выше цифры и результаты наших исследований достаточно близки, что настоятельно диктует необходимость продолжения указанных исследований с привлечением молекулярно-генетических методов для целей сравнительного анализа вклада средовых и генетических факторов в генез этого патологического состояния.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Jacobs, D. F.* Juvenile gambling in North America: an analysis of long term trends and future prospects / D. F. Jacobs // *J Gambl Stud.* – 2000. – Vol. 2, № 3. – P. 119–152.
2. *Kristiansen, S. G.* Prevalence and correlates of problematic gambling among Danish adolescents / S. G. Kristiansen, S. M. Jensen // *Int J Soc Welf.* – 2014. – Vol. 23. – P. 89–99.
3. Health/functioning characteristics, gambling behaviors, and gambling-related motivations in adolescents stratified by gambling problem severity: findings from a high school survey / S.W. Yip [et al.] // *Am J Addict.* – 2011. – Vol. 20, № 6. – P. 495–508.
4. *Black, D. W.* Pathological gambling: relationship to obesity, self-reported chronic medical conditions, poor lifestyle choices, and impaired quality of life / D.W. Black [et al.] // *Compr Psychiatry.* – 2013. – Vol. 54, № 2. – P. 97–104.

**АДАПТАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ  
ЧЕЛОВЕКА К ЕСТЕСТВЕННЫМ  
И ЭКСТРЕМАЛЬНЫМ ФАКТОРАМ СРЕДЫ**



# CATHEPSINS, GLYCOSAMINOGLYCANS AND BIOLOGICAL ROLE OF THEIR INTERACTIONS

## КАТЕПСИНЫ, ГЛЮКОЗАМИНОГЛИКАНЫ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

**K. Bojarski<sup>1</sup>, S. Samsonov<sup>1</sup>**

**К. К. Боярску<sup>1</sup>, С. А. Самсонов<sup>1</sup>**

*University of Gdańsk, Gdańsk, Poland*

*krzysztof.bojarski@ug.edu.pl*

*<sup>1</sup>Гданьский университет, г. Гданьск, Республика Польша*

Cathepsins are protein-degrading enzymes that can be found in many living organisms. Most of them are cysteine proteases but are also cathepsins A and G which are serine proteases or cathepsins D and E which are aspartyl proteases. To date we know that there are 15 members of this family with most of their structures experimentally available. Regardless differences in their aminoacid sequences cathepsins share the same secondary structure pattern which is reflected in the same fold. Cathepsins play a vital role in diverse of biological processes such as bone resorption, intracellular proteolysis and regulation of programmed cell death. Changes in their activity in organism may lead to many serious diseases, either to pycnodysostosis in case of deficiency or to osteoporosis in case of excessive activity. However, enzymatic activity of the cathepsins can be moderated by glycosaminoglycans – a group of linear, periodic, negatively charged carbohydrates.

Катепсины – это протеазы, которые есть у многих живых организмов. Большинство из них – это цистеиновые протеазы, а также несколько сериновых и аспартиловых протеаз. На сегодняшний день 15 членов этой белковой семьи охарактеризованы экспериментально. Независимо от их аминокислотных последовательностей, все катепсины имеют один структурный фолд. Катепсины играют жизненно важную роль в разнообразных биологических процессах как резорбция кости, внутриклеточный протеолиз и апоптоз. Изменение их активности может привести ко многим серьезным заболеваниям как пикодизостоз в случае дефицита, либо остеопорозу в случае чрезмерно повышенной активности. Ферментативная активность катепсинов может регулироваться с помощью гликозаминогликанов - группы линейных, периодических, отрицательно заряженных полисахаридов.

*Keywords: modeling protein-glycosaminoglycan interactions, lysosomal proteases, molecular dynamics.*

*Ключевые слова: моделирование взаимодействий белков и гликозаминогликанов, протеазы лизосом, молекулярная динамика.*

The family of cathepsins consists of lysosomal proteases that are present in many living organisms [1]. Depending on the aminoacid residues present in active site pocket of those enzymes, we can distinguish aspartyl, cysteine and serine proteases with 11 of the cathepsins being cysteine ones. Cathepsins regardless of differences in their aminoacid sequence share the same secondary structure pattern which is reflected in same 3D fold (Fig.1). Cathepsins are present in the extracellular matrix and lysosomes, in which they play a crucial role in various biological processes. Those include bone resorption, intracellular proteolysis, regulation of programmed cell death or degradation of antimicrobial peptides/proteins depending on the type of the cathepsin. Due to that it is important to understand the theoretical basis underlying molecular processes in which cathepsins are involved. Disruptions of their activity in an organism may lead to many serious diseases, such as pycnodysostosis, osteoporosis, rheumatoid arthritis, osteoarthritis, asthma, psoriasis, atherosclerosis, cancer, obesity autoimmune disorders and viral infection depending on the type of cathepsin. It is known that cathepsins activity might be mediated by glycosaminoglycans (GAGs). GAGs are a group of linear negatively charged polysaccharides that are located in the extracellular matrix [2]. Each GAG (excluding keratan sulfate) consists of a recurring disaccharide unit in which one aminosugar and one uronic acid with different sulfation patterns are present (Fig. 2).

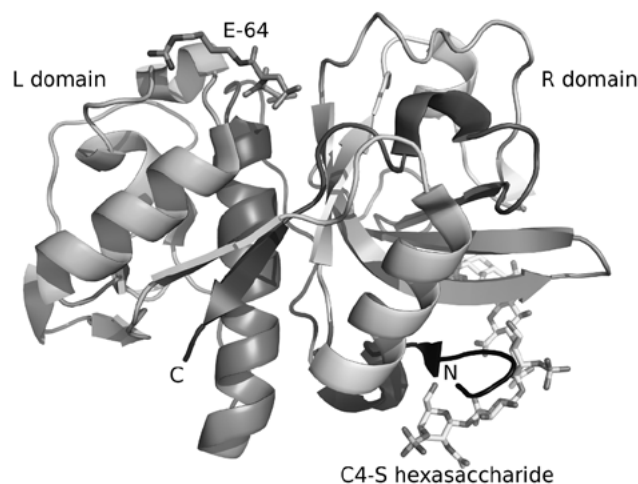


Figure 1 – Experimental structure of cathepsin K (in cartoon), a representative of cysteine cathepsins in complex with chondroitin 4-sulfate (C4-S) hexasaccharide and E-64 inhibitor (in sticks)

The family of cathepsins consists of lysosomal proteases that are present in many living organisms [1]. Depending on the amino acid residues present in active site pocket of those enzymes, we can distinguish aspartyl, cysteine and serine proteases with 11 of the cathepsins being cysteine ones. Cathepsins regardless of differences in their amino acid sequence share the same secondary structure pattern which is reflected in same 3D fold (Fig. 1). Cathepsins are present in the extracellular matrix and lysosomes, in which they play a crucial role in various biological processes. Those include bone resorption, intracellular proteolysis, regulation of programmed cell death or degradation of antimicrobial peptides/proteins depending on the type of the cathepsin. Due to that it is important to understand the theoretical basis underlying molecular processes in which cathepsins are involved. Disruptions of their activity in an organism may lead to many serious diseases, such as pycnodysostosis, osteoporosis, rheumatoid arthritis, osteoarthritis, asthma, psoriasis, atherosclerosis, cancer, obesity autoimmune disorders and viral infection depending on the type of cathepsin. It is known that cathepsins activity might be mediated by glycosaminoglycans (GAGs). GAGs are a group of linear negatively charged polysaccharides that are located in the extracellular matrix [2]. Each GAG (excluding keratan sulfate) consists of a recurring disaccharide unit in which one aminosugar and one uronic acid with different sulfation patterns are present (Fig. 2).

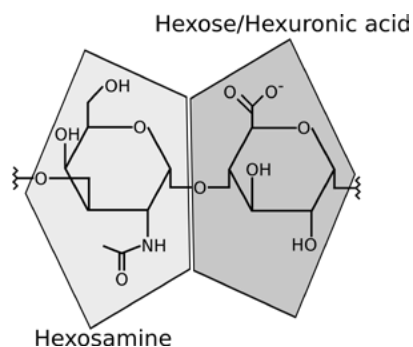


Figure 2 – Schematic representation of the GAG structure. Disaccharide units are made up of hexose/hexuronic acid and hexosamine indicated in dark grey and light grey, respectively. Each labelled hydroxyl group could be sulfated

Those polysaccharides are involved in numerous processes including cell proliferation, angiogenesis, anticoagulation, adhesion and signaling cascades. It is suggested that GAGs may play a vital role in medical treatment of disorders associated with the above-mentioned processes and represent one of the key targets for regenerative medicine. Regulation of cathepsin enzymatic activity by GAGs might be fulfilled in three ways: *i*) GAG can bind into active site of the cathepsin which makes it inaccessible for a substrate; *ii*) GAG can bind on the already formed complex between protein and substrate, which makes dissociation of a substrate unfeasible; *iii*) GAG binds to cathepsin in a way that causes allosteric change in the active site which alters its accessibility for a substrate.

Modeling systems containing GAGs represents a substantial challenge in computational approach due to their high complexity. Features that make GAG modeling challenging are: *i*) GAGs are very flexible molecules, hence molecular docking requires consideration of multiple degrees of freedom; *ii*) GAGs highly charged nature leads to importance of electrostatic-driven interactions and abundance of solvent-mediated ones by computational methodologies; *iii*) GAGs prefer to bind at solvent-exposed and spatially close but sequentially not necessarily successive positively charged amino acid patches made up of lysine or arginine residues that possess long and flexible side chains, which also contributes to the

challenge of flexibility treatment of the system; *iv*) monosaccharide rings of GAGs, especially iduronic acid derivatives, can adopt various conformations in molecular dynamics and are characterized by different binding free energy values; *v*) the structures calculated by molecular docking are not always in full agreement with experimental structures because only one docking solution is considered as correct one, while the multipose binding has to be taken into account. These challenges motivate the development of novel approaches, such as Dynamic Molecular Docking (DMD), in which not only ligand but also receptor is flexible and, additionally, solvent is treated explicitly. Regardless of aforementioned challenges in analysing GAG containing systems, computational studies on cathepsin/GAG complexes proved to be successful in several cases. In the work of Sage *et al.* various GAGs including heparin, heparan sulfate, chondroitin 4/6-sulfates, dermatan sulfate and hyaluronic acid were docked to cathepsin S which allowed to predict three specific binding sites on cathepsin S for chondroitin 4-sulfate that were different from those observed in the crystal structure of cathepsin K/chondroitin 4-sulfate complex. The data obtained in this study allowed to observe subtle conformational changes in mature cathepsin S that were induced by C4-S binding. Results described in that paper allowed to propose a novel glycosaminoglycan-mediated mechanism of cathepsin S inhibition as well as impact of chondroitin 4-sulfate on collagenase activity of this protease which proves the role of GAG in cathepsins activity mediation.

In our approach we used several computational methodologies in order to get deeper understanding of cathepsin/GAG interactions at the molecular level. Methods described in paragraph below were successfully applied in various protein-GAG systems but also contributed to development of novel approaches [3-5].

**Electrostatic potential calculations.** Applying electrostatic potential calculations with use of Poisson-Boltzmann Surface Area method, which treats solvent implicitly, implemented in AMBER software package allows to predict experimentally unknown putative GAG binding regions on the enzyme surface. This method previously proven to be successful for protein/GAG complexes dataset retrieved from the PDB.

**Molecular docking.** Molecular docking is a computational method that allows to predict preferred orientation between two covalently unbound molecules that form a stable complex. With the use of Autodock 3 molecular docking software with parameters adjusted for protein/GAG systems it is possible to calculate most representative complex structures.

**Molecular dynamics (MD).** MD is a computational method that allows to study the evolution of molecular systems in time by numerically solving Newton's equations of motion for a system of interacting particles. In this method, the forces between the particles and their potential energies are calculated by using specific interatomic potentials which are defined by the forcefield. In our calculations, we used MD implemented in AMBER 16. GLYCAM06 force field with the previously obtained parameters that allowed to create monosaccharide units which are part of each GAG, were applied for those polysaccharides.

**Free energy calculations.** In order to estimate complex stability, we applied several methodologies to calculate the binding free energy in the studied systems. The first of them, Molecular Mechanics Poisson-Boltzmann Surface Area (MM-PBSA) is a commonly used approach in MD post-processing analysis that allows to evaluate free energy components of binding and per residue individual energy impacts such as bonded (bond, angle, dihedral) and non-bonded (van der Waals, electrostatic, polar solvation, surface area) energy components. Moreover, we calculated the entropy contribution by using normal mode analysis and quasiharmonic analysis that are implemented in AMBER.

**Entropy contributions calculations.** Apart from MM-PBSA for free energy calculations we calculated the entropy contribution by using normal mode analysis (NM) and quasiharmonic analysis (QH) that are implemented in AMBER. Moreover, we applied the potential of mean force approach by using Jarzynski equation in which solvent is treated explicitly.

## REFERENCES

1. Turk, V. Cysteine cathepsins: from structure function and regulation to new frontiers / V. Turk [and others] // *Biochim Biophys Acta*. – 2011. – Vol. 1824. – P. 68–88.
2. Lamberg, S. I. Glycosaminoglycans. A biochemical and clinical review / S. I. Lamberg, A. C. Stollmiller // *J Invest Dermatol*. – 1974. – Vol. 63. – P. 433–449.
3. Uciechowska-Kaczmarzyk, U. Molecular Dynamics-Based Model of VEGF-A and its Heparin interactions // U. Uciechowska-Kaczmarzyk [and others] // *J Mol Graph Model*. – 2018. – Vol. 82. – P. 157–166.
4. Bojarski, K. K. Molecular Dynamics Insights into Protein-Glycosaminoglycan Systems from Microsecond-Scale Simulations // K. K. Bojarski, A. K. Sieradzan, S. A. Samsonov // *Biopolymers*. 2019. Epub. DOI: 10.1002/bip.23252.
5. Samsonov, S. A. Local and Long Range Potentials for Heparin-Protein Systems for Coarse-Grained Simulations / S. A. Samsonov and others // *Biopolymers*. 2019. E-pub. DOI: 10.1002/bip.23269.

# THE EFFECT OF SOME CHEMICAL ADDITIVES ON THE FOAMING PERFORMANCE OF THE PASTEURIZED LIQUID EGG WHITE

## ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК НА ПЕНООБРАЗОВАНИЕ ПАСТЕРИЗОВАННОГО ЖИДКОГО ЯИЧНОГО БЕЛКА

*M. Özcan<sup>1</sup>, V. Lemiasheuski<sup>2</sup>, H. Yavuz<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup>University of Selçuk, Konya, Turkey*

*<sup>2</sup>Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Belarus*

*<sup>3</sup>ANAKO Food Engineering, Konya, Turkey*

*mozcan@selcuk.edu.tr*

*<sup>1</sup>Университет Сельчука, г. Конья, Турция*

*<sup>2</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ, г. Минск, Республика Беларусь*

*<sup>3</sup>Пищевая инженерия ANAKO, г. Конья, Турция*

The foam stability ranged between 46.7 (0.5 mg/kg phospholipase 24 h) and 64.6 (0.5 mg/kg phospholipase 48 h). When tartaric acid is added to egg white in the rate of 5%, an increasing in foam capacity and stability were observed. In Control Group 1, while the effect on foam capacity was 200 units, due to the fact that it does not form cream of lump of dough. In the rates of triethyl citrate of 0.1-1 ml/kg, in the studies on two different control group, in pH and brix, any variation was not observed. In foam capacity, the values between 640-690 were identified and in stability, the values ranging 60.3-67.4. It is considered that the rate of maximum using was around 0.2 ml/kg.

Стабильность пены варьировала между 46,7 (0,5 мг/кг фосфолипазы 24 ч) и 64,6 (0,5 мг/кг фосфолипазы 48 ч). При добавлении винной кислоты в яичный белок в количестве 5 % наблюдается увеличение ёмкости и стабильности пены. При этом влияние на пенную ёмкость в контрольной группе 1 составило 200 ед.; из-за того, что она не образует крем из комка теста. В исследованиях с триэтилцитратом 0,1–1 мл/кг на двух разных контрольных группах никаких изменений показателей pH и в градусах Брикса не наблюдалось. По объёму пены были определены значения в диапазоне 640–690, а по стабильности – в интервале 60,3–67,4. Считается, что норма максимального использования составила около 0,2 мл/кг.

*Keywords:* liquid egg white, foaming performance, tartaric acid, brix, foam capacity.

*Ключевые слова:* яичный белок, пенообразование, винная кислота, градус брикс, объём пены.

Eggs are used in the preparation of many food products. The most well-known uses of eggs are based on the liquid eggs coagulate or solidify when heated (cakes, breads, crackers); whipping of egg white produces lighter and airier products (meringues, angel cake); and emulsifying egg yolk phospholipids and lipoproteins produces mayonnaise, salad dressing and sauces (Davis and Reeves, 2002; Yavuz and Özcan, 2016). A foam is a colloidal dispersion in which a gaseous phase is dispersed in a liquid or solid phase. Food foams are dependent on the surface activity and film forming properties of specific protein components (Kinsella, 1984). Hen eggs are very well known foaming ingredients (Lomakina and Mikova, 2006). The aim of this study is facing the egg whites industry, the biggest problem is yolk-white distinction, during the egg yolk with contamination as a result of decrease foam capacity and stability, to investigate the food additives that may be used for improvement.

Pasteurized egg whites were provided from ANAKO Liquid Egg Industry in Konya in Turkey. Pasteurized egg whites were used in the study for because of hygiene. Kitchen Aid Professional sample is taken and transferred to the mixer. After the beating, the foam formed is transferred to measuring cup to 1000 ml. Leaves no residue in the mixer vessel is attempted whenever possible (Bailey, 1935). For measuring, sample was heated to 20 °C. Foaming capacity relative reading of the following formula: %RWC =  $V \times 100 / 75$ .

Foam do not fall, after measuring whipping capacity, and at the end of an hour amount of leakage weigh and calculated whipping stability by the Formula: S: Whipping stability; %S =  $(1 - W / 77,25) \times 100$ .

pH measurements will be used in table-top type device. For brix, refractometer at 20 °C the calibration is done with distilled water. For meringue dough performance, 200 ml egg white's samples is heated at 20 °C. Merinque dough performance measured [16].

Effect of phospholipase enzyme on egg white performance at different times are given in Table 1. With addition of phospholipase to the environment, there were not any important deviation in pH and Brix (Table 1). In term of the capacity of foam, an important increase occurred in those treated compared to the control. The highest foam capacity was identified in the sample with addition of 0.5 mg of phospholipase for 48 hours (Table 1).

Table 1 – Effect of phospholipase enzyme on eggwhite performance at different times

| Samples                        | pH  | Brix (%) | Foam capacity | Foam stability | Heigh of meringuecrema |
|--------------------------------|-----|----------|---------------|----------------|------------------------|
| Control                        | 8.9 | 14.1     | 513           | 51.7           | –*                     |
| 0.25 ml /kg phospholipase 24 h | 8.9 | 14.1     | 1066          | 54             | 7.3                    |
| 0.25 ml/kg phospholipase 48 h  | 8.9 | 14.1     | 1066          | 54.7           | 7.5                    |
| 0.5 ml/kg phospholipase 24 h   | 8.9 | 14.1     | 1100          | 51.0           | 7.9                    |
| 0.5 ml/kg phospholipase 48 h   | 8.9 | 14.1     | 1113          | 56.4           | 8.3                    |

Note: \*cremadid not form.

On condition that the content of egg yolk is kept at a certain level, when tartaric acid is added to egg white in the rate of 5 %, an increasing in foam capacity and stability were seen (Table 2). In the uses over 5 %, also with the effect of increasing acidity, the losses were again seen in the foam values. In addition, in egg whites, whose the concentration of egg yolk is high (Control Group 2), it did not show any effect on lump of dough performance and it was seen that the formation of cream of foam could not possibly be provided.

Table 2 – The effect of tartaric acid on eggwhite performance at different times

| Samples           | pH   | Brix (%) | Foamcapacity | Foamstability | Heigh of meringuecrema |
|-------------------|------|----------|--------------|---------------|------------------------|
| Control 1         | 8.8  | 13.8     | 659          | 56.2          | 7.7                    |
| 1 % cream tartar  | 8.33 | 14       | 720          | 65.7          | 8.1                    |
| 3 % cream tartar  | 7.5  | 14.1     | 700          | 70.9          | 6.7                    |
| 5 % cream tartar  | 7.0  | 14.1     | 770          | 68.8          | 7.1                    |
| 10 % cream tartar | 6.3  | 14.2     | 713          | 66.7          | 6.3                    |
| 12 % cream tartar | 5.8  | 14,3     | 650          | 64.5          | 7,4                    |

In the use of SAPP, especially on performance effects, it was seen that the similar results to citric acid and tartaric acid were obtained. Again, if the first performance of control group at a certain level, some improvements were observed; otherwise, it was seen that it did not have any positive effect on cream of lump of dough but considerable increase in the values of stability and foam was not observed. For being able to obtain maximum result, maximum rate of use should be around 3 % (Table 3) due to the fact it is an acidic agent, pH ranges in a wide range.

Table 3 – The effect of sodium acid pyrophosphate on eggwhite performance at different times

| Samples    | pH  | Brix (%) | Foamcapacity | Foamstability | Heigh of meringuecrema |
|------------|-----|----------|--------------|---------------|------------------------|
| Control 1  | 8.9 | 14.0     | 533          | 44            | –*                     |
| 0.6 % SAPP | 8.7 | 14.0     | 533          | 52            | –                      |
| 1 % SAPP   | 8.6 | 14.0     | 626          | 68.6          | 6.2                    |
| 3 % SAPP   | 7.9 | 14.0     | 683          | 57.8          | 6.2                    |
| 5 % SAPP   | 7.5 | 14.0     | 608          | 46.8          | 6.0                    |

Note: \*cremadid not form.

In the use of citric acid, that important effects on foam capacity can be provided on condition that the content of egg yolk is kept at a certain levels. In Control Group 1 having low contamination, while the effect on foam capacity was 200 units, due to the fact that it does not form cream of lump of dough, in Group 2, whose contamination of egg yolk is low, it was seen that it was only 40 units (Table 4).

Table 4 – The effect of citric acid on eggwhite performance at different times

| Samples           | pH   | Brix (%) | Foamcapacity | Foamstability | Heigh of meringuecrema |
|-------------------|------|----------|--------------|---------------|------------------------|
| Control 1         | 13.0 | 8.92     | 1000         | 54.6          | 6.9                    |
| 0.1 % citric acid | 12.4 | 7.14     | 1133         | 68            | 7.0                    |
| 0.3 % citric acid | 12.8 | 6.03     | 1200         | 69            | 6.8                    |
| Control 2         | 13.4 | 9.0      | 720          | 45.2          | –*                     |
| 0.1 % citric acid | 13.4 | 7.4      | 760          | 48.6          | –                      |
| 0.3 % citric acid | 13.4 | 6.4      | 640          | 51.6          | –                      |

Note: \*cremadid not form.

In the rates of triethyl citrate of 0.1–1 ml/kg, in the studies on two different control group, in pH and brix, any variation was not observed but its positive effects was seen on the performance criteria. In foam capacity, the values between 640-690 were identified and in stability, the values ranging 60.3–67.4 (Table 5).

Table 5 – The effect of triethyl citrate on eggwhite performance at different times

| Samples                    | pH  | Brix (%) | Foamcapacity | Foamstability | Heigh of meringuecrema |
|----------------------------|-----|----------|--------------|---------------|------------------------|
| Control                    | 9.1 | 14.1     | 666.5        | 60.6          | 6,5                    |
| 0.1 ml/kg triethyl citrate | 9.1 | 14.1     | 715          | 62.9          | 6.5                    |
| 0.2 ml/kg triethyl citrate | 9.1 | 14.1     | 825          | 64.5          | 6.7                    |
| 0.5 ml/kg triethyl citrate | 9.1 | 14.1     | 715          | 63.9          | 6.0                    |
| 1 ml/kg triethyl citrate   | 9.0 | 14.2     | 700          | 64.2          | 6.0                    |

#### REFERENCES

1. Davis, C. High value opportunities from the chicken egg. RIRDC Publication / Davis C., Reeves, R. // No. 02/094, 2002.
2. Kinsella, J. E. Relationships between structure and functional properties of food proteins, In: Food Proteins. P. Fox and J. Condon, (Editors). Appl sci. Pulisher, NY, p.12, 1984.
3. Lomakina, K. A study of the factors affecting the foaming properties of egg white / Lomakina, K.; Mikova, K. // A review. Czech Journal of Food Science 2006, 24: 110–118.
4. Bailey, M. I. Foaming of egg white. Indian Engineering Chemistry 1935, 27: 973–976.
5. Yavuz, K. The effect of NaOH on the performance of the pasteurized liquid egg white / Yavuz, K. Ozcan, M.M // Journal of Agroalimentary Processisng and Technology 2016, 22(1): 43–45.

### ТОКСИКОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТИРОВАНИЯ ПРЕПАРАТА В ОБЪЕКТАХ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

### TOXICOLOGICAL AND BIOCHEMICAL CRITERIA FOR ECOLOGICAL REGULATION OF THE PREPARATION IN THE OBJECTS OF THE HUMAN ENVIRONMENTAL ENVIRONMENT

**М. М. Бойко, В. А. Стельмах,  
M. Voika, V. Stelmakh,**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
marina.lisci@mail.ru*

*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Перспективным направлением интенсификации сельскохозяйственного производства является применение регуляторов роста растений, которые дополняют эффективность использования удобрений и пестицидов. Для обеспечения безопасного обращения и минимизации рисков здоровья, работающих на производстве регулятора роста растений и при его агрохимическом применении, ГЭ-АЛК подлежит обязательной токсикологической оценке с внедрением в практику гигиенических регламентов и обоснованием мер профилактики профессиональных отравлений. Новизной и отличительной особенностью ГЭ-АЛК от других форм и групп зарегистрированных в государственном реестре средств защиты растений его принадлежность к химическому классу малоизученных сложных эфиров аминокислот, что требует актуализации практической методологии медико-биологических исследований

A promising area of intensification of agricultural production is the use of plant growth regulators that complement the efficiency of the use of fertilizers and pesticides. To ensure safe handling and minimize health risks, working on the production of a plant growth regulator and its agrochemical use, H-ALA is subject to mandatory toxicological assessment with the introduction of hygienic regulations and the justification of preventive measures for occupational poisoning. The novelty and distinctive feature of H-ALA from other forms and groups registered in the state register of plant protection products is its belonging to the chemical class of poorly studied amino acid esters, which requires updating the practical methodology of biomedical research

*Ключевые слова:* гексиловый эфир 5-аминолевулиновой кислоты, токсичность, субхроническая токсичность.

*Keywords:* hexyl ester of 5- aminolevulinic acid, toxicity, subchronic toxicity.

Гексиловый эфир 5-аминолевулиновой кислоты (гексиловый эфир 5-амино-4-оксопентановой кислоты, обозначения: ГЭ-АЛК, H-ALA, Эмпирическая формула: C<sub>11</sub>H<sub>22</sub>ClNO<sub>3</sub>, молярная масса: 251,75 г/моль, регистрационный № CAS: 140898-91-5) – сложный эфир 5-аминолевулиновой кислоты и гексанола.

Экспериментальные исследования проведены на белых мышах, крысах, руководствуясь Инструкцией №1.1.11-12-35-2004 «Требования к постановке экспериментальных исследований для первичной токсикологической оценке и гигиенической регламентации веществ» (Минск, 2004).

Известно, что большая часть регуляторов роста растений (РРР) – малотоксичные при разных путях воздействия с невыраженной видовой чувствительностью, которые в большей степени опасны наличием отдаленных эффектов воздействия. Исследователи мечтают политропный характер общетоксического действия РРР. Интегральные и специфические биомаркеры токсического действия многочисленны и включают показатели функции печени, почек, осмотическую резистентность эритроцитов и сперматозоидов, суммационный подпороговый потенциал, показатели поведенческих реакций. Анализ химического строения показывает, что часто они имеют структурное сходство с соединениями, которые присутствуют в организме животных и человека.

По накопленным экспериментальным данным, значительная часть пестицидов (около 67 %) относятся к веществам, способным в той или иной дозе оказывать вредное воздействие на функцию размножения. Из них 9,3 % обладает избирательным токсическим действием. Что касается РРР, у 89 % препаратов отмечены проявления гонадотоксичности, у 18 % препаратов гонадотоксичность была лимитирующим признаком вредности и, кроме того, 30 % РРР вызывали эмбриотоксический эффект. В отдельных случаях отмечены значимые изменения массы и размеров плодов.

В процессе изучения таких РРР как триман и ивин установлено снижение интенсивности ПОЛ, которое авторы относят за счет изменения вязкости мембран, наиболее значимого при меньшей испытанной дозе (0,013 мг/кг). Необходимо отметить, что для ивина и тримана характерно отсутствие зависимости «доза–время–эффект».

Регуляторы роста растений, как правило, слабокумулятивные ( $K_{cum} > 5$ ) по критерию смертности соединения, однако показатели зоны биологического действия некоторых РРР позволяют отнести их к сверхкумулятивным веществам. Выявленные в краткосрочных опытах нарушения часто являются лимитирующими при установлении пороговых и недействующих уровней при хроническом воздействии. Сложность состоит в том, что формально вредное действие заключается в изменениях, выходящих за пределы физиологических приспособительных реакций или скрытой патологии. Однако критерий избирательного биологического эффекта не всегда может быть критерием вредности. По мнению некоторых авторов, следует использовать уровень адаптивности организма по состоянию метаболизирующих систем, рассматривая это состояние одновременно как индикатор вредного действия и показатель адаптивности организма.

Учитывая высокую стоимость и длительные сроки проведения токсиколого-гигиенической оценки регуляторов роста растений по традиционной схеме, предпринимаются попытки разработки методов обоснования базового показателя для дальнейшего обоснования гигиенических показателей допустимой суточной дозы по данным краткосрочных экспериментов. При этом необходимо всегда проводить тщательный анализ научной литературы и экспертизу имеющихся данных, чтобы гарантировать, что РРР не будет оказывать неблагоприятного действия на здоровье человека и/или окружающую среду.

Особое внимание при гигиенической оценке регуляторов роста растений уделяется оценке качества сельскохозяйственной продукции. Интенсивное использование пестицидов и агрохимикатов в сельском хозяйстве, общее ухудшение экологической ситуации приводит к существенному снижению качества пищевых продуктов и в ряде случаев может представлять реальную и потенциальную опасность для здоровья населения. Показано, что препараты на основе фитогормонов оказывают существенное влияние на качество продуктов питания, изменяют гормональный статус растений и могут влиять на содержание витаминов, а также углеводный, минеральный и аминокислотный состав. Основное значение имеет изменение качественного состава незаменимых компонентов продуктов, являющихся главными источниками этих компонентов для человека.

Изучение токсических свойств гексилового эфира 5-аминолевулинговой кислоты при внутрижелудочном введении белым крысам препарата в дозах 110,30 и 11 мг/кг в течение 6 месяцев

Методы исследования. Со стороны нервной системы при дозе 110 мг/кг наблюдали у подопытных животных снижение двигательной активности и величины СПП на 34 % к контролю. Нарушение состояния мочевыводящей системы свидетельствуют достоверное снижение величины показателя водородных ионов мочи (рН 6,2), снижение суточного диуреза в 4,3 раза и клиренса креатинина в 2,6 раза по отношению к контролю. Морфологическое исследование структуры внутренних органов выявило наличие очагового продуктивного миокардита, интерстициального гепатита и дистрофических изменений гепатоцитов, интерстициального нефрита. Морфометрически зарегистрированы гиперпластические изменения надпочечников и слизистой оболочки желудка белых крыс с развитием акантоза и гиперкератоза.

При хроническом внутрижелудочном введении белым крысам ГЭ-АЛК в дозе 30 мг/кг на фоне отсутствия сдвигов клино-биохимических, морфологических и морфометрических показателей обнаружено лишь достоверное снижение СПП на 35 %, что позволило определить данный уровень воздействия в качестве порога хронического действия.

В результате экспериментов лимитирующим показателем хронического общетоксического действия ГЭ-АЛК является функциональное состояние нервной системы. Проявление токсического действия препарата отсутствовали при дозе 11 мг/кг, что позволило использовать данную величину для расчета допустимой суточной дозы ГЭ-АЛК. Учитывая высококумулятивные свойства соединения, максимально недействующая доза снижена в 100 раз, что определило величину допустимой суточной дозы на уровне 0,11 мг/кг. Допустимое суточное поступление для человека средней массой 50 кг не должно превышать 5,5 мг/сутки.

Прогнозные значения ориентировочно безопасного уровня воздействия (ОБУВ) в воздухе рабочей зоны ГЭ-АЛК рассчитывали по формулам, предложенных для всех групп пестицидов.

ОБУВ ГЭ-АЛК в атмосферном воздухе установлен на уровне 0,01 мг/м<sup>3</sup> по расчетам, учитывающим молекулярную массу, основные параметры токсичности и величину ОБУВ в воздухе рабочей зоны. При данной величине ОБУВ в организме человека с атмосферным воздухом может поступить 0,2 мг ГЭ-АЛК, что составит 3,6 % от допустимого суточного поступления для человека.

Допустимая концентрация ГЭ-АЛК в почве рассчитанная по величине допустимой суточной дозы и составляет 0,3 мг/кг. Агротехническое применение препарата для предпосевной обработки семян, ячменя, рапса, льна при рекомендуемых нормах расхода до 3 г/т не приведет к превышению установленного ОДК в почве.

С пищевым рационом в организм человека может поступать до 70 % остаточных количеств средств защиты растений, обнаруживающегося во всех средах. Рассчитанное безопасное поступление ГЭ-АЛК. Поступающего с пищевыми продуктами, составит 3,85 мг/чел./сутки.

Возможное суточное поступление ГЭ-АЛК в организм человека с учетом установленных нормативов для разных сред составит: с пищевыми продуктами – 0,11 мг, с водой – 0,3 мг, воздухом – 0,2 мг.

По результатам исследования токсикологической оценки обоснован ряд гигиенических регламентов ГЭ-АЛК в среде обитания человека: ОБУВ в воздухе рабочей зоны – 0,8 мг/м<sup>3</sup>, ОБУВ в атмосферном воздухе – 0,01 мг/м<sup>3</sup>, ОБУВ в воде – 0,1 мг/дм<sup>3</sup>, ОБУВ в почве – 0,8 мг/кг.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Козырева, Ф. У. Критерии безопасности биологически активных веществ и проблемы их гигиенического регламентирования / Ф. У. Козырева, В. В. Семенова, Г. И. Сидорин // Тез. докл. 2-го съезда токсикологов России, Москва, 10–13 нояб. 2003 г. / Рос. регистр потенциально опасных химических и биологических веществ Минздрава России; редкол.: Ю.С Гольдфарб [и др.]. – М., 2003. – С. 133–134.

2. Шепельская, Н. Р. Оценка пестицидов по степени опасности для репродуктивной системы человека / Н. Р. Шепельская // Современ. проблемы токсикологии. – 2004. – № 3. – С. 39–42.

## **GANODERMA LUCIDUM КАК ИСТОЧНИК БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ GANODERMA LUCIDUM AS A SOURCE OF BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS**

**А. К. Лямцева, А. С. Чубарова  
A. Lyamtseva, A. Chubarova**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
lyamtseva98@gmail.com  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Грибы – уникальная группа живых организмов, представляющая с медицинской точки зрения, потенциальный источник фармакологически активных веществ. Характерным для грибов является накопление метаболитов определенной химической структуры, присущих только этому царству организмов. *Ganoderma lucidum* – продуцент различных по химической природе и спектру действия биологически активных веществ. Создание биологически активных добавок и лекарственных средств на основе биомассы гриба, смогут найти широкое применение в медицине и фармации.

Fungi are a unique group of living organisms, representing from a medical point of view, a potential source of pharmacologically active compounds. Characteristic for fungi is the accumulation of metabolites of a certain chemical structure, inherent only in this kingdom of organisms. *Ganoderma lucidum* – producing different in chemical nature and spectrum of action of biologically active compounds. The creation of dietary supplements and drugs based on the biomass of the fungus can be widely used in medicine and pharmacy.

*Ключевые слова: Ganoderma lucidum, биологически активные вещества, полисахариды, тритерпены.*

*Keywords: Ganoderma lucidum, biologically active compounds, polysaccharides, triterpenoids.*

Грибы – уникальная группа живых организмов, представляющая с медицинской точки зрения, потенциальный источник фармакологически активных веществ. Характерным для грибов является накопление метаболитов определенной химической структуры, присущих только этому царству организмов. Вследствие этого многие биологически активные добавки грибного происхождения обладают широким спектром биологических активностей. Однако, в виду низкой изученности компонентного состава биомассы грибов и их биологических активностей,



этот потенциальный источник фармацевтически активных соединений на данный момент используется не в полном объеме.

Практически все грибы способны продуцировать большое количество разнообразных биологически активных веществ, однако не все они используются в качестве лекарственных. Среди огромного разнообразия видов грибов вторичные метаболиты порядка 25 видов обладают доказанной биологической активностью и широко используются при терапии различных заболеваний. Эти виды составляют группу так называемых медицинских грибов.

Одним из таких представителей является гриб *Ganoderma lucidum* – продуцент различных по химической природе и спектру действия биологически активных веществ. Биомасса *Ganoderma lucidum*, благодаря наличию широкого спектра биологически активных веществ, обладает антибиотической, антиоксидантной, адаптогенной, противовирусной, противоопухолевой, тромболитической, гипогликемической, иммуностимулирующей и другими видами активностей [1]. Таким образом, создание биологически активных добавок и лекарственных средств на основе биомассы гриба, смогут найти широкое применение в медицине и фармации [4].

Современная экологическая обстановка, ритм жизни, стрессы ставят перед фармацевтической промышленностью запрос в создании лекарственных средств или биологически активных добавок, повышающих общую сопротивляемость организма человека по отношению к названным факторам, то есть адаптогенность. Согласно Н. В. Лазареву адаптогенами называются такие лекарственные вещества, с помощью которых возможно ввести организм в состояние неспецифической повышенной сопротивляемости. По своему происхождению адаптогены делят на синтетические и природные. В свою очередь, адаптогены природного происхождения подразделяют на растительные и животные.

Основными путями достижения состояния неспецифической повышенной сопротивляемости (СНПС) являются следующие:

а) включение генетически детерминированных адаптационных систем повышения СНПС;

б) регуляция течения стрессорных реакций организма – стресспротекторное действие, а далее – включение СНПС.

Главными свойствами лекарственных средств, определяющими их принадлежность к классу адаптогенов, И. И. Брахман (1968) назвал следующие:

1) безвредность;

2) способность воздействовать лишь на функционально измененном фоне;

3) повышение сопротивляемости организма к различным повреждающим воздействиям (т.е. свойство вводить организм в СНПС);

4) способность действовать независимо от направленности сдвигов и тем выраженнее, чем глубже изменения (до определенных пределов);

5) увеличение работоспособности;

К настоящему времени по мере накопления научных сведений эти свойства дополнились следующими:

1) оптимизация функций основных систем организма;

2) антиоксидантные свойства;

3) стимуляция регенераторных процессов;

4) профилактика болезней и увеличение продолжительности жизни [5].

Адаптогены природного происхождения занимают ведущее место среди этой группы лекарственных средств. Особая ценность таких природных лекарственных средств заключается в их низкой токсичности, широком спектре биологических активностей за счет уникального комплекса биологически активных веществ, возможности длительного применения. Кроме того, следует отметить, что у природных веществ регулирующие свойства выражены в большей степени, по сравнению с синтетическими, шире диапазон их профилактического и терапевтического применения, а отсюда – широкие возможности их практического применения.

В течение последних лет все большее распространение получают экспериментальные и клинические исследования, посвященные применению лекарственных средств и пищевых добавок, получаемых из грибов. Биологически активные добавки, получаемые из грибов, чаще всего предназначены для употребления одновременно с пищей или введения в состав пищевых продуктов. Они используются как дополнительный источник пищевых веществ и биологически активных веществ; для оптимизации обмена веществ; для нормализации или улучшения функционального состояния органов и систем; снижения риска заболеваний; нормализации микрофлоры в кишечнике.

В качестве полезных компонентов питания издавна использовали такие грибы, как белые, лисички, рыжики, а в Восточной медицине с древних времен наиболее популярны такие грибы, как *Ganoderma lucidum*, *Lentinus edodes* и *Cordyceps sinensis*. Среди восточных растительных средств (Китай, Япония) особо ценились эти грибы, обладающие выраженными тонизирующими и оздоравливающими свойствами. Считается, что эти грибы способствуют увеличению общей сопротивляемости организма и достижению активного долголетия [5].

*Ganoderma lucidum* – один из известных базидиальных грибов, обладающий широким спектром биологической активности. Исследователи уделяют большое внимание иммуномодулирующим и противоопухолевым свойствам этого гриба. Противоопухолевые свойства метаболитов *G. lucidum* связаны с их антиканцерогенным, цитотоксическим, антиангиогенным, антимагистатическим, иммуномодулирующим действием и некоторыми другими особенностями.

Антиканцерогенное действие проявляется в ингибировании роста и развития клеток, предрасположенных к перерождению в злокачественные, в снижении их жизнеспособности. Превентивное действие *G. lucidum* проявляется в индукции апоптоза клеток эпителия мочевыводящих путей человека и ингибировании теломеразной активности в этих клетках.

Прямой цитотоксический эффект гриба выражается в торможении пролиферации опухолевых клеток, индукции программируемой (апоптоз) и непрограммируемой (некроз) клеточной гибели, дифференциации опухолевидных опухолевых клеток в зрелые нормальные клетки.

Необходимо отметить, что экстракты и индивидуальные метаболиты *G. lucidum* не оказывают повреждающего действия на нормальные клетки. Один из механизмов прямого цитотоксического действия может быть обусловлен ингибированием протеинкиназ и активацией процесса апоптоза.

Процессы опухолевой инвазии и метастазирования тесно связаны друг с другом. Опухолевые клетки приобретают способность к инвазии и метастазированию в результате снижения адгезивных взаимодействий клеток опухолей друг с другом, с нормальными клетками микроокружения и с внеклеточным матриксом; продуцировании протеаз, разрушающих внеклеточный матрикс; индуцирования ангиогенеза, обеспечивающего дополнительные пути эвакуации клеток первичной опухоли.

Важным механизмом действия *G. lucidum* является ингибирование экспрессии плазминогена урокиназного типа, играющего центральную роль в метастазировании и инвазии опухолей. Способность экстрактов *G. lucidum* тормозить рост и метастазирование опухолей показана в ряде экспериментов *in vitro* [2].

В многочисленных исследованиях *in vitro* и *in vivo* было показано, что водные экстракты плодовых тел, спор и мицелия *G. lucidum* и выделенные из них полисахаридные фракции и индивидуальные полисахариды, а также некоторые тритерпены и белок, выделенный из мицелия *G. lucidum*, обладают выраженными иммуномодулирующими свойствами. Характер воздействия полисахаридов этого гриба на иммунную систему разнообразен и включает в себя действие на функции гуморального и клеточного иммунитета.

Одним из важнейших механизмов иммуномодулирующего действия полисахаридов *G. lucidum* является активация макрофагов и влияние на их функции. Водные экстракты плодовых тел, индивидуальные полисахариды, выделенные из плодовых тел, спор и мицелия, стимулируют продукцию макрофагами цитокинов в значительной степени.

Полисахариды, изолированные из мицелия *Ganoderma lucidum*, оказывают стимулирующее действие на иммунную систему. Показано, что этот эффект достигается за счет уникального сочетания арабиноглюканов,  $\beta$ -глюканов и эргостерина. Считается, что такой уникальный состав обеспечивает лечебные свойства данного гриба [4].

Полисахариды *G. lucidum* могут защищать клетки от повреждений, вызванных окислительным стрессом. Гликопротеин, выделенный из плодовых тел, предотвращает окислительное повреждение макрофагов, увеличивает продолжительность жизни макрофагов и защищает от повреждения органеллы клетки, такие как митохондрии и эндоплазматический ретикулум.

Полисахариды и тритерпены *G. lucidum* способны повышать активность естественных киллеров, лимфоцитов, способных осуществлять быстрый цитолиз чужеродных пролиферирующих клеток, в том числе опухолевых клеток. Водорастворимая фракция полисахаридов *G. lucidum* достоверно увеличивает цитотоксическую активность естественных киллеров в здоровых мышах и мышах с новообразованием.

Механизм действия полисахаридов и их комплексов с белками на иммунную систему до конца не ясен. По всей вероятности, полисахариды *G. lucidum* могут связываться со специфическими рецепторами поверхности ряда клеток иммунной системы, приводя к увеличению активности макрофагов, Т- и В-лимфоцитов, натуральных киллеров, других эффекторных клеток, вызывая каскад реакций. В работах последних лет было показано, что одними из таких рецепторов являются toll-like рецепторы [2].

Проблемы регуляции оксидативного стресса и поиск биологически активных веществ, обладающих антиоксидантной активностью, находятся в центре внимания исследователей. В норме скорость свободнорадикальных реакций относительно мала, что обусловлено сбалансированной работой системы антиоксидантной защиты организма. При её ослаблении возрастает продукция радикалов-инициаторов, возникает «синдром липидной пероксидации», способствующий повреждению мембран клеток, развитию различных заболеваний. Учитывая это, важным в питании человека является регулярное поступление с пищей антиоксидантов – веществ, замедляющих или предотвращающих окисление органических соединений, и тем самым защищающих организм от негативного воздействия свободных радикалов. Перспективным в этом отношении является *G. lucidum*, который содержит различные биологически активные вещества, проявляющие антиоксидантные свойства [3].

Таким образом, показано, что *G. lucidum* является перспективным источником биологически активных веществ, которые могут проявлять адаптогенные свойства. Более детальное исследование его химического состава приведет к созданию новых, эффективных лекарственных средств. Кроме того, следует отметить, что согласно данным литературы, преимущество *G. lucidum* в том, что препараты из него можно принимать неограниченно долгое время без риска развития побочных эффектов и осложнений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Boh, B. *Ganoderma lucidum* and its pharmaceutically active compounds / B. Boh [and oth.] // *Biotechnology annual review*. – 2007. – Vol. 13. – P. 265–301.
2. Корман, Д. Б. Альтернативная терапия рака / Д. Б. Корман. – М.: Практическая медицина, 2016. – 192 с.

3. Корнен, Н. Н. Исследование антиоксидантных свойств пищевых добавок, полученных из вторичных растительных ресурсов, в опытах на лабораторных животных / Н. Н. Корнен [и др.] // Новые технологии. – 2017. – № 1. – С. 24–31.
4. Сакович, В. В. Базидиомицеты как источники биологически активных веществ / В. В. Сакович, Д. Д. Жерносеков // Вестник Полесского Государственного Университета. – 2018. – № 1. – С. 3–13.
5. Яременко, К. В. Оптимальное состояние организма и адаптогены / К. В. Яременко. – СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2008. – 129 с.

**ИЗУЧЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЛИМФОЦИТЫ ЧЕЛОВЕКА  
АМИЛОИДНЫХ АФИБРИЛ И КОМПЛЕКСА ИОНОВ АЛЮМИНИЯ  
И АМИЛОИДНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ ЛИЗОЦИМА МЕТОДОМ ДНК-КОМЕТ  
STUDYING INFLUENCE OF AMYLOID FIBRILS AND COMPLEXES  
OF ALUMINUM IONS AND AMYLOID FIBRILS FROM LYSOZYME  
ON HUMAN LYMPHOCYTES USING DNA-COMET ASSAY**

**A. С. Скоробогатова, Е. И. Венская, Е. И. Слобожанина  
A. Skarabhatava, E. Venskaya, E. Slobozhanina**

*Институт биофизики и клеточной инженерии Национальной академии наук Беларуси,  
г. Минск, Республика Беларусь  
sas.alesya@gmail.com  
Institute biophysics and cell engineering of NAS of Belarus, Minsk, Republic of Belarus*

Изучено воздействие комплекса ионов алюминия и амилоидных фибрилл на основе лизоцима на лимфоциты человека *in vitro* методом ДНК-комет. Анализ параметров, характеризующих повреждение ДНК в клетках, позволяют заключить, что воздействие *in vitro* на лимфоциты периферической крови раствора лизоцима куриного яйца, амилоидных структур на основе лизоцима, а также комплексов лизоцима с ионами алюминия не вызывает нарушения структуры ДНК в клетках.

Influence of complexes of aluminum ions and amyloid fibrils on human lymphocytes *in vitro* was studied using DNA-comet assay. It was shown that parameters described DNA damage in cells illustrated that solution of lysozyme of chicken egg, amyloid fibrils from lysozyme and also complexes with aluminum ions do not lead to DNA damage.

*Ключевые слова:* амилоидные фибриллы, ионы алюминия, ДНК-кометы.

*Keywords:* amyloid fibrils, aluminum ions, DNA-comets.

Амилоиды – это неразветвленные белковые структуры, которые состоят из  $\beta$ -нитей неопределенной длины. На сегодняшний день образование таких патологических белков описано при развитии целого ряда заболеваний, включая нейродегенеративные расстройства [1].

Агрегация амилоидов связана не только с первоначальной аминокислотной последовательностью белков, но и с воздействием других факторов, например, ионов металлов, значения pH и температуры окружающей среды. Было установлено, что ионы металлов играют большую роль в фибрилляции амилоидных пептидов [2]. В экспериментах на животных было показано, что введение наноалюминия стимулирует синтез  $\beta$ -амилоидных белков, повышая активность генов предшественника амилоидного белка, а также  $\beta$ -секретазы BACE1 [3]. Алюминий – хорошо известный нейротоксин, во многих исследованиях обсуждается его возможная связь с развитием нейродегенеративных патологий. Точные этиологические факторы возникновения этой патологии не известны, несмотря на это гипотезы о ее развитии включают совокупное действие генетических факторов, травм головы, окислительного стресса, инфекционных агентов и факторов окружающей среды [4].

Так как непосредственной средой для транспорта амилоидных структур и ионов алюминия в организме человека является кровь, то высока вероятность образования комплексов амилоидных фибрилл с ионами алюминия. Могут ли амилоидные фибриллы или их комплексы с металлами оказывать влияние на ДНК лимфоцитов до сих пор остается невыясненным.

Цель работы – выявить основные особенности воздействия комплекса ионов алюминия и амилоидных структур на основе лизоцима на степень повреждения ДНК в лимфоцитах периферической крови человека методом ДНК-комет.

Эксперименты проведены на лимфоцитах периферической крови доноров, полученной из ГУ «РНПЦ трансфузиологии и медицинских биотехнологий» МЗ РБ. Лимфоциты выделяли из цельной крови в градиенте плотности гистобака. В экспериментах были использованы образцы общей популяции лимфоцитов с концентрацией клеток  $1 \times 10^6$  в 1 мл.

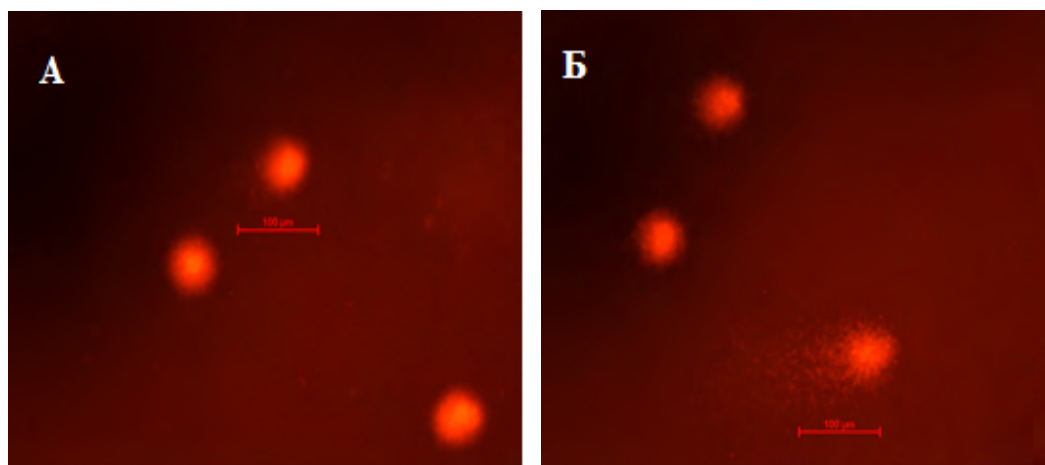
Амилоидные структуры и комплексы амилоидных структур с ионами алюминия были получены из лизоцима куриного яйца (Sigma) путем выдерживания его раствора в 10 мМ HCl при 60 °С в течение 6 суток при постоянном перемешивании с/без добавления 100 мМ хлорида алюминия. Контроль за процессом образования амилоидов проводили ежедневно флуоресцентным методом с использованием зонда тиюфлавина Т.

Для анализа ДНК-комет каждый исследуемый образец лимфоцитов готовили на 3-х стеклах согласно существующему протоколу щелочного типа исследования [5]. В качестве флуоресцентного красителя использовался этидиум бромид, который хорошо известен благодаря своей способности связываться с ДНК. Микроскопические исследования проводились на микроскопе Nikon Eclipse 50i (фильтр возбуждения 450–490 нм) цифровой цветной фотокамерой Nikon DS-Fi1. Для анализа с каждого стекла для обчета данных было сделано по 50 снимков комет. Обработку полученного изображения проводили с помощью программы CASP (версия 1.2.3b.2).

Из литературы известно, что амилоидные фибриллы могут локализоваться в ядрах, например, агрегаты пептидов были обнаружены в ядрах СНО-клеток (клетки яичника китайского хомячка) [1] и кадаверных образцах мозга пациентов с болезнью Альцгеймера [2]. Эти данные совместно с работами, в которых показано взаимодействие различных форм амилоидных белков с ДНК [1], а также описаны изменения уровня транскрипции различных генов, включая связанный с апоптозом р53, вследствие накопления в ядрах пептида Аβ1-42 [1], позволяют предположить, что взаимодействие между амилоидами и ДНК, приводящее к нарушению регуляции транскрипции, может служить пусковым механизмом развития болезни Альцгеймера [4]. Ранее в нашей лаборатории установлено, что воздействие на лимфоциты человека ионов алюминия в концентрации 27 мг/л приводит к незначительному повреждению ДНК.

Для анализа генотоксического эффекта воздействия на лимфоциты человека амилоидных структур на основе лизоцима и их комплексов с ионами алюминия был использован метод определения повреждений ДНК в отдельной клетке – метод «ДНК-комет». В его основе лежит проведение гель-электрофореза единичных лизированных клеток. При этом молекулы ДНК распределяются в геле под воздействием электрического поля, а треки ДНК визуализируют посредством окрашивания флуоресцентным красителем и исследуются микроскопически. При наличии разрывов ДНК нарушается структурная организация хроматина и утрачивается сверхспирализация ДНК, что приводит к ее релаксации, формируются фрагменты ДНК. В электрическом поле релаксированные петли и фрагменты ДНК вытягиваются по направлению к аноду, что и придает наблюдаемым объектам вид «комет» [5]. Щелочной вариант метода ДНК-комет, используемый нами, позволяет оценивать, главным образом, выход однонитевых разрывов, так как при использовании этого протокола двунитевые разрывы составляют менее 5 % общего выхода повреждений ДНК [5].

На рис. 1 представлены изображения ДНК-комет контрольных клеток и изображение комет, полученных после обработки лимфоцитов комплексом ионов алюминия и амилоидных фибрилл, окрашенных этидиум бромидом после гель-электрофореза.



*Рисунок 1 – Изображение ДНК-комет контрольных лимфоцитах (А) и лимфоцитов, подвергшихся воздействию комплекса амилоидных фибрилл с ионами алюминия (Б), после гель-электрофореза и окрашивания этидиумбромидом*

Для характеристики полученных комет и анализа данных было использовано 6 параметров, которые автоматически рассчитываются программой CASP (версия 1.2.3b.2):

- LHead – длина «головы кометы»;
- LTail – длина «хвоста кометы»;
- Lcomet – общая длина кометы;
- TailDNA - % ДНК в «хвосте кометы»;
- TM (Tail Moment) – «момент хвоста кометы» или индекс повреждения ДНК, который учитывает, как длину «хвоста», так и содержание (количество) ДНК в «хвосте кометы»;

• ОТМ (Olive Tail Moment) – «момент хвоста по Оливке» или (%ДНК в «хвосте кометы»)×(средняя длина «хвоста»–средний размер «головы»)×(расстояние между центром притяжения ДНК в «хвосте» и центром притяжения ДНК в «голове» по оси x).

Полученные данные приведены в табл. 1. Установлено, что наибольшие изменения изучаемых параметров вызывает воздействие на лимфоциты комплекса амилоидных структур и ионов алюминия. При этом происходит уменьшение размера «головы кометы», с одновременным увеличением длины хвоста и общей длины кометы.

Известно, что параметры «TailDNA», «TM» и «OTM» наиболее оптимально характеризуют степень повреждения ДНК во время анализа комет [5]. Нами не обнаружено достоверных различий значений этих параметров при сравнении контрольных клеток и лимфоцитов после воздействия на них комплексов амилоидов и ионов алюминия, что свидетельствует о том, что значительного нарушения структуры ДНК, ведущего к ее фрагментации, в наших экспериментальных условиях не происходит.

Таблица 1 – Параметры, характеризующие ДНК–кометы, полученные с помощью программного обеспечения CASP (версия 1.2.3b.2), для лимфоцитов до и после различных воздействий

| Условия инкубации лимфоцитов   | LHead        | LTail     | LComet       | TailDNA   | TM        | OTM        |
|--|--------------|-----------|--------------|-----------|-----------|------------|
| В PBS буфере (контроль)  | 123,18±28,6  | 4,91±1,03 | 124,62±20,44 | 1,92±1,08 | 0,57±0,31 | 1,08±0,079 |
| Лизоцим (PBS буфер + 30 мкг/мл лизоцима куриного яйца)                                   | 118,35±20,23 | 4,82±2,57 | 123,4±19,31  | 1,74±0,44 | 0,25±0,06 | 0,58±0,04  |
| Амилоиды (PBS буфер + амилоиды из лизоцима куриного яйца)                                | 118,57±17,8  | 5,55±3,29 | 124,34±17,34 | 1,44±0,84 | 0,38±0,05 | 0,62±0,05  |
| Лизоцим + 100 мкл AlCl <sub>3</sub> (PBS буфер буфер + 30 мкг/мл лизоцима куриного яйца) | 117,02±19,42 | 7,08±2,61 | 124,09±19,9  | 2,05±0,97 | 0,45±0,05 | 1,08±0,25  |
| Амилоиды + 100 мкл AlCl <sub>3</sub> (PBS буфер + амилоиды из лизоцима куриного яйца)    | 116,7±21,84  | 9,72±2,47 | 126,24±23,19 | 4,41±1,55 | 2,35±0,96 | 2,22±0,5   |

Таким образом, полученные нами данные позволяют заключить, что воздействие *in vitro* на лимфоциты периферической крови раствора лизоцима куриного яйца, амилоидных структур на основе лизоцима, а также комплексов лизоцима с ионами алюминия не вызывает нарушение структуры ДНК в клетках.

Работа выполнена при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (БРФФИ), грант Б17М-098.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Aremu, D. A.* Accumulation of aluminum by primary cultured astrocytes from aluminum amino acid complex and its apoptotic effect / D. A. Aremu, S. Meshitsuka // Brain Res. – 2005. – Vol. 1031. – P. 284–296.
2. *Chen, W-T.* Distinct effects of Zn<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, and Al<sup>3+</sup> on amyloid-β stability, oligomerization and aggregation: amyloid-β destabilization promotes annular protofibril formation / W-T. Chen [et al.] // J. of Boil. Chem. – 2011. – Vol. 286. – № 11. – P. 9646–9656.
3. *Lalnlan, S.* The effect of aluminum ion on the aggregation of human islet amyloid polypeptide / S. Lalnlan [et al.] // Acta biochim. Biophys. Sin. – 2017. – Vol. 49. – № 4. – P. 355–360.
4. *Zatta, P.* Aluminium and Alzheimer's disease: A Vexata Questio between uncertain data and a lot of imagination / P. Zatta. // Journal of Alzheimer's disease. – 2006. – Vol. 10. – P. 33–37.
5. *Kumaravel, T. S.* Reliable Comet assay measurements for detecting DNA damage induced by ionising radiation and chemicals / T. S. Kumaravel, A. N. Jha // Mutation Research. – 2006. – Vol. 605. – P. 7–16.

# ОСОБЕННОСТИ ФАРМАКОЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИМЕНЕНИЯ РЕНТГЕНОКОНТРАСТНЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ОБСЛЕДОВАНИЯХ С КОНТРАСТНЫМ УСИЛЕНИЕМ

## FEATURES OF PHARMACOECONOMIC ANALYSIS OF THE USE OF X-RAY CONTRAST AGENTS IN DIAGNOSTIC EXAMINATIONS WITH CONTRAST ENHANCEMENT

*А. И. Шарейко, В. О. Лемешевский*  
*A. Shareika, V. Lemiasheuski*

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
jonalinaj@gmail.com  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Насыщенность отечественного фармацевтического рынка товарами аптечного ассортимента позволяет реализовать любую задачу, однако, в условиях ограниченного финансирования, актуальным является внедрение ресурсосберегающих технологий, позволяющих с минимальными затратами обеспечить потребность лечебно-профилактических учреждений в лекарственных средствах. Во многих случаях современные рентгеновские методы диагностики и лечения требуют использования достаточно больших (100–200 мл) объемов рентгеновских контрастных средств. В связи с этим в мире отмечается постоянный рост их потребления.

The saturation of the domestic pharmaceutical market with pharmacy assortment goods allows you to accomplish any task, however, in conditions of limited funding, the introduction of resource-saving technologies is important, which make it possible to ensure the need of medical and preventive institutions for medicines at minimal cost. In many cases, modern x-ray methods of diagnosis and treatment require the use of sufficiently large (100–200 ml) volumes of x-ray contrast agents. In this regard, the world has seen a steady increase in their consumption.

*Ключевые слова:* фармакоэкономика, рентген, анализ, препарат, диагностика, исследование.

*Keywords:* pharmacology, x-ray, analysis, drug, diagnosis, research.

Оценка экономической целесообразности медицинских технологий с последующим принятием обоснованных управленческих решений по выбору оптимальных методов диагностики и лечения – важное условие обеспечения доступности медицинской помощи в условиях ограниченных ресурсов.

Опыт системы здравоохранения ведущих, экономически развитых стран (США, Великобритании, Канады, Австралии, Германии), несмотря на различия в их организации, свидетельствует о том, что на современном этапе терапию можно строить не только на данных об эффективности, переносимости и безопасности, но и с учетом фармакоэкономического анализа. Это приводит к снижению затрат на лекарства без уменьшения эффективности лечения.

Фармакоэкономика занимается исследованиями с целью оценки поведения людей, компаний и рынка в связи с применением фармакоэкономических процессов и программ, направленных на изучение затрат (вложений) и последствий (результат) такого применения. В течение последних лет наметился интенсивный рост научных исследований по изучению экономической эффективности лекарственных средств.

Целью данного исследований послужило проведение сравнительного фармакоэкономического анализа применения различных рентгеноконтрастных препаратов при диагностических обследованиях с контрастным усилением в лечебно-профилактических учреждениях.

Основные области применения фармакоэкономики:

1. Организация здравоохранения (определение бюджетных затрат при формировании бюджета здравоохранения в условиях конкретной финансово-экономической ситуации).

2. Рынок фармацевтических препаратов.

3. Практическое здравоохранение (формирование лекарственного формуляра и т. д.).

4. Клинические испытания новых лекарственных препаратов. В настоящее время используются 5 основных видов фармакоэкономической оценки:

– Анализ «стоимость болезни» (COI – Cost Of Illness).

– Анализ «минимизации затрат» (CMA – Cost-Minimization Analysis).

– Анализ «затраты – эффективность» (CEA – Cost-Effectiveness Analysis).

– Анализ «затраты – полезность (утилитарность)» (CUA – Cost-Utility Analysis).

– Анализ «затраты – выгода (польза)» (CBA – Cost-Benefit Analysis).

Конкретный выбор между представленными видами экономической оценки зависит от целей и задач исследования, заказчика, для которого выполняется данное исследование, характера исследуемой медицинской технологии и способа ее оценки.

При сопоставлении стоимости болезни у нескольких пациентов лечебного учреждения с одной и той же нозологической формой можно рассчитать среднюю стоимость лечения каждой конкретной болезни в конкретном медицинском учреждении. При этом результаты оказываемой медицинской помощи в расчет не принимаются. Полученные данные не создают условий для управления качеством оказываемой медицинской помощи.

Анализ минимизации затрат используется для подтверждения предпочтения более дешевому методу лечения. Метод «минимизации затрат» позволяет сопоставлять альтернативные технологии, выбирая при этом наиболее дешевые. Однако такой подход малоприменим в практической деятельности, так как достаточно редко можно встретить альтернативные технологии, обладающие одинаковым клиническим эффектом и различающиеся исключительно стоимостью. Метод «минимизации затрат» не учитывает результаты применения медицинских технологий.

С точки зрения экономической оценки качества медицинской помощи этот метод имеет ограниченное применение, однако дает возможность оценивать некоторые экономические показатели фармакотерапии. Одним из наиболее часто употребляемых экономических исследований является анализ «затраты – эффективность». Если двумя или более медицинскими вмешательствами различной степени эффективности преследуется одна и та же лечебная цель, то в этих случаях наиболее целесообразно выполнять анализ по критерию «затраты – эффективность».

Анализ такого рода дает возможность учитывать и соотносить как расходы, так и полученные результаты (эффективность) лечебных мероприятий. В качестве единиц эффективности чаще всего используются годы сохраненной жизни или предотвращенные случаи смерти. Если в результате расчетов оказывается, что какой-либо вариант не только более эффективный, но и обходится дешевле, то его можно расценивать как «доминирующая альтернатива». Некоторые исследователи рассматривают анализ «затраты – полезность» как частный случай анализа «затраты – эффективность». При этом варианте учитывается не столько достижение тех или иных клинических эффектов, сколько мнение самого пациента о достигнутых результатах с точки зрения их полезности, переносимости лечения, его безопасности и т.д. Пациент вправе выбирать, какой результат предпочтительнее: сомнительный эффект терапии или паллиативное лечение, направленное на уменьшение болезненных реакций [2].

Высокая стоимость диагностики и лечения, профилактических и реабилитационных мероприятий, длительная, часто необратимая, утрата больными трудоспособности, значительные затраты на социальное обеспечение и страхование влекут за собой большие финансовые и экономические потери. Экономическая оценка представляет собой комплекс методик, предназначенных для решения вопросов, связанных с распределением ресурсов; она дает информацию как о преимуществах того или иного метода лечения, так и о затратах, необходимых для получения этих преимуществ.

Современная лучевая диагностика немыслима без применения рентгеноконтрастных средств (РКС). Существуют 4 класса современных РКС: высокоосмолярные ионные мономеры, низкоосмолярные ионные димеры, низкоосмолярные неионные мономеры и изоосмолярные неионные димеры. Контрастирующие свойства всех этих препаратов определяются концентрацией йода. При одинаковых концентрациях йода и равных параметрах введения контрастирование сосудов и тканей препаратами всех этих классов примерно одинаково. Обычно для коронарной ангиографии и шунтографии, а также компьютерной томографической ангиографии (КТА) применяют препараты с концентрацией йода 320 и 350 мг/мл. Для периферической ангиографии и компьютерной томографии (КТ) головного мозга и внутренних органов применяют препараты и с более низкой концентрацией йода (240 и 300 мг/мл).

Среди рентгеноконтрастных веществ, предназначенных для внутреннего введения, наибольшую группу составляют водорастворимые контрастные вещества. Эти вещества усиливают естественную контрастность диагностируемых элементов и затем выводятся из организма в основном через мочевыделительную систему. Любое контрастное вещество оценивается с позиций его диагностической эффективности и безопасности для больного критериев, обычно находящихся в антогонистическом противоречии друг с другом. Диагностическая эффективность рентгеноконтрастных веществ определяется количеством атомов контрастного вещества (как правило, йода) в молекуле: чем больше атомов йода включено в структуру молекулы и чем больше концентрация раствора, тем выше контрастность. Безопасность контрастного вещества зависит от его биологической инертности, т. е. отсутствия взаимодействия с биологическими и химическими структурами.

Клинико-экономическая эффективность применения медицинской технологии и/или препарата в основном, определяется двумя составляющими:

1. Затраты в момент применения технологии/препарата с учетом эффективности лечения или диагностики. При этом оценка эффективности диагностики должна включать расчет стоимости возможной коррекции лечебной тактики и дополнительных диагностических процедур, если первичная диагностика недостаточно точна;

2. Стоимость лечения побочных эффектов и/или осложнений. Если применение препарата/технологии сопровождается серьезными побочными эффектами, требующими оказания больным дополнительной медицинской помощи, затраты на их коррекцию могут оказаться значительными для системы здравоохранения даже при относительно небольшой частоте их развития. Применительно к рентгеноконтрастным средствам (РКС)

наибольшие потенциальные затраты в этой области связаны с лечением такого относительно редкого, но опасного осложнения, как контрастиндуцированная нефропатия (КИН) [1].

При условии одинаковой контрастирующей способности основную роль при выборе рентгенологами РКС играют параметры, определяющие его безопасность. Среди них важнейшими являются нефротоксичность РКС и риск аллергических и анафилактических реакций, связанных с его введением.

В многочисленных научных работах показано, что неионные низко- и изоосмолярные РКС обладают оптимальным профилем безопасности, в том числе при исследованиях сердца и сосудов. Частота побочных реакций при их применении на порядок ниже, чем при использовании ионных препаратов. Низко- и изоосмолярные вещества вызывают гораздо меньшие сдвиги гемодинамики, нежели ионные вещества.

В последние годы большое внимание специалистов привлекла проблема контрастиндуцированной нефропатии, определяемой Рабочей группой по безопасности контрастных средств при Европейском обществе урогенитальной радиологии (European Society of Urogenital Radiology – ESUR) как состояние, при котором имеются признаки нарушения функции почек (повышение уровня креатинина в плазме крови более чем на 25 % от исходного уровня, или – в абсолютных значениях – более чем на 44 мкмоль/л (эквивалент 0,5 мг/дл) в течение 3 дней после внутрисосудистого применения РКС при отсутствии альтернативных причин.

Исследуются различные пути снижения нефротоксичности РКС. Установлено, что основными способами профилактики нефротоксичности являются:

- адекватная гидратация пациента;
- снижение (по возможности) дозы РКС;
- применение неионных РКС.

Признано, что для снижения риска нефротоксичности и других побочных реакций при рентгеноконтрастных исследованиях оптимальным является применение неионных РКС – низко- и изоосмолярных.

Ввиду опасения развития нефротоксичности рассмотрена возможность применения гадолиниевых РКС, разработанных для усиления контрастности изображения при магнитно-резонансной томографии и благодаря наличию в них металла (гадолиния), обладающего способностью поглощать рентгеновские лучи. Однако сегодня отсутствуют научные данные о более низкой нефротоксичности гадолиниевых агентов, применяемых для рентгеноконтрастной ангиографии и КТ в более высоких, нежели при магнитно-резонансной томографии, дозах, по сравнению с йодосодержащими РКС. Более того, появились многочисленные сообщения о повышенном риске тяжелых осложнений при введении гадолиниевых препаратов пациентам с нарушенной функцией почек (нефрогенный системный фиброз). По этой причине замена РКС гадолиниевыми препаратами категорически не рекомендуется. Другие утвержденные инструкции по клиническому применению РКС также не подтверждают их применения.

Проводить фармакоэкономический анализ различных РКС с учетом риска развития КИН довольно сложно из-за того, что частота КИН, выявленная в разных исследованиях, существенно варьирует. Последнее обусловлено изменениями в критериях диагностики КИН, а также особенностями выполнения диагностического исследования (тип процедуры и объем вводимого РКС) и различиями в характеристиках включенных больных [3].

Дискуссия о частоте развития КИН после применения различных РКС интенсивно ведется уже более 10 лет. Особенное развитие она получила после появления на рынке изоосмолярного препарата йодиксанол (Визипак®) в 1996 г. Из-за более высокой цены его применение было ограниченным до тех пор, пока не появились сообщения, что у пациентов с факторами риска применение йодиксанола сопряжено с меньшим риском развития КИН по сравнению с низкоосмолярным ионным препаратом йогексол, а также с другими низкоосмолярными РКС. В связи с этим йодиксанол рассматривался как экономически более выгодный препарат в группах риска, несмотря на более высокую стоимость. Однако, изученные недавние исследования, опубликованные после 2007 г., показали, что между изо- и низкоосмолярными препаратами не существует разницы в отношении частоты развития КИН. Основываясь на данных о равной частоте КИН при применении изо- и низкоосмолярных препаратов, в США было проведено фармакоэкономическое исследование, которое показало, что в клинике кардиоангиографии при проведении в среднем 10 000 катетеризаций в год с использованием 200 мл препарата на процедуру, применение низкоосмолярного препарата вместо изоосмолярного в течение трех лет экономит 2 млн долл. США.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Ивахненко, О. И.* Научная статья по фармакологии: Клинико-экономический анализ применения рентгеноконтрастных препаратов / О. И. Ивахненко, Г. Р. Хачатрян // Журн. Всесоюз. фарм. об-ва. – 2000. – Т. 23. – № 5. – С. 43–46.
2. *Каюков, И. Г.* Фармакоэкономический анализ в детской онкологии / В. А. Добронравов. – М. : Рос ЭН, 2006. – 306 с.
3. *Bailey, S. R.* Past and present attempts to prevent radiocontrast nephropathy / A. J. Bard // J. Chem. Educ. – 1983. – Vol. 60. – No. 4. – P. 302–304.



**БИОЭКОЛОГИЯ.  
БИОИНДИКАЦИЯ.  
РАДИОБИОЛОГИЯ**

**ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ ОРНИТОФАУНЫ ЛОШИЦКОГО  
УСАДЕБНО-ПАРКОВОГО КОМПЛЕКСА ГОРОДА МИНСКА**  
**FEATURES OF ECOLOGY OF THE AVIFAUNA  
OF LOSHITSA ESTATE AND PARK COMPLEX OF THE CITY OF MINSK**

***А. В. Жилкевич, Е. К. Свистун, М. Г. Ясовеев***  
***A. Zhilkevich, E. Svistun, M. Yasoveev***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
svistyn.alena@yandex.by  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Представлены данные об экологических особенностях орнитофауны Лошицкого усадебно-паркового комплекса г. Минска. Выявлены экологические группы, экологический статус, биоразнообразие, доминирование определенных видов. Произведен расчет индексов Шеннона, Симпсона, Бергера–Паркера. Наибольшим разнообразием отличается отряд Воробьинообразные. Доминирующими являются лесные птицы, установлено, что большинство птиц являются гнездящимися перелетными и гнездящимися оседлыми.

The article presents data on the environmental features of the avifauna of the Loshitsa estate and park complex in Minsk. Ecological groups, ecological status, biodiversity, dominance of certain types of index Shannon, Simpson, Berger–Parker. The greatest variety of different squad Sparrow. Dominant are forest birds, found that most birds are breeding and nesting of migratory sedentary.

*Ключевые слова:* биоразнообразие, доминирование, экологические группы, экологический статус.

*Keywords:* biodiversity, dominance, ecological groups, ecological status.

Процесс урбанизации нашей планеты идет стремительными темпами. Увеличивается количество городов, растут их размеры, появляются огромные мегаполисы, растет численность городского населения. В недалеком будущем урбанизированные территории станут преобладающими биотопами.

Птицы, наряду с другими дикими животными, в городах издавна соседствуют с человеком, являются неотъемлемой частью городских биогеоценозов. Многие из них смогли успешно приспособиться к жизни в городских условиях и выработали целый ряд адаптивных черт экологии. Некоторые виды только начинают осваивать город, другие прежде многочисленные – постепенно исчезают. Численность городских популяций отдельных видов птиц увеличилась настолько, что возникает необходимость в ее регуляции. Чутко реагируя на изменение городской среды в целом, орнитологические комплексы и отдельные виды могут использоваться в качестве интегрированного индикатора как общего состояния урбанизированного ландшафта, так и эколого-экономической сбалансированности его внутренней структуры. Поэтому изучать городских птиц необходимо, прежде всего, с практической точки зрения [1].

Цель работы – изучить экологические особенности орнитофауны Лошицкого усадебно-паркового комплекса г. Минска.

Орнитологические исследования проводилось на территории Лошицкого усадебно-паркового комплекса, расположенного на юге г. Минска между микрорайонами Лошица и Серебрянка. Площадь занимаемой территории около 100 га. Парк с двух сторон ограничивают р. Лошица и Свислочь. В парке есть места с открытыми пространствами и заболоченные места.

Учет численности птиц проводился маршрутным методом. Для обработки собранных данных использовались такие показатели как плотность населения птиц, индекс биологического разнообразия Шеннона, индекс видового богатства Маргалефа, индексы доминирования Бергера–Паркера и Симпсона [2].

В ходе орнитологических исследований паркового комплекса было выявлено 39 видов птиц, относящихся к 8 отрядам. Из рис. 1 видно, что доминирующими являются представители отряда Воробьинообразные (*Passeriformes*) – 29 видов. По одному виду зафиксированы представители отрядов Соколообразные (*Falconiformes*), Стрижеобразные (*Apodiformes*), Гусеобразные (*Anseriformes*) и Журавлеобразные (*Gruiiformes*). По два вида насчитывают отряды: Дятлообразные (*Piciformes*), Голубеобразные (*Columbiformes*) и Ржанкообразные (*Charadriiformes*).



Рисунок 1 – Соотношение отрядов птиц

По экологическому статусу на исследуемой территории птицы подразделяются на гнездящиеся, зимующие и мигрирующие виды птиц [3]. Из рис. 2 видно, что на территории паркового комплекса преобладают гнездящиеся оседлые (14 вида) и гнездящиеся перелетные (15 видов) виды птиц. Кроме того, выявлены единичные виды, относящиеся к мигрирующим и мигрирующим и в ограниченном количестве зимующим видам.



Рисунок 2 – Экологические статусы птиц

На территории Лошицкого усадебно-паркового комплекса сообщество птиц разделяется на 5 экологических групп. Доминирующими являются представители лесной группы – 22 вида. Далее идут синантропные птицы – 11 видов. Так же имеются представители водно-болотной, околотовной орнитофауны и птицы открытого ландшафта по 2 вида (рис. 3).

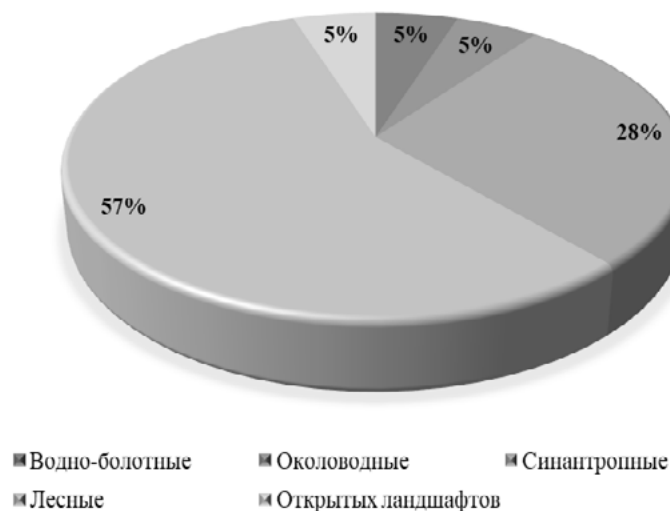


Рисунок 3 – Экологические группы птиц

Суммарная плотность населения орнитофауны показывает наличие или же отсутствие в парке благоприятных условий для обитания птиц. Чем больше плотность населения птиц, тем более подходящие условия обитания в парке. В Лошицком усадебно-парковом комплексе суммарная плотность равна 360,16 ос/га. Такая плотность указывает на наличие благоприятных мест для обитания птиц в данном парке.

Показатели индексов биологического разнообразия, видового богатства, доминирования представлены на рис. 4. Как видно из рисунка значение индексов биологического разнообразия и видового богатства в пределах 3–4. Это значит, что в парке разнообразие орнитофауны на довольно высоком уровне. Значения индексов доминирования показывают, что в парке доминирование одного вида находится на низком уровне.

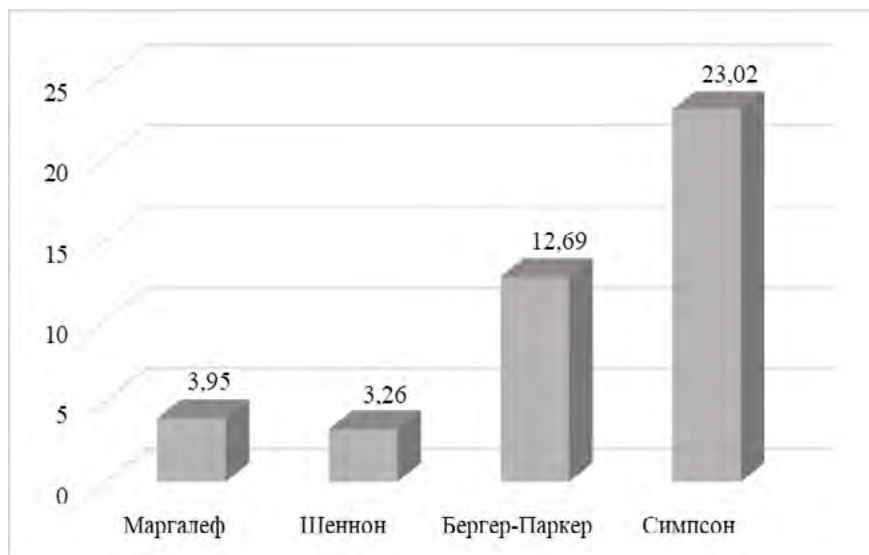


Рисунок 4 – Показатели рассчитанных индексов

Таким образом, установлено, что на территории Лошицкого усадебно-паркового комплекса г. Минска обитает 39 видов птиц, относящихся к 8 отрядам. Большинство выявленных птиц относится к гнездящимся видам, что указывает на благоприятные условия для гнездования в усадебно-парковом комплексе. Доминирующими видами по экологическим группам являются лесные птицы, что также указывает на благоприятные условия для обитания птиц в парке. По рассчитанным индексам также можно отметить, что Лошицкий усадебно-парковый комплекс является благоприятным местом для обитания птиц в городе. Этот факт доказывается высокой суммарной плотностью населения орнитофауны высокими показателями индексов Шеннона и Маргалева, степенью видового разнообразия и достаточно однородной численностью, что, в свою очередь подтверждается индексом Симпсона и Бергера–Паркера. Парк находится в отдалении от центра города, что означает минимальную техногенное воздействие на его территорию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Хандогий, Д. А. Особенности пространственной структуры птиц при русловых биотопах реки Свислочь и парковых зон Минского Мегалополиса / Д. А. Хандогий // Вопросы естествознания. БГПУ. 2010. С. 3-11.
2. Лебедева, Н. В. География и мониторинг биоразнообразия / Н. В. Лебедева. – М: Изд-во науч. и учеб.-метод. центра, 2002. – 256 с.
3. Гомель, К. В. Городские парки и их роль в сохранении видового разнообразия птиц в осенне-зимний период / К. В. Гомель // Вопросы естествознания. – 2010. – С. 4–6.

# ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЦЕННОГО МЕДА, ОБЛАДАЮЩЕГО РАДИОПРОТЕКТОРНЫМИ СВОЙСТВАМИ

## INNOVATIVE METHOD FOR OBTAINING ENVIRONMENTALLY VALUABLE HONEY OWNED BY RADIOPROTECTIVE PROPERTIES

**К. О. Зоричев, М. А. Чекрыгина, О. М. Хорошкевич**  
**K. Zorichev, M. Chekrygina, O. Khoroshkevich**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
masha.01051999@gmail.com  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Разработан высокоэффективный, экономный и инновационный способ получения экологически ценного меда, обладающего сбалансированным (с возможностью регулирования) углеводно-белково-витаминно-минеральным составом, хорошими органолептическими свойствами, а также способностью адсорбировать и выводить тяжелые металлы и радионуклиды.

A highly efficient, economical and innovative method of obtaining valuable honey, which has a balanced (with the possibility of regulation) carbohydrate-protein-vitamin-mineral composition, with good organoleptic properties, has been developed.

*Ключевые слова:* мед, углеводно-белково-витаминно-минеральным состав, органолептические свойства, тяжелые металлы, радионуклиды.

*Keywords:* honey, carbohydrate-protein-vitamin-mineral composition, organoleptic properties, heavy metals, radionuclides.

Традиционный способ получения меда, является сложным и трудоемким и малоэффективным процессом [1–4].

Цель – разработка высокоэффективного, экономного и инновационного способа получения биологически ценного меда, обладающего сбалансированным (с возможностью регулирования) углеводно-белково-витаминно-минеральным составом, хорошими органолептическими свойствами, а также способностью адсорбировать и выводить тяжелые металлы и радионуклиды.

Впервые предложен способ получения биологически ценного меда, предусматривающий получение меда и смешивание меда с обогащающими ингредиентами, отличающийся от ранее известных тем, что в качестве меда используют: цветочный и/или липовый, и/или гречишный, и/или вересковый, и/или донниковый, и/или акациевый, и/или каштановый, и/или боярышниковый, и/или золотарниковый, и/или кипрейный, и/или клеверный, и/или кориандровый, и/или одуванчиковый, и/или осотовый, и/или подсолнечниковый, и/или рапсовый, и/или синяковый, и/или лавандовый, и/или тыквенный, и/или эспарцетовый, и/или расторопшевый, и/или хлопковый, и/или хмельной, и/или горчичный, и/или малиновый, и/или яблоневого, и/или фруктовый, и/или кедровый, и/или сосновый, и/или таежный, и/или горный, и/или степной, и/или полевой, и/или луговой, и/или майский, и/или прополисный, и/или падевый, и/или бортевый, а в качестве обогащающего ингредиента применяют в сухом порошкообразном виде (цветочную добавку и/или пряно-ароматическую растительную добавку, и/или добавку чая, и/или добавку какао, и/или добавку орехов, и/или добавку водорослей, и/или добавку витаминов, и/или добавку грибов, и/или добавку белков), при этом количество обогащающего ингредиента не должно превышать 10 % от общего количества меда.

Следует отметить, что для приготовления биологически ценного меда целесообразно использовать матрицу (табл. 1).

*Таблица 1 – Матрица для приготовления рецептуры биологически ценного меда*

| Тип меда | Рецептура       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|          | 1               | 2               | 3               | 4               | 5               | 6               | 7               | 8               | 9               | 10              |
| 1        | X <sub>1</sub>  | X <sub>2</sub>  | X <sub>3</sub>  | X <sub>4</sub>  | X <sub>5</sub>  | X <sub>6</sub>  | X <sub>7</sub>  | X <sub>8</sub>  | X <sub>9</sub>  | X <sub>10</sub> |
| 2        | X <sub>11</sub> | X <sub>12</sub> | X <sub>13</sub> | X <sub>14</sub> | X <sub>15</sub> | X <sub>16</sub> | X <sub>17</sub> | X <sub>18</sub> | X <sub>19</sub> | X <sub>20</sub> |
| 3        | X <sub>21</sub> | X <sub>22</sub> | X <sub>23</sub> | X <sub>24</sub> | X <sub>25</sub> | X <sub>26</sub> | X <sub>27</sub> | X <sub>28</sub> | X <sub>29</sub> | X <sub>30</sub> |
| 4        | X <sub>31</sub> | X <sub>32</sub> | X <sub>33</sub> | X <sub>34</sub> | X <sub>35</sub> | X <sub>36</sub> | X <sub>37</sub> | X <sub>38</sub> | X <sub>39</sub> | X <sub>40</sub> |
| 5        | X <sub>41</sub> | X <sub>42</sub> | X <sub>43</sub> | X <sub>44</sub> | X <sub>45</sub> | X <sub>46</sub> | X <sub>47</sub> | X <sub>48</sub> | X <sub>49</sub> | X <sub>50</sub> |
| 6        | X <sub>51</sub> | X <sub>52</sub> | X <sub>53</sub> | X <sub>54</sub> | X <sub>55</sub> | X <sub>56</sub> | X <sub>57</sub> | X <sub>58</sub> | X <sub>59</sub> | X <sub>60</sub> |
| 7        | X <sub>61</sub> | X <sub>62</sub> | X <sub>63</sub> | X <sub>64</sub> | X <sub>65</sub> | X <sub>66</sub> | X <sub>67</sub> | X <sub>68</sub> | X <sub>69</sub> | X <sub>70</sub> |
| 8        | X <sub>71</sub> | X <sub>72</sub> | X <sub>73</sub> | X <sub>74</sub> | X <sub>75</sub> | X <sub>76</sub> | X <sub>77</sub> | X <sub>78</sub> | X <sub>79</sub> | X <sub>80</sub> |
| 9        | X <sub>81</sub> | X <sub>82</sub> | X <sub>83</sub> | X <sub>84</sub> | X <sub>85</sub> | X <sub>86</sub> | X <sub>87</sub> | X <sub>88</sub> | X <sub>89</sub> | X <sub>90</sub> |

**Примечание:** 1 – цветочная добавка, 2 – пряно-ароматическая растительная добавка, 3 – добавка чая, 4 – добавка какао, 5 – добавка орехов, 6 – добавка водорослей, 7 – добавка витаминов, 8 – добавка грибов, 9 – добавка белков; X<sub>1</sub>–X<sub>90</sub> – количество обогащающего (-их) ингредиента (-ов) в рецептуре (г, или кг, или %, или частей); 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 – рецептура биологически ценного меда.

Предложенный нами способ получения меда позволяет получать биологически ценный мед, который обладает сбалансированным углеводно-белково-витаминно-минеральным составом, хорошими органолептическими свойствами, а также способностью адсорбировать и выводить тяжелые металлы и радионуклиды в виду наличия в нем большого количества меланоидинов.

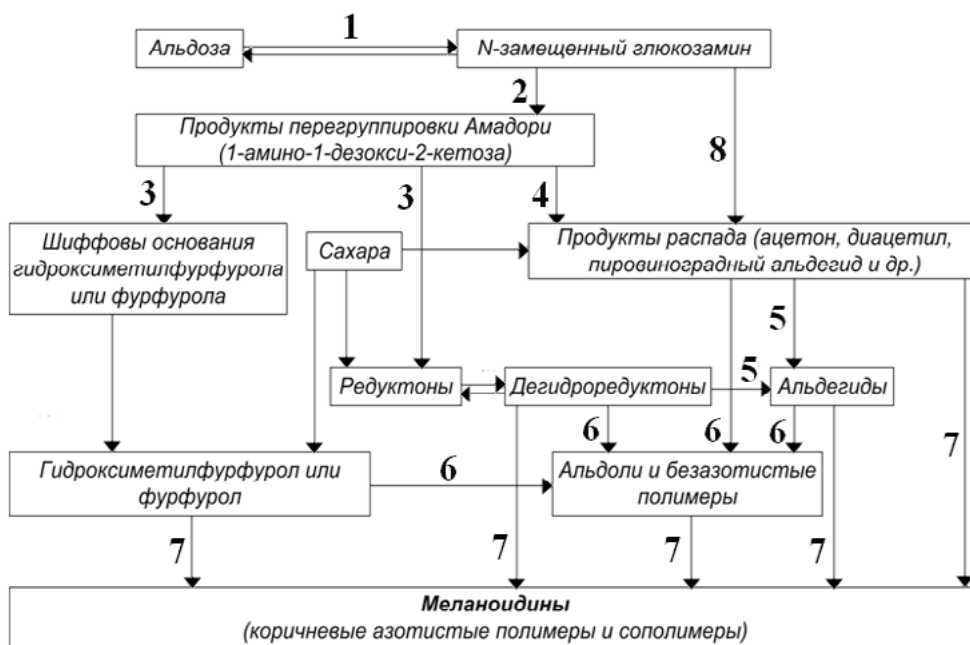


Рисунок 1 – Схема образования меланоидинов

|                   |   |
|-------------------|---|
| <u>Вариант 1:</u> | $R_1-\overset{R_2}{C}=\overset{R_3}{C}-R_4 + 2 Me^+ \longrightarrow R_1-\overset{R_2}{\underset{Me}{C}}-\overset{R_3}{\underset{Me}{C}}-R_4$  |
| <u>Вариант 2:</u> | $R_1-\overset{R_2}{C}=\overset{R_3}{C}-R_4 + Me^{2+} \longrightarrow R_1-\overset{R_2}{\underset{Me}{C}}-\overset{R_3}{C}-R_4$  |
| <u>Вариант 3:</u> | $2R_1-\overset{R_2}{C}=\overset{R_3}{C}-R_4 + Me^{4+} \longrightarrow \begin{matrix} R_2 & R_3 \\   &   \\ R_1-C & -C-R_4 \\   &   \\ Me & \\   &   \\ R_1-C & -C-R_4 \\   &   \\ R_2 & R_3 \end{matrix}$ |
| <u>Вариант 4:</u> | $3R_1=O + Me^{3+} \longrightarrow \begin{matrix} R_1 \\   \\ O \\   \\ Me-O-R_1 \\   \\ O \\   \\ R_1 \end{matrix}$   |
| <u>Вариант 5:</u> | $R_1-N=N-R_2 + 2 Me^+ \longrightarrow \begin{matrix} & Me \\ &   \\ R_1-N & -N-R_2 \\ &   \\ & Me \end{matrix}$   |
| <u>Вариант 6:</u> | $R_1-N=N-R_2 + Me^{2+} \longrightarrow \begin{matrix} & & Me \\ & &   \\ R_1-N & -N-R_2 \\ & &   \\ & & Me \end{matrix}$  |

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| <i>Вариант 7:</i>                 | $3R_1-N=N-R_2 + Me^{3+} \longrightarrow$  |
| <i>Вариант 8:</i>                 | $2R_1-N=N-R_2 + Me^{4+} \longrightarrow$  |
| $Me^+, Me^{2+}, Me^{3+}, Me^{4+}$ | – тяжелый металл или радионуклид I или II или III или IV валентный, соответственно; |
| $R_1, R_2, R_3, R_4$              | – радикал;  |
| C                                 | – углерод;  |
| N                                 | – азот;   |
| O                                 | – кислород  |

Рисунок 2 – Реакции связывания тяжелых металлов или радионуклидов с меланоидинами

Таблица 2 – Характеристика некоторых тяжелых металлов и радионуклидов

| Тяжелые металлы   |               |                             |  |  |                                   |
|-------------------|---------------|-----------------------------|--|--|-----------------------------------|
| Символ элемента   | Атомный номер | Относительная атомная масса | Электронная конфигурация атомов в невозбужденном состоянии             | Электроотрицательность по Полингу ( $\chi$ ) |                                   |
| Hg                | 80            | 200,592                     | [Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>1</sup>                 | 1,44   |                                   |
| Pb                | 82            | 207,2                       | [Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>2</sup> | 2,33   |                                   |
| Sb                | 51            | 121,760                     | [Kr] 4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>3</sup>                  | 1,82   |                                   |
| Se                | 34            | 78,96                       | [Ar] 3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 5p <sup>4</sup>                  | 2,55   |                                   |
| V                 | 23            | 50,942                      | [Ar] 3d <sup>3</sup> 4s <sup>2</sup> 5p <sup>4</sup>                   | 1,63   |                                   |
| Co                | 27            | 58,933                      | [Ar] 3d <sup>7</sup> 4s <sup>2</sup>                                   | 1,88   |                                   |
| As                | 33            | 74,922                      | [Ar] 3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>3</sup>                  | 2,18   |                                   |
| Радиоизотопы      |               |                             |  |  |                                   |
| Символ элемента   | Атомный номер | Относительная атомная масса | Электронная конфигурация атомов в невозбужденном состоянии             | Электроотрицательность по Полингу ( $\chi$ ) | Период полу-распада ( $T_{1/2}$ ) |
| <sup>131</sup> I  | 53            | 126,9                       | [Kr] 4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>5</sup>                  | 2,66   | 8,04 сут                          |
| <sup>90</sup> Sr  | 38            | 87,62                       | [Kr] 4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>5</sup>                  | 0,95   | 28,79 лет                         |
| <sup>137</sup> Cs | 55            | 132,905                     | [Xe]6s <sup>1</sup>  | 0,79   | 30,17 лет                         |

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Информация интернет: Мир и пчеловодство. Получение меда. URL: <http://receptymeda.ru/poluchenie-meda.html>.
2. Информация интернет: Способ получения меда. URL: <http://www.biochemi.ru/chems-947-1.html>.
3. Патент №2085199. RU, кл. , опубл. в бюл. № от 27.07.1997 г.
4. Патент №1804305 A3. SU, кл. А 23 L 1/76, опубл. в бюл. №11 от 23.03.1993 г.

# ПРОБЛЕМНЫМ ЛИ ВИДОМ СИНАНТРОПНЫХ ПТИЦ ЯВЛЯЕТСЯ ГРАЧ (*Corvus frugilegus*) В ГОРОДЕ МИНСКЕ

## THE PROBLEM DETERMINATION OF SYNANTROPIC BIRDS IS A ROCK (*Corvus frugilegus*) IN MINSK CITY

**А. В. Хандогуй<sup>1</sup>, Д. А. Хандогуй<sup>2</sup>, Н. А. Жерко<sup>3</sup>  
A. Khandohiy<sup>1</sup>, D. Khandohiy<sup>2</sup>, N. A. Zherko<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
handogiy@mail.ru

<sup>2</sup>Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>3</sup>Средняя школа № 196 г. Минска, г. Минск, Республика Беларусь

<sup>1</sup>Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Belarusian State Pedagogical University named M. Tank, Minsk, Republic of Belarus

<sup>3</sup>Minsk secondary school No. 196, Minsk, Republic of Belarus

Рассматривается характер биотопического и пространственного распространения грачиных колоний в г. Минске. Дается оценка численности грача и факторы, определяющие динамику популяции. Высказываются суждения о проблемности вида для столицы.

The article discusses the nature of the biotopic and spatial distribution of the rook colonies in Minsk. An estimate of the number of rooks and factors determining the dynamics of the population is given. There are judgments about the problem of the species for the capital.

*Ключевые слова:* грач, численность, плотность населения, пространственное распространение, гнездование, экспансия.

*Keywords:* rook, population, population density, spatial distribution, nesting, expansion.

В настоящее время биоразнообразие птиц и численность отдельных видов пернатых на территории Беларуси снижается, что является одной из основных экологических проблем современности. Однако численность грача по-прежнему неуклонно возрастает как в Беларуси, так и в Европе [1]. Грач – массовый синантропный вид птиц. В ряде стран ближнего и дальнего зарубежья в последние годы отмечается увеличение численности грача, вызванное как ростом городов, так и изменениями в ведении сельского хозяйства, связанное с неприменением высокотоксичных для птиц пестицидов [2; 3]. Поэтому наряду с исчезающими видами целесообразно изучать доминирующие виды, которые адаптировались к урбанизированным и техногенным территориям и вызывают беспокойство у городского населения. По этой причине проблема массовых поселений грача в поселениях человека остается весьма актуальной.

Цель исследования – установить основные закономерности пространственного распространения популяции грача в г. Минске в зависимости от особенностей структуры древесных насаждений и степени антропогенной нагрузки; выявить, проблемным ли видом является грач в столице.

Материалом для настоящей работы послужили собственные исследования, проведенные в 2017–2018 гг. по изучению экологии и пространственного распространения грача по территории 9-ти административных районов, 10 парков и многочисленных скверов г. Минска.

Грачиные колонии в Минске распространены крайне неравномерно из-за отсутствия удобных мест гнездования и открытых территорий для сбора корма. По этой причине крупные колонии грачиных гнезд размещены, как правило, на периферии г. Минска. Всего в г. Минске учтено 29 колоний и 1217 гнезд грача (рис. 1). Большинство колоний небольшие – от 6 до 35 гнезд. Что касается парковых зон г. Минска, гнездование в них грачей, за редким исключением, здесь практически отсутствует.

Установлено, что наиболее предпочитаемыми деревьями для гнездостроения грачей является тополь – 62,4 %, сосна – 15,6 %, береза – 13,4 % и др. (табл. 1). По-видимому, это обусловлено их преобладанием в древесной флоре минского мегаполиса.

Средняя высота расположения гнезд грача в г. Минске составляет 16,2±4,6 м. Максимальная высота расположения гнезда зафиксирована на высоте 26 м. Ниже 10 м от земли гнезда грачей на деревьях не строились. По сравнению с естественными ландшафтами, высота расположения гнезд грача на обследованных стационарах имела широкий диапазон и зависела не только от высоты дерева, но и от его архитектоники. В некоторой степени сказывался антропогенный пресс: беспокойство, разорение гнезд, спиливание и обрезка деревьев и др. Так, например, еще летом 2017 г. в парке 60-летия Великого Октября было 105 гнезд грачей. В январе 2018 г. их не



осталось ни одного. Все они были сбиты городскими службами (ЖКХ) по причине жалоб местного населения, проживающего по ул. Д. Сердича.



Рисунок 1 – Пространственное распределение грачиных колоний на территории г. Минска (2018 г.)

Выявлена четкая корреляция плотности населения и пространственного распространения грача по территории г. Минска в зависимости от мест гнездования и благоприятной кормовой базы, которые, как правило, сконцентрированы в столице в микрорайонах с разной этажностью домов. В гнездовой период в наибольшей степени грачи концентрируются в скверах пятиэтажных застроек, некоторых парках, вдоль русла р. Свислочь. Плотность их населения здесь достигает 820,0 и 510,0 особей/ км<sup>2</sup> соответственно.

Таблица 1 – Расположение гнезд грача в г. Минске (2017–2018 гг.)

| № п/п | Деревья | % (n=799) | Высота деревьев (м) | Наличие этажности домов, скверов, парков |
|-------|---------|-----------|---------------------|--|
| 1     | Тополь  | 62,4      | 18,6 ± 7,5          | Парки и скверы, многоэтажные дома        |
| 2     | Сосна   | 15,6      | 15,3 ± 3,3          | Парки, малоэтажные дома                  |
| 3     | Береза  | 13,4      | 16,4 ± 5,1          | Парки и скверы, малоэтажные дома         |
| 4     | Ясень   | 5,1       | 13,2 ± 2,6          | Парки и скверы, малоэтажные дома         |
| 5     | Клен    | 1,9       | 12,1 ± 3,3          | Парки и скверы, малоэтажные дома         |
| 6     | Др.     | 1,6       | 11,6 ± 3,1          | –  |

Результаты исследований показали, что из врановых птиц наиболее проблемным видом для населения является галка, но не грач. Так, плотность населения грача как в период гнездования, так и послегнездовой период значительно уступает галке (табл. 2). В некоторых случаях – в десятки раз! Однако, поскольку грач – колониальная птица, действительно в период гнездования в местах скопления их колоний крикливые и шумные птицы вызывают у местного населения недовольство [4; 5]. Во многом благодаря этому основная масса людей считает грача вредной птицей.

Таблица 2 – Соотношение плотность населения грача в г. Минске с другими врановыми птицами (ос./км<sup>2</sup>; 2017–2018 гг.)

| № п/п | Вид          | Годы постройки жилых домов |             |                       |           |                      |           |              |          |
|-------|--------------|----------------------------|-------------|-----------------------|-----------|----------------------|-----------|--------------|----------|
|       |              | Хрущевки 1958–1967         |             | Стандартные 1966–1999 |           | Улучшенные 1977–2006 |           | Частные дома |          |
|       |              | зима                       | весна       | зима                  | весна     | зима                 | весна     | зима         | весна    |
| 1     | Галка        | 623,5±199,7                | 249,8±156,6 | 677,7±365,7           | 51,2±31,7 | 345,7±123,7          | 31,2±11,7 | 1,3±0,1      | 0,8± 0,4 |
| 2     | Грач         | 59,0±26,4                  | 52,2±34,5   | 18,8±12,5             | 46,0±17,3 | 15,8±7,5             | 8,0±4,3   | 0,7±0,5      | 20,8±6,7 |
| 3     | Серая ворона | 60,2±18,8                  | 35,1±18,7   | 55,0±25,4             | 19,2±11,8 | 34,0±15,4            | 7,2±5,8   | 4,0±1,7      | 17,3±5,2 |
| 4     | Сорока       | 12,9±8,3                   | 10,9±5,2    | 54,7±25,3             | 24,4±8,3  | 5,7±3,3              | 24,4±8,3  | 18,6±6,7     | 11,4±4,2 |
| 5     | Сойка        | 0,3±0,01                   | –           | 3,4±1,5               | 0,9±0,2   | –                    | –         | –            | –        |
| 6     | Ворон        | 1,7±0,3                    | 0,8±0,03    | 3,9±1,5               | 2,4±1,1   | 0,9±0,3              | –         | –            | –        |

По нашим оценкам, потенциальная численность грача в г. Минске – более 22 тыс. особей в летний период и 30 тыс. – в зимний период. Возрастание численности грача в зимний период обусловлена их миграцией в столицу

из небольших и средних населенных пунктов. Высокая численность грача обусловлена хорошей кормовой базой как в городе, так и за его пределами.

С целью принятия мер по регулированию численности грача, можно порекомендовать следующие: а) своевременная засыпка песком вывозимого мусора на санкционированные свалки; б) утилизация органических отходов; в) изменение архитектоники крон высоких деревьев путем их обрезки; г) привлечение на гнездование хищных видов птиц, являющихся естественными регуляторами численности массовых видов синантропных птиц и др.

Таким образом, к причинам продолжающейся экспансии грача, по мнению ряда авторов и своих собственных исследований, можно отнести: улучшение кормовой базы за счет увеличения количества пищевых отходов; интенсификации сельского хозяйства; оптимизация условий гнездования в связи со старением городских древесных насаждений; интенсивное озеленение жилых районов Минска; снижение пресса регуляции численности врановых охотничьими организациями и естественными врагами; экологическое просвещение городского населения и др.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Адамчик, В. В. Птицы Беларуси / В. В. Адамчик. – Минск: Харвест, 2014. – 320 с.
2. Иванютенко, А. Н. Динамика численности грача в Белоруссии / А. Н. Иванютенко // Вопросы экспериментальной зоологии. – Минск, 1983. – С. 37–45.
3. Хандогий, Д. А. Видовой состав, сезонная численность массовых видов птиц основных полигонов ТБО г. Минска / Д. А. Хандогий // I Респуб. молод. науч.-практ. конф. с международным участием «Научные стремления – 2017» (1–3 ноября, г. Минск). – Минск, 2017. – С. 187–188.
4. Колонии грачей создают проблемы жителям Рогачева [Электронный ресурс]. URL: [govorim.by/gomelskaya-oblast/](http://govorim.by/gomelskaya-oblast/). (дата обращения: 16.04.2018).
5. Как жители барановичского двора победили грачей и ворон [Электронный ресурс]. URL: [intex-press.by/2016/07/11/](http://intex-press.by/2016/07/11/). (дата обращения: 17.04.2018).

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОПУЛЯЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАВЯНОЙ ЛЯГУШКИ (*RANA TEMPORARIA*) В ПРЕДЕЛАХ БЕЛАРУСИ

### VARIABILITY OF POPULATION CHARACTERISTICS OF THE GRASS FROG (*RANA TEMPORARIA*) WITHIN BELARUS

***A. В. Хандогий, Д. М. Мицура***  
***A. Khandohiy, D. Mitsura***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
danikmic@gmail.ru*

*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

В работе представлены данные об изменчивости некоторых морфометрических и фенетических параметров структуры популяций травяной лягушки на территориях различных биоценозов в пределах Республики Беларусь. Показано, что различные условия обитания на разных территориях приводят к изменению генетического состава популяций. Подтверждены общие закономерности для популяций травяных лягушек.

In work data on variability some morphometric and phenetics features of structure of grass frog populations in territories of various biocenoses within Republic of Belarus are submitted. It is shown that various conditions of dwelling in different territories lead to change of genetic structure of populations. The general regularities for populations of grass frogs are confirmed.

*Ключевые слова:* травяная лягушка, морфометрическая изменчивость, фенетическая структура.

*Keywords:* grass frog, morphometric variability, phenetic structure.

Изучение характера изменчивости популяций на сплошных фрагментах ареала позволяет оценить адаптивные возможности вида, установить пространственную структурированность его ареала, выявить ландшафтно-реагентные параметры популяций и основные факторы, определяющие закономерности изменчивости популяций в естественных и антропогенных ландшафтах [1].

Травяная лягушка является одним из доминирующих видов батрахофауны Беларуси. Для данного вида амфибий характерна выраженная полиморфность и генетическая детерминированность ряда признаков, а также территориальный консерватизм и высокая численность.

Собственные исследования были проведены на территории трех водоемов в течение 2017–2018 полевых сезонов. Водоемы различались по ряду параметров: по площади, глубине, видовому разнообразию флоры и фауны, степени промышленной загрязненности, антропогенной нагрузки и др. Водоем № 1 расположен неподалеку от дороги по ул. Жуковского, п. Щомыслица, Минского р-на. Водоем № 2 расположен вблизи пересечения автодорог Р17 и Р94 в г. Бресте. Водоем №3 расположен на территории заказника Лебяжий.

Всего на территории исследуемых водоемов были отловлены и проанализированы 96 травяных лягушек (60 – в 2017 г., 36 – в 2018 г.). Появление земноводных на нерестилище всецело зависело от погодных условий. В ясную погоду, при температуре от 9 до 13 °С, умеренной влажности и давлении, наблюдалось наибольшее количество видов земноводных.

На основе проведенных измерений были произведены расчеты возрастной структуры популяций лягушек. Все отловленные особи были условно разделены на 3 возрастные группы, в соответствии с длиной тела (табл. 1). К первой возрастной группе относились лягушки с длиной тела 24–37 мм, таким образом, возраст этих особей не превышает 1 года. Ко второй возрастной группе были отнесены амфибий с длиной тела 48–64 мм, что соответствует возрасту в 2–3 года. К третьей группе относились лягушки с большой величиной длины тела (69–87 мм), что свидетельствует о их зрелости и возрасту 3 года или больше. Выявлено, что большую часть встреченных особей составляют средневозрастные лягушки и отмечена низкая встречаемость годовалых (молодых) особей. Полученные данные могут свидетельствовать о высокой смертности молоди на дорогах во время миграции и сокращении численности в результате антропогенного влияния на популяции. Это говорит о необходимости разработки и проведении мероприятий для сохранения и увеличения численности земноводных.

Таблица 1 – Возрастные группы травяной лягушки на исследуемых водоемах

| Возрастные группы        | Длина тела, мм | Количество особей |
|--------------------------|----------------|-------------------|
| Первая возрастная группа | 24–37          | 28                |
| Вторая возрастная группа | 48–64          | 57                |
| Третья возрастная группа | 69–87          | 11                |

Для изучения морфометрических признаков были сделаны следующие промеры:

L. – длина тела от кончика морды до анального отверстия;

L.c. – длина головы, расстояние от кончика морды до края затылочного отверстия (прощупывается через кожу);

Lt. c. – максимальная ширина головы;

D.r.o. – длина морды от переднего края глазного отверстия до кончика морды;

L.o. – длина глаза;

Sp. oc. – расстояние между передними краями глазных отверстий;

F. – длина бедра;

T. – длина голени.

На основании сделанных промеров были рассчитаны морфометрические индексы (табл. 2) [2].

Таблица 2 – Основные морфологические индексы популяций травяной лягушки за период 2017–2018 гг.

| Год           | 2017 |      |                   |       | 2018 |      |                   |       |
|---------------|------|------|-------------------|-------|------|------|-------------------|-------|
|               | min  | max  | $\bar{x} \pm S_x$ | $C_x$ | min  | max  | $\bar{x} \pm S_x$ | $C_x$ |
| L./L. c.      | 2,73 | 5,00 | 3,55±0,11         | 13,69 | 2,66 | 4,95 | 3,51±0,1          | 13,60 |
| L.c./ Lt.c    | 0,49 | 1,79 | 0,89±0,04         | 30,44 | 0,39 | 1,73 | 0,85±0,05         | 30,46 |
| L.c./L.o.     | 1,92 | 5,00 | 3,09±0,20         | 26,13 | 1,89 | 4,87 | 3,01±0,17         | 26,07 |
| L.c./D.r.o.   | 1,22 | 2,71 | 2,08±0,07         | 16,97 | 1,23 | 2,66 | 2,01±0,05         | 16,93 |
| D.r.o./L.o.   | 0,97 | 2,19 | 1,39±0,1          | 25,01 | 0,89 | 2,17 | 1,29±0,2          | 25,04 |
| Sp.oc./D.r.o. | 0,91 | 1,47 | 1,23±0,06         | 20,61 | 0,79 | 1,43 | 1,16±0,07         | 20,49 |
| L./T.         | 1,64 | 2,59 | 1,94±0,07         | 12,77 | 1,61 | 2,51 | 1,88±0,05         | 12,74 |
| F./T.         | 0,58 | 0,79 | 0,72±0,01         | 8,1   | 0,53 | 0,77 | 0,69±0,02         | 7,9   |
| L./F.+T.      | 0,88 | 1,52 | 1,07±0,05         | 13,22 | 0,82 | 1,49 | 1,07±0,05         | 13,19 |

В основном, соотношение главных пропорций тела у исследованных особей незначительно изменяются, исходя из величин морфологических индексов. Таким образом, соотношение длины тела к длине голени (L./T.) – в 2017 г. равняется 1,94 и 1,88 в 2018 г. Соотношение длины тела к длине головы (L./L.c.) – в 2017 г. составило 3,55, в 2018 г. – 3,51.

Частота встречаемости различных генетических детерминированных фенотипов по рисунку спины в известной мере характеризует генетическую структуру популяций. Однако необходимо отметить, что фенотип особи представляет собой различные комбинации отдельных фенотипов. Поэтому отмечается четко выраженная географическая

ческая изменчивость генетической структуры популяций. Для анализа были взяты особи приблизительно одной возрастной группы. Все изученные особи были выпущены в те места обитания, откуда и были изъятые.

Анализ фенетической структуры популяций проводили по частоте встречаемости фенов (%) в популяционных выборках. В общей сложности было проработано 2 выборки (96 экземпляров), представленные половозрелыми особями обоих полов.

При характеристике полиморфизма популяций бурых лягушек из Беларуси мы использовали следующую номенклатуру. Наиболее типичными вариантами (морфами) рисунка спины являются следующие:

Полосатый – *striata* (*S*) – вдоль хребта и посередине головы проходит светлая полоса, как бы разделяющая тело на две части. Иногда полоса выражена нечетко проходит от ануса до головы или до середины туловища, имеет нечеткие контуры, размыта.

Пятнистый – *maculate* (*M*) – на спине расположены темные пятна, количество, форма и размещение которых весьма изменчивы. Нередко пятна, расположенные вдоль хребта, сливаются, образуя две параллельные темные полосы, которые часто могут окаймлять светлую дорсомедиальную полосу. Пятнистый рисунок туловища обычно сходен с рисунком на голове.

Крапчатый – *punctata* (*P*) – на спине разбросаны мелкие темные точки (крапинки). Наиболее типичный вариант – спина из-за сочетания мелких точек приобретает характерный «леопардовый» рисунок. У многих особей число крапинок относительно невелико (до 10–12).

Чистый – *burnsi* (*B*) – полное или практически полное отсутствие пятен или крапинок.

*Hemimaculata* (*hm*) – пятна присутствуют в малом количестве (2–5) и контуры их могут быть менее четко выражены.

*Hemipunctata* (*hp*) – пятна очень мелкие, практически имеют вид темных крапинок и присутствуют в небольшом количестве [3].

В табл. 3 представлены данные частоты встречаемости различных фенов травяной лягушки на территории исследуемых водоемов.

Таблица 3 – Частота встречаемости различных фенов травяной лягушки на территории исследуемых водоемов

| Местонахождение | Число особей | Количество особей с данными фенами |   |    |   |    |   |
|-----------------|--------------|------------------------------------|---|----|---|----|---|
|                 |              | M                                  | P | hp | B | hm | S |
| Водоем № 1      | 26           | 7                                  | 4 | 3  | 3 | 9  | 0 |
| Водоем № 2      | 36           | 16                                 | 7 | 0  | 4 | 6  | 3 |
| Водоем № 3      | 34           | 8                                  | 7 | 6  | 2 | 11 | 0 |

Анализ количества фенотипов в популяциях на исследуемых водоемах свидетельствует, что особи с феном *Striata* обнаружены только на территории водоема № 2. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что на территориях исследуемых водоемов преобладающим является фен *Maculate* (32,2 % от общего числа особей), а наименьшее число особей обнаружено с феном *Striata* (3,1 % от общего числа особей) (рис. 1).

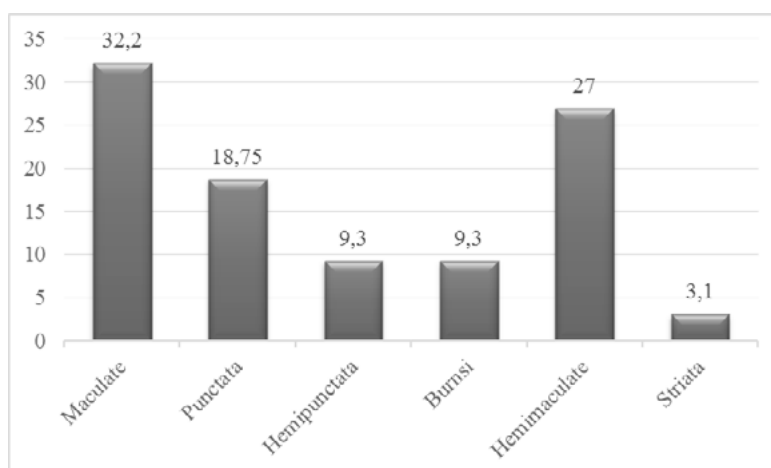


Рисунок 1 – Процентное соотношение особей травяной лягушки с различными фенами к общему числу изучаемых особей

Отличительной особенностью фенообликов изученных популяций травяной лягушки, населяющих исследуемые территории, является высокая частота фенов *Maculate* (32,2%), *Hemimaculate* (27%) и очень низкая частота фенов *Hemipunctata* (9,3%), *Burnsi* (9,3%), *Striata* (3,1%). Анализ данных по фенетической структуре популяций свидетельствует о том, что различные условия обитания на разных территориях приводят к изменению генети-

ческого состава популяций. Этот факт можно рассматривать как адаптивную способность к существованию на различных территориях, направленную на повышение жизнеспособности популяции и ее сопротивляемость неблагоприятным условиям среды и антропогенному влиянию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Косова, Л. В. Анализ морфометрической и фенетической структуры популяций амфибий рода *RANA* в Беларуси: автореф. дис. ... канд. биол. наук Л. В. Косова. – Минск, 1996. – 20 с.
2. Ляпков, С. М. Географическая изменчивость и половые различия по длине тела и возрастному составу у травяной лягушки: формирование и закономерности проявления / С. М. Ляпков // Принципы экологии. – 2012. – № 2. – С. 21–44.
3. Хандогий, А. В. Изменчивость фенетической структуры популяций бурых лягушек Витебской области / А. В. Хандогий, И. С. Тарасевич // Вопросы естествознания: сб. науч. статей. БГПУ им. М. Танка. – Минск, 2010. – С. 71–73.

## СИНТЕЗ И ИСПЫТАНИЕ НА ПЕСТИЦИДНУЮ АКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДНЫХ 5,5-ДИМЕТИЛЦИКЛОГЕКСАН-1,3-ДИОНА SYNTHESIS AND TESTING FOR PESTICIDAL ACTIVITY OF 5,5-DIMETHYLCYCLOHEXAN-1,3-DION DERIVATIVES

**В. С. Шубайло, А. Н. Пырко, В. Э. Сяхович**  
**V. Shibailo, A. Pyrko, V. Syakhovich**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
wikki9669@mail.ru*

*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Целью данной работы является синтез и испытание на пестицидную активность енаминопроизводных 5,5-диметилциклогексан-1,3-диона и 2-ацил-5,5-диметилциклогексан-1,3-диона, которые могли бы стать основой средств защиты растений. Пять синтезированных соединений были испытаны на некоторые виды инсектицидной (против *Toxoptera graminum*, *Musca domestica*, *Meloidogyne incognita*, *Heliothis virescens*, *Diabrotica undecimpunctata howardi*, *Caenorhabditis elegans*), фунгицидной (против *Drechslera*, *Erysiphe*, *Puccinia*, *Peronospora*) и гербицидной активности (против *Amaranthus retroflexus*, *Brassica rapa*, *Abutilon theophrasti*, *Alopecurus myosuroides*, *Avena fatua*, *Echinochloa crus galli*). Три соединения проявили инсектицидную активность против *Toxoptera graminum*, одно – против *Meloidogyne incognita*. Только одно соединение из пяти проявило фунгицидную активность против *Erysiphe*.

The aim of this work is the synthesis and testing for pesticidal activities of enamino derivatives of 5,5-dimethylcyclohexan-1,3-dione and 2-acyl-5,5-dimethylcyclohexan-1,3-dione which could become the basis of plant protection products. Five synthesized compounds were tested for certain types of insecticide (against *Toxoptera graminum*, *Musca domestica*, *Meloidogyne incognita*, *Heliothis virescens*, *Diabrotica undecimpunctata howardi*, *Caenorhabditis elegans*), fungicidal (against *Drechslera*, *Erysiphe*, *Puccinia*, *Peronospora*) and herbicidal (against *Amaranthus retroflexus*, *Brassica rapa*, *Abutilon theophrasti*, *Alopecurus myosuroides*, *Avena fatua*, *Echinochloa crus galli*) activities. Three synthesized compounds have shown promising insecticidal activities against *Toxoptera graminum*, one – against *Meloidogyne incognita*. Only one compound showed antifungal activity against *Erysiphe*.

*Ключевые слова:* енаминомоно- и дикетоны, синтез, пестицидная активность.

*Keywords:* enamino mono- and diketones, synthesis, pesticidal activity.

Разработка новых безвредных для человека и окружающей среды химических средств защиты растений является важной задачей исследователей, так как, в частности, у вредителей сельскохозяйственных растений вырабатывается устойчивость к действующим препаратам. Циклические β-ди- и β-трикетоны и их производные являются основой экологически безопасных гербицидов, в частности, препарата «сетоксидим» [1; 2]. Наличие нескольких карбонильных групп в этих соединениях позволяет эффективно использовать их в синтезе разнообразных гетероциклических структур с аналгетической, противопаразитической, антимикробной, противоопухолевой и другими важными видами активности [3]. Кроме того, соединения такой структуры распространены в природе [4; 5].

Целью данных исследований явился синтез и исследование на пестицидную активность некоторых енаминопроизводных циклических β-ди- и β-трикетонов.

**Синтез веществ.** Исходным соединением для синтеза енаминокетона **2** и енаминодикетонов **4-7** явился 5,5-диметилциклогесан-1,3-дион (димедон) **1**. Соединение **2** было получено двухкомпонентным взаимодействием димедона с фенилаланином, соединения **5-7** – трехкомпонентным взаимодействием димедона, ортомуравьиного эфира, фенилаланина, β-аланина и серина соответственно. Синтез циклогексаноизоксазола **4** осуществили в две стадии. Ацилированием димедона получили β-трикетон **3**, взаимодействием которого с гидроксиламином синтезировали соединение **4** (рис. 1).

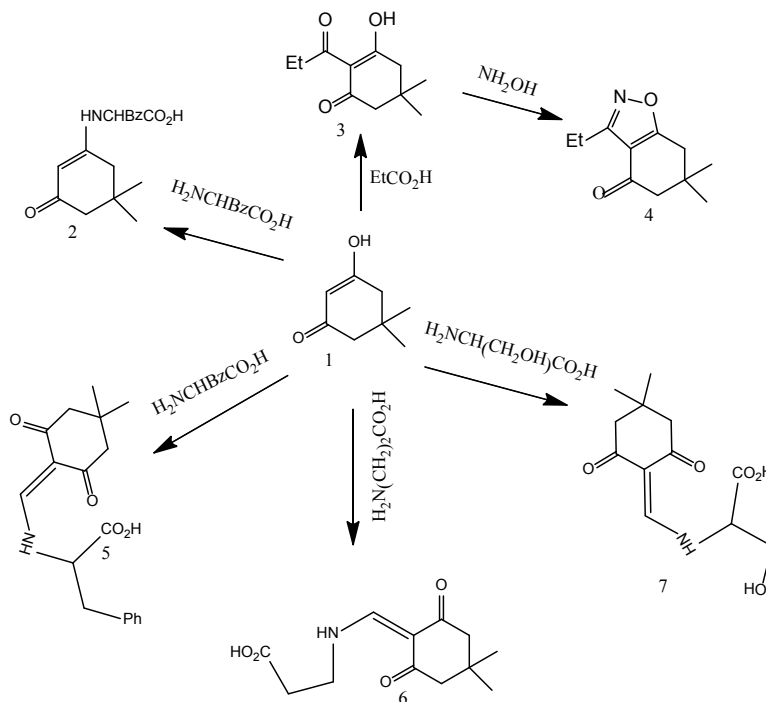


Рисунок 1 – Схема синтеза соединений 2,4-7

**Биологические испытания.** Пестицидные испытания включали определение инсектицидной, фунгицидной и гербицидной активности. Испытание грибок на растениях проводилось путем распыления веществ на растения и включали следующие патогенные грибки: *drechslera*, *erysiphe*, *puccinia*, *peronospora*. Эффективность действия соединения определялась в сравнении с необработанными растениями.

Насекомые-вредители основной фактор потери урожая сельскохозяйственных культур. Инсектицидная активность соединений (2, 4-7) была исследована против следующих насекомых: *toxopectera graminum*, *musca domestica*, *meloidogyne incognita*, *heliolithis virescens*, *diabrotica undecimpunctata howardi*, *caenorhabditis elegans*.

Гербицидная активность соединений проводилась против следующих растений: *amaranthus retroflexus*, *brassica rapa*, *abutilon theophrasti*, *alopecurus myosuroides*, *avena fatua*, *echinochloa crus galli*.

Ни одно из пяти исследованных веществ не проявило гербицидной активности, четыре соединения показали инсектицидную активность, одно – фунгицидную. Результаты представлены в табл. 1, 2.

Таблица 1 – Данные результатов исследования инсектицидной активности синтезированных соединений

| Организм, стадия метоморфоза            | Растение | Количество дней | Доза | Единицы измерения | Соединение, биологический эффект |   |   |   |   |
|---|----------|-----------------|------|-------------------|----------------------------------|---|---|---|---|
|   |          |                 |      |                   | 2                                | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Toxopectera graminum, mixed             | Sorghum  | 6               | 0,1  | ppm               | 3                                | 3 | 1 | 1 | 3 |
| Musca domestica, pupae                  | –        | 6               | 1,0  | ug/well           | 1                                | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Meloidogyne incognita, J2               | –        | 5               | 5,0  | ppm               | 1                                | 1 | 3 | 1 | 1 |
| Heliolithis virescens, egg              | –        | 8               | 0,6  | ug/well           | 1                                | 1 | 1 | 1 | 1 |
|   |          | 6               |      |                   | 1                                | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Diabrotica undecimpunctata howardi, egg | Cucumber | 6               | 0,3  | ppm               | 1                                | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Caenorhabditis elegans, mixed           | E.coli   | 7               | 5,0  |                   | 1                                | 1 | 1 | 1 | 1 |

**Примечание:** 1 – процент гибели насекомых спустя указанное количество дней после обработки в пределах 0–29 %, 3 – процент гибели насекомых в пределах 30–69 %, 5 – процент гибели насекомых в пределах 70–100 %.

Таблица 2 – Данные результатов исследования противогрибковой активности синтезированных соединений

| Соединение | Доза, ppm | Название грибка и результаты испытания |                 |                 |                    |
|------------|-----------|--|-----------------|-----------------|--------------------|
|            |           | <i>drechslera</i>                      | <i>erysiphe</i> | <i>puccinia</i> | <i>peronospora</i> |
| 2          | 100.00    | 0                                      | 0               | 0               | 0                  |
| 4          | 100.00    | 0                                      | 0               | 0               | 0                  |
| 5          | 100.00    | 0                                      | 0               | 0               | 0                  |
| 6          | 100.00    | 50                                     | 0               | 0               | 0                  |
| 7          | 100.00    | 0                                      | 0               | 0               | 0                  |

**Примечание:** 100 – продукт активен, в этом случае ингибируется более чем на 80 % развитие грибка. 50 – продукт умеренно активен, в этом случае ингибирование развития грибка находится в пределах 50–80 %. 0 – соединение не активно, в этом случае ингибируется менее чем на 50 % развитие грибка.

Таким образом, проведенные исследования позволяют считать перспективным поиск в этом экологически безопасном ряду соединений с фунгицидной и инсектицидной активностью.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рубинов, Д. Б. Экологически безопасные гербициды ряда циклогексан-1,3-дионов / Д. Б. Рубинов, Ф. А. Лахвич, И. Л. Рубинова // Земляробства і аховараслін. – 2006. – № 4. – С. 33–35.
2. Лахвич, Ф. А. Синтез изоксазолсодержащих аналогов сетоксидима / Ф. А. Лахвич, Д. Б. Рубинов, И. Л. Рубинова // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. – 2010. – № 2. – С. 77–83.
3. Исакова, В. Г. Химия фторзамещенных  $\beta$ -дикетонных и их производных / В. Г. Исакова, Т. С. Хлебникова // Успехи химии. – 2010. – Т. 79, № 10. – С. 929–55.
4. Васильева, Н. Г. Синтез 2-ацилциклопентан-1,3-дионов с насыщенной  $C_9$ – $C_{22}$  ацильной цепью / Н. Г. Васильева, И. И. Петрусевич, Т. С. Хлебникова, Ф. А. Лахвич // Докл. НАН Беларуси. – 2016. – Т. 60, № 4. – С. 73–77.
5. Васильева, Н. Г. Реакция конденсированных циклогексаноизоксазолонов с реактивами Гриньяра / Н. Г. Васильева, Ф. А. Лахвич, А. Л. Козлова-Козыревская // Журн. БГУ. Хим. – 2018. – № 2. – С. 25–29.

**ЯДЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
И РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**



**ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОПАСНОСТИ  
БЫВШИХ УРАНОВЫХ ОБЪЕКТОВ ТАДЖИКИСТАНА**  
**RADIATION HAZARD ASSESSMENT OF URANIUM LEGACY SITES OF TAJIKISTAN**

**М. З. Ахмедов<sup>1</sup>, К. А. Эрматов<sup>1</sup>, М. М. Махмудова<sup>2</sup>,  
Х. М. Назаров<sup>1</sup>, У. М. Мурсаидов<sup>1</sup>**  
**M. Akhmedov<sup>1</sup>, K. Ermatov<sup>1</sup>, M. Mahmudova<sup>2</sup>, Kh. Nazarov<sup>1</sup>, U. Mirsaidov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Агентство по ядерной и радиационной безопасности АН Республики Таджикистан,  
г. Душанбе, Республика Таджикистан

<sup>2</sup>Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибн Сино,  
г. Душанбе, Республика Таджикистан  
info@nrso.tj

<sup>1</sup>Nuclear and Radiation safety Agency of Academy of Science of the Republic of Tajikistan,  
Dushanbe, Republic of Tajikistan,

<sup>2</sup>Avicenna Tajik State Medical University, Dushanbe, Republic of Tajikistan

Приводятся результаты альфа-, гамма-спектрометрического анализа проб, дозиметрии, радонового мониторинга, оцениваемых участков Таджикистана.

This article presents the results of alpha-, gamma-spectrometric analysis of samples, dosimetry, radon monitoring, evaluation of various areas of Tajikistan.

*Ключевые слова:* радионуклид, радон, оценка, хвостохранилище.

*Keywords:* radionuclide, radon, assessment, tailing.

Приводятся результаты мониторинга урансодержащих отходов (хвостохранилищ) северного Таджикистана и ближайших к ним населенных пунктов (гг. Истиклол, Бустон, пос. Гозиен, Адрасман и др.). Показано, что средняя мощность эквивалентной дозы на поверхности хвостохранилищ достигает 10–30 мкЗв/час, а объемная концентрация радона в атмосферном воздухе на разных участках составляет от 200 до 1000 Бк/м<sup>3</sup>. Найдено, что удельная активность радионуклидов в хвостовом материале колеблется от 1000 до 7000 Бк/кг.

С учетом различных радиационных факторов рассчитаны годовые дозы облучения населения, проживающего в ближайших от хвостохранилищ населённых пунктах. Ниже приводится оценка радиационной опасности для г. Истиклол.

Установлено, что удельная активность радионуклидов урана и радия в хвостовом материале варьируют: 1405–2140 Бк/кг, 5935–9843 Бк/кг, соответственно. По результатам мониторинга мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения и объёмной активности радона на объектах г. Истиклол установлено, что мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения находится в пределах 0,52–1,78 мкЗв/ч, а объемная активность радона в воздухе от 20 до 45 Бк/м<sup>3</sup>.

Показано, что концентрация радона в воздухе над поверхностью хвостохранилищ является невысокой. Однако эксхалация радона с поверхности почвы всех обследованных хвостохранилищ выше норматива (1 Бк/(м<sup>2</sup>/с). Результаты измерений объёмной активности радона в воздухе жилых зданий и объектов, находящихся на территории г. Истиклол, показали, что значение объёмной активности радона находится в пределах 44–195 Бк/м<sup>3</sup>. Высокое значение объёмной активности радона отмечается на бывшем полуразрушенном заводе (1319 Бк/м<sup>3</sup>). Гамма- и альфа-спектрометрическими исследованиями выявлены средние значения удельной активности урана и радия в почвах для хвостохранилищ и карьера г. Истиклол: <sup>234</sup>U – 65 365 Бк/кг, <sup>238</sup>U – 50 295 Бк/кг, <sup>226</sup>Ra – 3800 Бк/кг. Для оценки доз облучения населения по водному пути принимались средние значения объёмной активности <sup>234</sup>U, <sup>238</sup>U, <sup>226</sup>Ra в водах. Максимальные значения объёмной активности радионуклидов наблюдались в пробах дренажных вод, Бк/м<sup>3</sup>: <sup>234</sup>U – 530 000, <sup>238</sup>U – 390 000, <sup>226</sup>Ra – 185.

Как показывают статистические данные, здоровье населения, проживающего в г. Бустон, Истиклол, пос. Гозиён (Дигмай) хуже, чем аналогичные показатели здоровья населения других регионов. В частности, отмечаются низкие показатели рождаемости и высокие показатели младенческой смертности, заболевания крови, органов дыхания, пищеварения, показатели рождаемости смещаются в сторону снижения, наблюдаются осложнения беременности и врожденные аномалии среди новорожденных.

В настоящее время усилиями Правительства Республики Таджикистан при поддержке ряда доноров (СНГ, Еврокомиссия и др.) проведено технико-экономическое обоснование ряда хвостохранилищ и начаты работы по реабилитации хвостохранилищ г. Истиклол и Дигмай (п. Гозиен). В перспективе намечается проведение реабилитационных работ на других хвостохранилищах северного Таджикистана.

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ПОСТ РАДИАЦИОННОГО  
КОНТРОЛЯ ДЛЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**  
**AUTOMATED RADIATION CONTROL STATION  
FOR ENVIRONMENTAL MONITORING SYSTEMS**

***Е. В. Быстров<sup>1</sup>, Д. Д. Дубатовка<sup>1</sup>, П. Н. Васильев<sup>1</sup>, А. Н. Новик<sup>2</sup>***  
***E. Bystrov<sup>1</sup>, D. Dubatovka<sup>1</sup>, P. Vasiliev<sup>1</sup>, A. Novik<sup>2</sup>***

<sup>1</sup>*Научно-производственное унитарное предприятие «АТОМТЕХ»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

<sup>2</sup>*Институт прикладных физических проблем им. А. Н. Севченко БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
info@atomtex.com*

*alexnoviknik@gmail.com*

<sup>1</sup>*ATOMTEX SPE, Minsk, Republic of Belarus*

<sup>2</sup>*Institute of Applied Physical Problems. A. N. Sevchenko BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Рассматривается автоматизированный пост радиационного контроля с измерительными каналами на основе интеллектуальных блоков детектирования спектрометрического и дозиметрического типа, обеспечивающих идентификацию радионуклидов и измерение мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения.

The report discusses automated post radiation monitoring with measuring channels based on intelligent spectrometry and dosimetric detection units that provide identification of radionuclides and measure the power of the ambient dose equivalent of gamma radiation.

*Ключевые слова:* мобильная радиологическая лаборатория, радиационный мониторинг.

*Keywords:* mobile radiological laboratory, radiation monitoring.

Современные требования к мониторингу состояния окружающей среды требуют от постов радиационного контроля не только информацию об уровне радиационного фона, но и информацию о конкретных радионуклидах, присутствующих в окружающей среде вокруг радиационно-опасного объекта. [1; 2]. Эти сведения помогут установить причины и определить объект, вызвавший тот или иной всплеск радиационного фона.

Для решения данных задач специалистами УП «АТОМТЕХ» был разработан полностью автоматизированный пост радиационного контроля ПРК-АТ2341, который обеспечивает непрерывный автоматизированный контроль радиационной и метеорологической обстановки, а также передачу информацию о направлении распространения аварийного выброса и его характеристиках. На основе данных, полученных с поста радиационного контроля, можно провести точные прогнозные расчеты распространения выброса в атмосфере.

В основе поста радиационного контроля ПРК-АТ2341 лежат быстро реагирующий спектрометрический блок детектирования гамма излучения БДКГ-211М на основе сцинтиллятора NaI(Tl) и дозиметрический блок детектирования БДКГ-224 на основе тканеэквивалентной пластмассы, разработанные в УП «АТОМТЕХ». Блок детектирования БДКГ-211М предназначен для измерения энергетического распределения гамма-излучения, идентификации гамма-излучающих радионуклидов, с одновременной передачей результатов измерения аппаратуре потребителя через интерфейс RS485. Блок детектирования БДКГ-224 с интерфейсом RS485 обеспечивает измерение мощности дозы гамма-излучения в широком диапазоне. Оба блока детектирования могут применяться в жестких условиях эксплуатации и использоваться в составе аппаратуры контроля радиационной обстановки на радиационно-опасных объектах, в том числе на атомных станциях.

Пост радиационного контроля оснащен метеостанцией Viasala WXT 536, которая способна измерять:

- атмосферное давление;
- температуру воздуха;
- влажность воздуха;
- скорость ветра;
- направление ветра;
- количество осадков (дождь, град и др.)

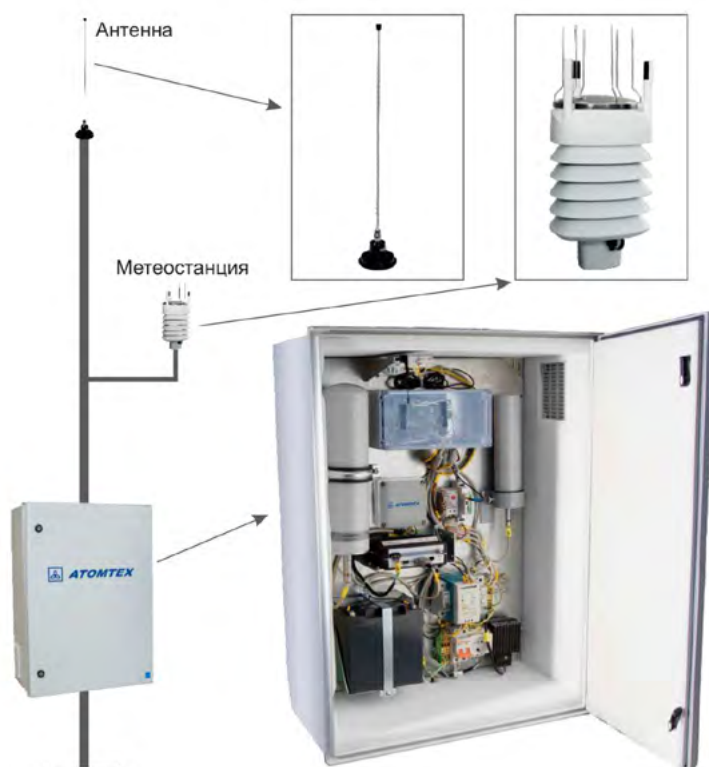


Рисунок 1 – Автоматизированный пост радиационного контроля ПРК-АТ2341

Для связи поста радиационного контроля с персональным компьютером используется разработанное в УП «АТОМТЕХ» программное обеспечение «АСКРО». Данное ПО предназначено для сбора, хранения и обработки данных о радиационной обстановке, погодных условиях (при наличии метеостанции), а также для визуализации спектрометрических данных.

Программа отображает данные самодиагностики поста радиационного контроля, такие как напряжения основного и резервированного источников питания, состояние основных блоков, температура внутри корпуса и др. Программное обеспечение «АСКРО» позволяет объединять в единую систему более 200 постов радиационного контроля.

В табл. 1 приводятся основные характеристики поста радиационного контроля ПРК-АТ2341.

Таблица 1 – Основные характеристики поста радиационного контроля ПРК-АТ2341

| Блок детектирования  | БДКГ-211М              | БДКГ-224   |
|--|------------------------|--|
| Детектор   | NaI(Tl) Ø63×63 мм      | Тканезквивалентная пластмасса Ø50×40 мм          |
| Диапазон энергий   | 20 кэВ – 3 МэВ         | 30 кэВ – 10 МэВ                                  |
| Диапазон измерения мощности амбиентного эквивалента дозы (МД)                                      | 30 нЗв/ч – 150 мкЗв/ч  | 40 нЗв/ч – 1 Зв/ч                                |
| Предел основной относительной погрешности измерения МД   | ±20 %                  | ±15 %  |
| Энергетическая зависимость относительно энергии 662 кэВ ( <sup>137</sup> Cs)                       | ±20 % (40 кэВ – 3 МэВ) | ±25 % (30 кэВ – 3 МэВ)<br>±50 % (3 МэВ – 10 МэВ) |
| Чувствительность к гамма-излучению <sup>137</sup> Cs, (имп·с <sup>-1</sup> /мкЗв·ч <sup>-1</sup> ) | 2450                   | 530  |
| Временная дискретность измерения   | 1/3 с                  | 0,1 или 1 с                                      |
| Типовое энергетическое разрешение для энергии 662 кэВ ( <sup>137</sup> Cs)                         | 7,5 %                  | –  |
| Степень защиты   | IP65                   |  |
| Интерфейс  | GSM, радиомодем        |  |
| Диапазон рабочих температур  | –40...+50 °С           |  |
| Относительная влажность воздуха (≤35 °С без конденсации влаги)                                     | ≤98 %                  |  |
| Габаритные размеры   | 300 × 600 × 800        |  |
| Возможность подключения метеостанции   | да                     |  |

Разработанный на предприятии «АТОМТЕХ» пост радиационного контроля ПРК-АТ2341 соответствует современным требованиям к мониторингу состояния окружающей среды вокруг радиационно-опасных и радиационно-чувствительных объектов.

В совокупности с программным обеспечением «АСКРО» пост радиационного контроля позволяет получить комплексную картину радиационной и климатической обстановки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Новик, А. Н. Автоматизированная система контроля радиационной обстановки в зоне влияния Белорусской АЭС / А. Н. Новик, И. В. Белый, Е. В. Быстров, В. А. Кожемякин, П. В. Кучинский // 6-ая Междунар. конф. «Ядерные технологии XXI века»: сб. докл. НАНБ, Минск, октябрь 2016. – С. 36–40.

2. Кожемякин, В. А. Независимая автоматизированная система радиационного мониторинга окружающей среды / В. А. Кожемякин, А. Н. Новик, П. В. Кучинский [и др.] // Междунар. конф. «Ядро-2017»: тез. докл. – Алматы: РГП ИЯФ, 12–15 сентября 2017 г. – С. 366.

## КОМПЛЕКТ ОБОРУДОВАНИЯ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПОЖАРАХ НА ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ДЛЯ ОСНАЩЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ РАДИОЛОГИЧЕСКИХ ЛАБОРАТОРИЙ

### SET OF EQUIPMENT FOR MOBILE RADIOLOGICAL LABORATORIES FOR ENVIRONMENTAL RADIATION CONTROL IN CASE OF FIRE ON CONTAMINATED AREAS

*Е. В. Быстров, В. А. Кожемякин, С. В. Прибылев*  
*E. Bystrov, V. Kozhemyakin, S. Pribylev*

*Научно-производственное унитарное предприятие «АТОМТЕХ»,  
г. Минск, Республика Беларусь  
info@atomtex.com  
ATOMTEX SPE, Minsk, Republic of Belarus*

Предложен вариант исполнения мобильной радиологической лаборатории на шасси микроавтобуса для обеспечения безопасного выполнения задач по мониторингу радиационной обстановки во время пожаров на территории радиационно-экологического заповедника.

A version of the mobile radiological laboratory on the minibus chassis is proposed to ensure the safe performance of radiation monitoring tasks during fires within the territory of the radiation and ecological reserve.

*Ключевые слова:* мобильная радиологическая лаборатория, радиационный мониторинг.

*Keywords:* mobile radiological laboratory, radiation monitoring.

Белорусская часть зоны отчуждения Чернобыльской АЭС представляет собой потенциальный источник особого риска для прилегающих территорий. Лесные пожары, которые происходят в высокозагрязненных районах, являются причиной вторичного загрязнения окружающей среды за пределами зоны отчуждения. Лесные, торфяные и луговые пожары вызывают перенос таких радионуклидов как  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ , а также трансураниевых элементов [1]. Необходимо своевременное предоставление фактической информации о последствиях пожаров для населения и окружающей среды, включая в первую очередь оценку ингаляционных доз облучения пожарных и населения. Актуальной задачей является ввод в эксплуатацию специальных мобильных лабораторий, позволяющих оперативно доставить персонал непосредственно в места возгораний для проведения необходимых измерений и отбора проб объектов окружающей среды.

Авторами предложен вариант исполнения мобильной радиологической лаборатории на шасси микроавтобуса для обеспечения безопасного выполнения задач по мониторингу радиационной обстановки во время пожаров на территории радиационно-экологического заповедника. Комплектация мобильной лаборатории включает в себя оборудование, предназначенное для стационарного размещения в автомобиле, портативное оборудование и приборы для индивидуального ношения, а также вспомогательное оборудование.

К оборудованию для стационарного размещения относятся комплекс радиационного сканирования маршрута передвижения, гамма-бета-спектрометр и альфа-бета-радиометр. Комплекс радиационного сканирования маршрута передвижения предназначен для радиационного картографирования местности во время передвижения лаборатории, измерения мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения, идентификации гамма-излучающих радионуклидов, выбора маршрутов движения с наименьшими уровнями радиации к местам

возгорания на территории радиационно-экологического заповедника. В составе комплекса имеется два блока детектирования гамма-излучения (высокочувствительный и широкодиапазонный) [2].

Гамма-бета спектрометр предназначен для измерения удельной или объемной активности таких радиоэкологически-значимых радионуклидов, как  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в пробах объектов окружающей среды, взятых в районе пожаров на территории заповедника

Альфа-бета-радиометр с устройством отбора проб воздуха предназначен для одновременного измерения с разделением по виду излучения суммарной альфа- и бета-активности аэрозольных аналитических фильтров в целях контроля загрязненности воздуха при пожарах. Альфа-бета-радиометр может быть также использован для анализа других счетных образцов и для радиометрии мазков, отбираемых для контроля загрязненности различных поверхностей.

К портативному оборудованию относится дозиметр-радиометр носимый с блоками детектирования альфа-, бета- и гамма-излучения, предназначенный для контроля мощности дозы гамма-излучения, измерения плотности потока альфа- и бета-частиц с загрязненных поверхностей, а также спектрометр полевой переносный и спектрометрический персональный радиационный детектор. Спектрометр полевой переносной предназначен для измерения плотности загрязнения и удельной активности радионуклидов  $^{134}\text{Cs}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в почвах и грунтах in-situ (без отбора проб) с возможностью GPS-привязки данных к координатам местности для оперативного составления/корректировки уточненных карт радиоактивного загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  [3]. Спектрометрический персональный радиационный детектор предназначен для поиска и обнаружения источников гамма-излучения с идентификацией радионуклидного состава, а также измерения мощности дозы.

Оборудование для индивидуального ношения включает в себя карманные дозиметры-радиометры для измерения мощности дозы и плотности потока бета-частиц и индивидуальные дозиметры для измерения индивидуального эквивалента дозы персонала лаборатории.

Предложенная комплектация мобильной лаборатории обеспечит своевременное предоставление группам пожаротушения, радиационного контроля и населению близлежащих территорий информации о радиационной обстановке в случае пожаров в зонах отчуждения и отселения, включая потенциальные риски поступления ингаляционного поступления радионуклидов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дворник, А. А. Радиоактивное загрязнение воздуха в результате лесных пожаров и его опасность для здоровья человека / А. А. Дворник, А. М. Дворник, Р. А. Король, С. О. Гапоненко // Радиация и риск. – 2016. – Т. 25. – № 2.
2. Антонов, В. И. Мобильный высокочувствительный спектрометрический комплекс радиационного сканирования МКС-АТ6103 для обнаружения локальных загрязнений / В. И. Антонов, А. Г. Барченко, Е. В. Быстров, В. И. Гуринович, В. А. Кожемякин, Р. В. Лукашевич // Четвертая международная конференция «Инженерия сцинтилляционных материалов и радиационные технологии» – ИСМАРТ 2014, Минск, Беларусь: Сборник тезисов.
3. Zhukouski, A. Gamma-spectrometer for water areas and bottom sediments radiation monitoring / A. Zhukouski, A. Anshakou, A. Biryła, U. Chyrykala, Y. Kanavalau, A. Nichyparchuk, A. Savitski, A. Khrutchinsky, S. Kutsen // Приборы и методы измерений. – 2016. – Т. 7, № 3. – С. 256–261.

# **ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА ПРИРОДНЫХ И УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

**INVESTIGATION OF HEAVY METAL POLLUTION IN SOIL  
SAMPLES TAKEN FROM MUGLA CITY CENTER**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ  
В ОБРАЗЦАХ ПОЧВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ГОРОДСКОГО ЦЕНТРА МУГЛА**

**A. Demirak, M. Kosaçaya**

**A. Демирак, М. Косакая**

*Mugla Sıtkı Kocman University,  
Research and Application Centre For Research Laboratories,  
Mugla, Turkey  
ademirak@yahoo.com; ademirak@mu.edu.tr*

Heavy metals in the most dangerous pollutant group increase the population, industrial and agricultural activities, depending on traffic intensity as a result of increased gas emissions are accumulating in environmental environments. Heavy metals are either naturally present in the structure of the soil or they increase their concentration in the structure of the soil as a result of their human activity. The soil in which the soil is in constant contact and in which the soil is in constant contact with the wind and temperature, and in which it is possible to contain heavy metal, dust particles are transported to metabolism through respiration functions. The concentrations of total metals are used as indicator for soil pollution. But knowledge of the total metals concentration in soil gives little information for mobility, bioavailability, and toxicity of heavy metals in soil. Oppositely, sequential extraction techniques provide information about distribution, mobility toxicity and bioavailability of heavy metals [1].

*Keywords:* Muğla City, Soil, sequential extractions, heavy metals.

The main aims of this study are to measure the concentrations of Cd, Pb and Cr heavy metals in different fractions in soil samples taken from Muğla city center, and to determine the sources of pollutants, and the mobility and potential risks of these metals.

In this study, heavy metals pollution in soil of Muğla city was investigated. In this context, the concentrations of Cd, Pb and Cr metals chemical fractions in soil samples taken from children's park, road edges, university central campus and industrial zone in Muğla City were determined and the mobility of these metals. Risk analysis was performed for metals measured with obtained data

The concentrations of the heavy metals in chemical fractions (Acid Exchangeable, Reducible, Oxidizable, Residual) in soils by using of the BCR (European Community Bureau of Reference) were taken into measure values. Metal concentrations were determined using atomic absorption spectroscopy FAAS (AGILENT 240FS) and AGILENT GTA 120 Graphite Tube Atomizer and BCR Reference Material No.701 was used for extractable trace element.

The results of this study and the comparing results of this study with literature data are given in Table 1.

As a result of the study, when heavy metal content in soil samples was examined, there was no change in the values of Cd heavy metal in the autumn and winter seasons at 200 mesh below and above. In the spring season, there were differences in values of 200 mesh below and above. In the summer, there were no changes in values below 200 mesh. Pb heavy metal values in autumn, winter, spring and summer seasons were not significantly different. Cr heavy metal values were found only in residual fraction during all periods. When risk analysis was performed, Cd metal was found to be a serious Risk. Pb and Cr metals pose no risk.

*Table1 – Comparing the results of this study with literature data*

| Area                | Pb (mg/kg) | Cd (mg/kg) | Cr (mg/kg) | Ref.       |
|---------------------|------------|------------|------------|------------|
| Edirne (Türkiye)    | 1,405      | 0,1766     | 24,78      | 2          |
| Balikesir (Türkiye) | –          | 2,30       | 0,002      | 3          |
| Tekirdağ (Türkiye)  | 3,02       | 7,08       | 2,24       | 4          |
| Muğla (Türkiye)     | 0,495      | 2,8        | Nd         | This study |

#### REFERENCES

1. *Gabarron, M., Zornoza, R., Martínez-Martínez, S., Munoz, V., Faz, A., Acosta, A.* Effect of land use and soil properties in the feasibility of twosequential extraction procedures for metals fractionation. – *Chemosphere*, 2018. – P. 266–272.
2. *Kocabas, A.* Investigation of Heavy Metal Content in Soils in Roadside in Edirne. Trakya University Institute of Science and Technology, Department of Chemistry, Master Thesis. – 2008.

3. Şen, İ. Determination of Boron and Heavy Metal Fractions in Macrofungi and Soil Specimens from Boron Mines in Balıkesir (Bigadiç). Mugla University, Institute of Science and Technology, Department of Environmental Sciences, M.Sc. Thesis. – 2010.

4. Sumer, A., Adiloğlu, S., Çetinkaya, O., Adiloğlu, A., Sungur, A., Akbulak, C. Investigation of Pollution of Some Heavy Metals (Cr, Ni, Pb) in Karamenderes Basin Soils. Journal of Tekirdag Agricultural Faculty. – 2013. – P. 83–89.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПУТНИКОВЫХ (ТМРА 3В43) И НАЗЕМНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ГОДОВЫХ СУММ ОСАДКОВ НАД ГОРНОЙ ТЕРРИТОРИЕЙ КЫРГЫЗСТАНА**

### **VALIDATION OF SATELLITE (TMPA 3B43) AND RAIN GAUGE DATA FOR ANNUAL SUMM OF PRECIPITATION OVER MOUNTAIN TERRITORY OF KYRGYZSTAN**

***М. О. Рыскаль, О. А. Подрезов***

***M. Ryskal, O. Podrezov***

*Кыргызско-Российский Славянский университет, г. Бишкек, Кыргызская Республика  
marina\_karaseva87@mail.ru, meteokaf\_krsu@mail.ru  
Kyrgyz-Russian Slavic University, Bishkek, Kyrgyz Republic*

Анализируются корреляционные связи и регрессионные зависимости годовых сумм осадков, получаемых по данным мульти спутниковой модели ТМРА-3В43 и данным наземных метеостанций для территории Кыргызстана в целом и по отдельным его высотным зонам. В качестве метода сравнительного анализа рассматривались параметры уравнения регрессии и корреляция сумм осадков. Результаты приводимого ниже анализа для сложной горной территории Кыргызстана в целом и для различных его высотных зон дают положительный ответ о возможностях прикладного использования расчетных данных по осадкам, получаемых с помощью этой модели.

Correlations and regression dependences of annual precipitation amounts obtained from the data of multi-satellite model TMPA-3B43 and the data of ground weather stations for the territory of Kyrgyzstan and its altitude zones are analyzed. The parameters of the regression equation and correlation of precipitation sums were considered as a method of comparative analysis. The results of the analysis below for the complex mountainous territory of Kyrgyzstan as a whole and for its various high-altitude zones give a positive answer about the possibilities of applied use of the calculated precipitation data obtained with the help of this model.

*Ключевые слова:* Кыргызстан, горная территория, осадки, спутниковые и наземные данные, годовые суммы, высотные зоны, корреляция.

*Keywords:* Kyrgyzstan, mountain territory, precipitation, satellite and ground data, annual amounts, altitude zones, correlation.

Признано, что, несмотря на постоянно возрастающую потребность населения земного шара в воде, важнейшая приходная составляющая водного баланса (атмосферные осадки) известна еще недостаточно точно. Особенно велики погрешности определения характеристик осадков в горных областях [2]. Установление закономерностей территориально-высотного распределения осадков в горных районах Кыргызстана представляется очень сложной климатической задачей. Трудности состоят, прежде всего, в недостаточности данных об осадках на сети метеостанций и гидропостов, которые слабо освещают исключительно большое разнообразие орографических условий горных и высокогорных районов. Наиболее перспективным выходом из положения является использование современных спутниковых наблюдений за осадками, которые представляют собой независимый материал, позволяющий расширить, уточнить или подтвердить решения, полученные по наземным измерениям. Спутниковые данные обладают рядом преимуществ, в первую очередь высоким пространственно-временным разрешением [3]. В качестве исходных спутниковых данных использовались осадков за месяц по модели ТМРА-3В43 (Tropical Rainfall Measuring Mission Multi-satellite Precipitation Analysis) [1], которые сопоставлялись с соответствующими суммами 35 наземных осадкомеров за период с 1998 по 2007 гг.

Рассмотрим параметры регрессии и корреляцию для годовых сумм осадков по различным высотным зонам и в целом для территории Кыргызстана, по 35 его метеостанциям. На рис. 1 приведен график корреляционной связи годовых сумм осадков, полученных по спутниковым и наземным данным по территории Кыргызстана в целом. Из него следует, что эта связь действительно существует, имеет линейный характер и оценивается коэффициентом корреляции  $r = 0,54$ , то есть соответствует градации средней по силе связи. Полученное уравнение регрессии статистически значимо на уровне доверительной вероятности  $p = 95\%$  и имеет вид:



$$R_{\text{наз.}}(\text{мм}) = 1,070 \times R_{\text{сп.}}(\text{мм}) - 14,7 \pm 185, \quad (1)$$

где через  $R_{\text{наз.}}(\text{мм})$  и  $R_{\text{сп.}}(\text{мм})$  обозначены соответственно годовое количество осадков по наземным данным метеостанций и спутнику, а последнее слагаемое  $S = \pm 185$  мм есть средняя квадратическая ошибка регрессии.

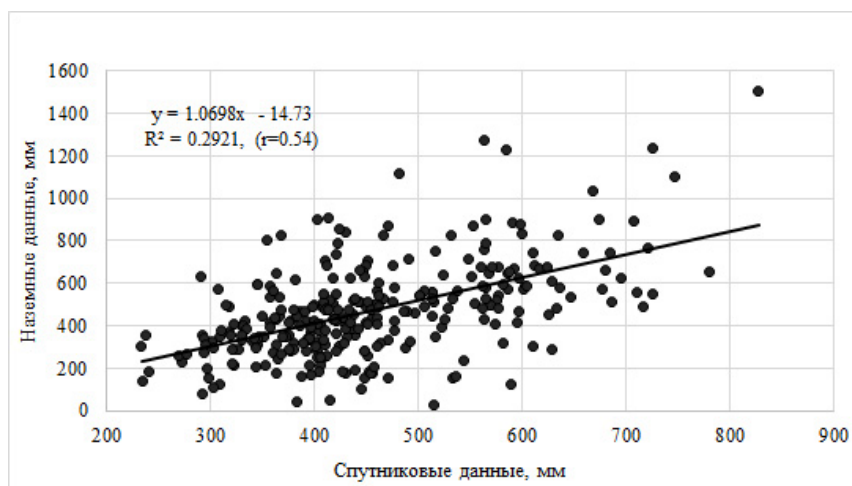


Рисунок 1 – График корреляционной зависимости годовых сумм осадков по спутниковым и наземным наблюдениям для 35 метеостанций Кыргызстана за период 1998–2007 гг.

Регрессия (1) позволяет по найденным (заданным) по спутнику годовым суммам осадков делать приведение исходных спутниковых данных к наземным данным метеостанций. Назовем для краткости получаемые таким образом суммы осадков «приведенными» или «расчетными» спутниковыми значениями осадков. Такое приведение позволяет репрезентативно использовать исходные годовые спутниковые суммы осадков для прикладных климатических расчетов для территории Кыргызстана в целом или отдельных его частей и точек. Рассчитанные по (1) приведенные спутниковые суммы осадков показаны в табл. 1. Можно видеть, что параметры регрессии (угловой коэффициент 1,07 и остаточный член  $-14,7$ ) таковы, что с погрешностью не более 5 % ее можно заменить простым равенством:  $R_{\text{наз.}} = R_{\text{сп.}}$ , то есть приведенные годовые осадки равны исходным спутниковым годовым осадкам.

Таблица 1 – Результаты расчета по (1) приведенных годовых сумм осадков (мм) по заданным спутниковым данным и их отношения  $\lambda = \text{спутник/приведенные}$

|                                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Спутник исх. (задано)            | 150  | 200  | 300  | 400  | 500  | 600  | 700  | 800  | 900  |
| Приведенные по (1)               | 146  | 199  | 306  | 413  | 520  | 627  | 734  | 841  | 948  |
| $\lambda = \text{спут./привед.}$ | 1,03 | 1,00 | 0,98 | 0,97 | 0,96 | 0,96 | 0,95 | 0,95 | 0,95 |

Ошибка регрессии (1), равна по абсолютному значению  $s = \pm 185$  мм, а в относительном виде, то есть деленная на годовую норму осадков по Кыргызстану, равна  $s_{\text{отн.}} = 39$  %. Все это означает, что с позиций корреляционно-регрессионного анализа, для годовых сумм осадков и территории Кыргызстана в целом, статистическую связь спутниковых и наземных данных можно считать по качеству вполне удовлетворительной.

Рассмотрим параметры регрессии и корреляцию для годовых сумм осадков по различным высотным зонам для территории Кыргызстана, по 35 его метеостанциям. По уравнениям регрессии вида:

$$y(\text{назем.}, \text{мм}) = b_0 + b_1 \times x(\text{спут.}, \text{мм}) \pm S, \quad (1)$$

находились следующие параметры: угловой коэффициент  $-b_1$ , остаточный член  $-b_0$ , абсолютная  $-S$  (мм) и относительная  $-S$  (%) средняя квадратическая ошибка регрессии,  $n$  – объем выборки. Также определялась сила связи – коэффициент корреляции  $-r$  и оценивалась значимость каждого уравнения регрессии на уровне доверительной вероятности 0,95. Результаты расчетов параметров корреляции и регрессии по уравнениям регрессии, выполненные для годовых осадков по каждой из 4 высотных зон Кыргызстана и приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Статистики корреляции и уравнений регрессии для годовых сумм осадков по спутниковым и наземным данным по различным высотным зонам Кыргызстана

| Высота, км | Статистика |        |     |                       |      |     | Значимость регрессии |
|------------|------------|--------|-----|-----------------------|------|-----|----------------------|
|            | $b_1$      | $b_0$  | $s$ | $s_{\text{отн.}, \%}$ | $r$  | $n$ |                      |
| $\leq 1$   | 0,8754     | 63,0   | 106 | 23                    | 0,61 | 71  | Значима              |
| 1–1,5      | 1,1294     | –54,7  | 132 | 31                    | 0,67 | 67  | Значима              |
| 1,5–2,5    | 1,1758     | –37,0  | 174 | 35                    | 0,57 | 119 | Значима              |
| $\geq 2,5$ | 1,4981     | –140,7 | 165 | 33                    | 0,68 | 42  | Значима              |

Из табл. 2 прежде всего видно, что для всех высотных зон – коэффициенты корреляции  $r$  спутниковых и наземных данных меняются незначительно от 0,57 до 0,68, что соответствует средней по силе связи, а уравнения регрессий статистически значимы на уровне доверительной вероятности  $p = 0,95$  и имеют относительные погрешности в пределах от 23 до 35 %. Ошибки регрессии по абсолютному значению меняются от 106 мм - на высоте менее 1 км, до 174 мм – на высоте 1,5–2,5 км, а в относительном виде, то есть деленные на годовую норму осадков по этим высотным зонам, находятся в пределах от 23 до 35 % соответственно. Все это означает, что с позиций корреляционно-регрессионного анализа, для годовых сумм осадков по различным высотным зонам Кыргызстана статистическую связь спутниковых и наземных данных можно считать по качеству вполне удовлетворительной.

Также, как и в целом по Кыргызстану уравнения регрессии позволяют осуществлять приведение исходных спутниковых данных к наземным данным метеостанций по различным высотным зонам (табл. 3).

Таблица 3 – Результаты расчета по уравнениям регрессии (табл. 2) приведенных годовых сумм осадков (мм) по заданным спутниковым данным

| Спутниковые исходные                | 150 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800  | 900  |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| Приведенные для $z \leq 1$ км       | 194 | 238 | 326 | 413 | 501 | 588 | 676 | 763  | 851  |
| Приведенные для $z \leq 1-1,5$ км   | 115 | 171 | 284 | 397 | 510 | 623 | 736 | 849  | 962  |
| Приведенные для $z \leq 1,5-2,5$ км | 139 | 198 | 316 | 433 | 551 | 669 | 786 | 904  | 1021 |
| Приведенные для $z \geq 2,5$ км     | 84  | 159 | 309 | 459 | 608 | 758 | 908 | 1058 | 1208 |

Оказалось, что до высоты 1 км при значениях исходных сумм осадков до 500 мм приведенные оказываются больше, в среднем на 12 %, затем наоборот ниже, в среднем на 3 %. В зонах выше 1 км наблюдается обратная картина, приведенные значения ниже исходных при небольших суммах осадков (до 200–400 мм/год) и выше исходных при их более высоких суммах. При этом завышение приведенных данных исходными спутниковыми в среднем составляет 20 %, а занижение – 10 %.

Таким образом, можно сделать вывод, что в целом по территории и для различных высотных зон Кыргызстана, прослеживаются значимые статистические связи и зависимости между годовыми суммами осадков, полученными по спутниковым и наземным данным, что делает спутниковые данные по осадкам, пригодными для прикладного практического использования в этой горной области. Приведенные выше статистические зависимости рекомендуются к практическому использованию для приведения спутниковых данных об осадках, получаемых по модели ТМРА, к показаниям наземных осадкомеров. Надо также полагать, что они представляют значительную ценность для разработчиков спутниковых программ косвенных расчетов осадков в горных районах с целью их возможного уточнения и совершенствования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Национальное Авиационное и Космическое Агентство сайт (NASA) [Электронный ресурс]. URL: <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/#> (дата обращения 15.11.2018)
2. Пономаренко, П. Н. Атмосферные осадки Киргизии / П. Н. Пономаренко / под ред. О.А.Дроздова. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 134 с.
3. Karaseva, M. O. Validation of high-resolution TRMM-3B43 precipitation product using rain gauge measurements over Kyrgyzstan / M. O. Karaseva, S. Prakash, R. M. Gairola // J. Theoretical and Applied Climatology. – 2011.– Vol. 108. – P. 147 – 157.

# ПРОБЛЕМА НАКОПЛЕНИЯ МИКРОПЛАСТИКА В ВОДОЕМАХ THE PROBLEM OF MICROPLASTIC ACCUMULATION IN WATER POTS

**Г. В. Толкач**

**G. Taukach**

*Брестский государственный университет им. А. С. Пушкина,*

*г. Брест, Республика Беларусь*

*gal-mush@yandex.ru*

*Brest State University named after A. S. Pushkin, Brest, Republic of Belarus*

Каждый год люди производят около 400 млн т пластика по всему миру. Значительная часть этого пластика попадает в окружающую среду в виде мусора, и большинству видов пластика требуется несколько сотен лет, чтобы полностью разложиться, поэтому в настоящее время проблема накопления микропластика в воде стала одной из серьезнейших экологических проблем, вызванная несовершенством системы обращения с отходами. Микропластик – это твердые частицы синтетических полимеров размером от нескольких нанометров до 5 мм. Проблема заключается в том, что из-за своих небольших размеров микропластик невозможно собрать. В настоящее время основной сложностью при проведении количественных оценок загрязнения микропластиком является отсутствие стандартизированных методик отбора, подготовки и анализа проб воды, донных и береговых отложений. Нами была предложена методика отбора проб воды и классификация микропластика по различным критериям.

Currently, the problem of microplastic accumulation in water has become one of the most serious environmental problems caused by the imperfection of the waste management system. Microplastic is solid particles of synthetic polymers ranging in size from a few nanometers to 5 mm. The problem is that, due to its small size, microplastic is impossible to assemble. Currently, the main difficulty in conducting quantitative assessments of microplastic pollution is the lack of standardized methods for the selection, preparation and analysis of water samples, sediments and coastal sediments. We have proposed a water sampling technique and microplastic classification according to various criteria.

*Ключевые слова:* загрязнение, микропластик, методика отбора проб, различные подходы к классификации микропластика.

*Keywords:* pollution, microplastic, sampling technique, various approaches to microplastic classification.

Для производства многих товаров сегодня используются следующие такие виды пластика как полиэтилен (PE), полипропилен (PP), полистирен (PS), полиэтилен терефталат (PET) и поливинилхлорид (PVC). Основные источники поступления микропластика в окружающую среду:

- 1) пыль от истирания шин;
- 2) выхлопные газы предприятий;
- 3) поликарбонатные, полистирольные соединения, поливинилхлорид, содержащиеся в обертках и упаковках;
- 4) соединения пластика в составе краскок, строительных материалов;
- 5) в составе игрушек;
- 6) выхлопных газах транспорта;
- 7) синтетических тканях;
- 8) чистящих, моющих средствах;
- 9) косметике и др.

Согласно данным Ричарда Томпсона более 80 % источников загрязнения морской среды – сухопутные (береговые), в том числе отходы рекреационной деятельности. Установлено, что не менее 60 % морского мусора представлено макропластиком и микропластиком. Проблема накопления микропластика в пресных водоемах, морях и океанах изучена недостаточно.

Профессор Плимутского Университета (Великобритания), Ричард Томпсон, классифицировал пластик на 4 группы по размеру частиц:

- 1) мелкий микропластик – размером от 0,33 до 1 мм,
- 2) крупный микропластик – размером от 1,01 до 4,75 мм,
- 3) мезопластик – размером от 4,76 до 200 мм,
- 4) макропластик – более 200 мм.

Изучив работы западных ученых, можно сделать заключение, что микрочастицы и наночастицы могут поглощаться фитопланктоном и зоопланктоном. В исследованиях (Betts et al., 2008) было отмечено, что тихоокеанский криль (*Euphasea Pacifica*) поглощает кормовые водоросли наряду с гранулами полиэтилена

соответствующего размера, причем явного предпочтения в выборе пищи не наблюдалось. У морских червей, питающихся донными отложениями, была выявлена биодоступность полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), поступающих из техногенных частиц микропластика, таких как фрагменты крышек и дизельная сажа, которые помещались в кишечную жидкость (Cole, 2014). Сурфактанты, содержащиеся в кишечной жидкости донных детритофагов, возможно, повышают биодоступность стойких органических загрязнений в пищеварительной системе у этих видов. Проглоченные микропластические частицы повреждают органы и выделяют внутри организма опасные химические вещества – от разрушающего гормональный фон бисфенола А (БФА) до пестицидов. Такое влияние нарушает защитные функции организма, а также останавливает рост и размножение клеток.

Микропластик может заглатываться и более крупными животными. Последствия обычно негативные: скапливаясь в больших количествах в пищеварительной системе, пластик приводит к нарушениям жизнедеятельности и внутренним механическим повреждениям, вплоть до гибели животного. Также частицы пластика могут сорбировать на поверхности токсины. С другой стороны, дрейфующие частицы пластика могут становиться домом для микроскопических обитателей, таких как микроводоросли, бактерии и др. В результате возрастает биомасса, и изначально донные формы жизни осваивают толщу воды и расширяют свой ареал, мигрируя с течениями. Это может иметь неоднозначные последствия, в том числе и отрицательные: например, распространение токсичных цианобактерий и патогенных микроорганизмов.

Цель – разработка и освоение методики сбора проб природной воды для выявления загрязнения микропластиком водоемов г. Бреста.

Материалы и методы. Брест является лидером среди крупных городов Беларуси, по сосредоточению огромного количества водоемов: озер, рек, прудов, водных каналов на 1 кв.км.: всего на территории города был выявлен 391 водоемом различного происхождения. Все водные объекты города Бреста. Все водные объекты отличаются по размеру, по происхождению, по назначению и по уровню антропогенной нагрузки. В каждом из районов города присутствуют естественные и искусственные водоемы. Вот их примерное количество: Волянка – 4 водоема, Ковалево – 10, Восток – 8, Козловичи – 35, Вулька – 1, Красный двор – 14, Вычулки – 3, Плоска – 14, Гершоны – 223, Речица – 20, Граевка – 4, Центр – 2, Дубровка – 8, Юго-Западный – 10, Задворцы – 15, Южный – 17, Западный – 3 водоема. Большая часть водоемов расположена на юге города, в районах Волянки и Гершон – 223 водоема (места добычи строительных материалов).

На территории Бреста нами определены места отборов проб с помощью GPS-навигатора. На каждой точке отбора сделана фотография и приведено описание местности: течение, характер дна, наличие растений в воде, цвет воды, наличие осадков и их возможность в течение суток до отбора пробы, наличие антропогенной нагрузки (предприятия, рекреационные зоны, рыбацкие стоянки, мусорки и др.).

Нами была собрана фильтровальная установка из пластиковой муфты с уплотнительными прокладками, диаметром 110 мм., пластикового перехода, плотно соединенного с муфтой и тканью «мельничный газ» с размером ячеек 120 мкм. Из полотна «мельничного газа» был вырезан круг на 15 см больше, чем фильтрующая установка – фильтрующая основа. Этой фильтрующей основой мы накрыли просвет перехода муфты и закрыли пластиковым переходом. Необходимо следить, чтобы фильтрующая основа не образовывала складок. Перед первым применением компоненты фильтровальной установки необходимо тщательно промыть большим количеством водопроводной воды.

Для отбора пробы воды участники входят в воду на максимально возможную глубину, не менее 0,5 м, либо размещаются на мостках. Для отбора образцов необходимо аккуратно начерпывать воду из водоема, при этом ведро полностью необходимо погружать в воду, чтобы попадала вода не только с поверхности, но и из толщи, в то же время нельзя «взмучивать» дно. Через фильтровальную установку пропускают не менее 120 л воды водоема.

Держать фильтровальную установку необходимо ниже по течению от места отбора пробы, чтобы избежать попадания профильтрованной воды в следующее ведро. Во время отбора проб необходимо фильтровальную установку держать строго вертикально, чтобы избежать смывания частиц микропластика. Для извлечения фильтрующей основы, необходимо разобрать фильтрующую установку, достать фильтр, держа его поверхностью с частицами вверх, сложить и положить в чистовымытую банку с крышкой. Банку подписывают, отмечают координаты, название водоема, объем профильтрованной воды, ФИО ответственного за отбор пробы. Пробу необходимо обработать в течение 1–4 дней.

Методика исследования проб: фильтр кладут на предметное стекло, удаляют водоросли и просматривают в микроскопе, двигаясь челночным шагом от края к краю, обнаруженные частицы микропластика отмечают в протоколе (их цвет, форму, размер и количество), по возможности фотографируют. Частички микропластика просушивают и помещают в отдельные флакончики, которые можно снабдить этикетками и хранить неограниченное время. Можно подложить линейку и указать увеличение, при котором сделано фото. В пробах, отобранных в водоемах на территории г. Бреста было обнаружено различное количество микрочастиц пластика, что свидетельствует о разной степени загрязненности водных объектов.

Критерии идентификации микропластика:

- 1) микропластик – твердая частица, размером менее 5 мм;
- 2) частицы микропластика не имеют клеточной структуры;
- 3) могут быть в виде ганул, нитей, волокон;

4) частицы имеют четкий, однородный цвет (часто неестественный: синий, красный, зеленый, прозрачный, кристаллический, белый, розовый и др.)

5) частицы микропластика часто имеют блеск.

При определении наличия частиц микропластика в пробах, нам было необходимо охарактеризовать частицы микропластика не только по виду, типу частиц, форме, размерам и цвету, но и по их количеству. В результате проведенной работы нами была разработана шкала, классифицирующая количественное содержание частиц микропластика во взятых пробах. Количество содержащихся микрочастиц пластика в пробах: 0 – отсутствие частиц микропластика, 1 – очень малое содержание (1–2 частицы на фильтрующей основе), 2 – малое содержание (от 3 до 4 частиц), 3 – среднее содержание частиц микропластика (от 5 до 6 частиц), 4 – высокое содержание частиц (6–7 частиц), 5 – очень высокое содержание частиц микропластика (более 7 частиц на фильтрующей установке). По типам микропластика можно выделить: пластиковые фрагменты, гранулы, нити, пластиковые тяжи, пенопласт, нитевидные, угловатые и др. По цвету: синий, красный, зеленый, прозрачный, кристаллический, белый, розовый и др., часто характерен блеск.

Пластиковые отходы, включая микропластик, представляют собой существенную угрозу водным экосистемам. И это без учета такого эффекта, как физическое накопление пластиковых частиц в телах водных объектов, которое приводит к нарушению пищеварительного процесса и последующей их гибели. Очевидно, что проблема накопления микропластика в водоемах на территории Республики Беларусь требует дальнейшего и детального изучения. Несмотря на имеющиеся данные Ю. К. Верес, М. Сума, И. Мащенко, Е. Лобанова и др. о содержании микропластика в водоемах г. Минска, содержании микропластика в водоемах г. Бреста и на Юго-Западе Беларуси остается неизученным.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Betts, K.* Why small plastic particles may pose a big problem in the oceans. *Environmental Science & Technology* / *K. Betts.* – 2008 – № 42. – P. 8995–8995.

2. *Cole, M.* Isolation of microplastics in biota-rich samples and marine biota. *Cole, M., Webb, H., Lindeque, P. Fileman, E., Halsband, C., Galloway, T.S.* / *Nature Scientific Reports* ., 2014, B.2. S.214-224.

3. *Thompson, R.* New Directions in Plastic Debris, / *Moore, C., Andrady, A., Gregory, M., Takada, H., Weisberg, S.*// *Science*, 2005 №3, pp. 1117-1128.

4. *Watters, D. L.* Assessing marine debris in deep seafloor habitats off California. *Marine Pollution Bulletin* 60. – 2010. – P. 131–138.

5. *Верес, Ю. К.* Руководство по общественному мониторингу микропластика в водных объектах / *Ю. К. Верес.* – 2010. – 13 с.

# **ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ**

**PLASMA TREATMENT OF MWINT-WS<sub>2</sub> FOR SYNTHESIS  
OF SINGLE WALL NANOTUBES OF WS<sub>2</sub>**  
**ПЛАЗМЕННАЯ ОБРАБОТКА МНОГОСТЕННЫХ  
НАНОТРУБОК WS<sub>2</sub> ДЛЯ СИНТЕЗА ОДНОСТЕННЫХ НАНОТРУБОК WS<sub>2</sub> .**

**V. Brueser<sup>1</sup>, R. Popovich Biro<sup>2</sup>, A. Zak<sup>3</sup>**  
**Ф. Брюзер<sup>1</sup>, Р. Попович Биро<sup>2</sup>, А. Зак<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Leibniz Institute for Plasma Science and Technology (INP Greifswald), Greifswald, Germany*

<sup>2</sup>*Weizmann institute of Science, Rehovot, Israel*

<sup>3</sup>*Holon Institute of Technology, Holon, Israel*

*brueser@inp-greifswald.de*

<sup>1</sup>*Лейбниц-институт физики и технологии плазмы, г. Грейфсвальд, Германия*

<sup>2</sup>*Научный институт Вейцмана, г. Реховот, Израиль*

<sup>3</sup>*Технологический институт Холона, г. Холон, Израиль*

In this paper, plasma treatment was applied to modify the multiwall inorganic nanotubes of tungsten disulfide (MWINT-WS<sub>2</sub>) into the single wall nanotubes (SWINT-WS<sub>2</sub>). The large surface area/volume ratio of SWINT-WS<sub>2</sub> and their semiconductor nature can yield interesting chemical properties, making them suitable for numerous energy storage devices, catalytic applications, hydrogen storage and optoelectronic applications.

Использовалась плазменная обработка для модификации многостенных нанотрубок WS<sub>2</sub> в одностенные. Большая величина отношения площади поверхности к объему полученных полупроводниковых одностенных нанотрубок делает их исключительно привлекательными для приложений в различных устройствах для преобразования и накопления энергии, хранения водорода, оптоэлектрических устройствах и в качестве катализаторов.

*Keywords:* plasma treatment, multiwall nanotubes, single wall nanotubes.

*Ключевые слова:* плазменная обработка, многостенные нанотрубки, одностенные нанотрубки.

The synthesis of multiwall inorganic nanotubes of tungsten disulfide (INT-WS<sub>2</sub>) in pure phase and large amounts was reported in 2009. The growth mechanism of this one-pot two-steps reaction of tungsten oxide with hydrogen and hydrogen sulfide, was carefully investigated [1]. The obtained nanotubes are 80–120 nm in diameter and 10–20 micron in length, exhibiting high degree of crystallinity and needle-like morphology.

Nanostructures formed of monomolecular layer attract increasing attention of the scientific community during the last few decades. Among these materials are carbon fullerenes, like C60, single wall carbon nanotubes (SWCNT), graphene and lately monomolecular layers of inorganic transition metal chalcogenides, named 2D-materials. Here, we reported the synthesis of single- to triple-wall WS<sub>2</sub> nanotubes (SWINT-WS<sub>2</sub>) with a diameter of 3–7 nm and a length of 20–100 nm which were produced by radio frequency plasma treatment of multiwall INT-WS<sub>2</sub> [2].

Due to their high elastic energy of folding the WS<sub>2</sub> nanotubes become less stable, as the radius of curvature shrinks, rendering their synthesis more difficult. Indeed, theoretical calculations have shown that the energy-per-atom increases with a decreasing number of atoms, diameter and number of layers for the WS<sub>2</sub> (MoS<sub>2</sub>) nanotubes. Therefore, generation of the nanotubes of a small size and single layer requires highly exergonic conditions. The developed process for high-power radio frequency plasma irradiation of multiwall INT-WS<sub>2</sub> meets these requirements. Moreover, the elastic strain stored in the bent layers of large multiwall nanotubes plays a crucial role in this process, providing an extra stimulus for the SWINT formation.

Careful investigation of the plasma-reactor parameters enables us to further improve the synthesis of single-to-triple wall nanotubes. The majority of the nanotubes obtained under the improved conditions are single walled nanotubes of WS<sub>2</sub>. Additional work is required in order to scale-up the production of SWINT-WS<sub>2</sub> and to control their aspect ratio.

The large surface area/volume ratio of SWINT-WS<sub>2</sub> and their semiconductor nature can yield interesting chemical properties, making them suitable for numerous energy storage devices, catalytic applications, hydrogen storage and optoelectronic applications.

#### REFERENCES

1. Zak, A., Sallacan-Ecker, L., Margolin, A., Feldman, Y., Popovitz-Biro, R., Albu-Yaron, A., Genut, M., Tenne, R. Scaling-Up of the WS<sub>2</sub> Nanotubes Synthesis, Fullerene, Nanotubes, Carbon Nanostruct. 19, 18–26 (2011).
2. Brüser, V., Popovitz-Biro, R., Albu-Yaron, A., Lorenz, T., Seifert, G., Tenne, R., Zak, A. Single- to Triple-Wall WS<sub>2</sub> Nanotubes Obtained by High-Power Plasma Ablation of WS<sub>2</sub> Multiwall Nanotubes // Inorganics 2. – 2014. – No. 2. – P. 177–190.

# УПРАВЛЕНИЕ РЕЖИМОМ РАБОТЫ НАКОПИТЕЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СУТОЧНОМ ЦИКЛЕ РАБОЧЕГО ДНЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕКТА АПК MANAGEMENT OF THE OPERATION MODE OF THE ELECTRIC ENERGY STORAGE DRIVER BY THE CYCLE OF THE WORKING DAY OF THE INDUSTRIAL OBJECT OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

**Е. П. Забелло, А. И. Шатковский, Т. Г. Базулина**  
**E. Zabello, A. Shatkovsky, T. Bazulina**

*Белорусский государственный аграрный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
rektorat@bsatu.by  
Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Republic of Belarus*

Рассмотрена задача бесперебойного электроснабжения производственного объекта агропромышленного комплекса. Предложена схема бесперебойного электроснабжения потребителя при наличии фотоэлектрической станции, ветроэлектростанции, биогазовой установки и накопителя энергии. Разработана блок-схема алгоритма управления работой накопителя энергии в суточном цикле. Представлено технико-экономическое обоснование предлагаемого технического решения.

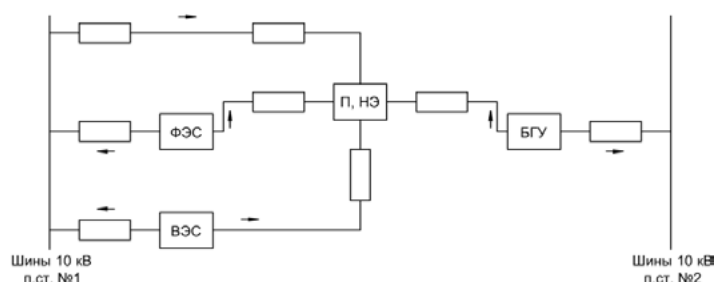
The task of uninterrupted power supply of an industrial object of an agro-industrial complex is considered. The scheme of uninterrupted power supply of the consumer in the presence of a photovoltaic station, wind power plant, biogas plant and energy storage is proposed. A flowchart has been developed for controlling the operation of the energy storage in the daily cycle. A feasibility study of the proposed technical solution is presented.

*Ключевые слова:* распределенная генерация, бесперебойное электроснабжение, накопитель энергии, экономическая эффективность.

*Keywords:* distributed generation, uninterrupted power supply, energy storage, economic efficiency.

Предприятия агропромышленного комплекса в условиях упрощенных тарифов на электрическую энергию, не стимулирующих перенос части нагрузок из пиковых зон в непиковые, ранее практически не занимались вопросами совершенствования режимов электропотребления, хотя их доля в общем объеме электропотребления довольно значительная (более 10 % от суммарного по республике). Появление в последнее время в значительных и все возрастающих объемах собственных энергоисточников в виде блок-станций на традиционном топливе, а также биогазовых, фотоэлектрических, ветроэлектростанций заставили потребителей агропромышленного комплекса существенным образом поменять подходы к режимным вопросам, тем более что вместе с ростом объемов электропотребления возросли и требования к надежности электроснабжения потребителей.

В публикации [1] рассмотрено несколько вариантов бесперебойного электроснабжения потребителя: с использованием резервной линии напряжением 10 кВ, линии совместно с источниками распределенной генерации, в том числе с накопителем энергии с размещением его на территории потребителя (рис. 1).



*Рисунок 1 – Вариант схемы бесперебойного электроснабжения потребителя (II) при наличии фотоэлектрической станции (ФЭС), ветроэлектростанции (ВЭС), биогазовой установки (БГУ) и накопителя энергии (НЭ)*

Как видно из рис., накопитель НЭ включен в состав электрохозяйства потребителя П. В этом случае реализуется вполне понятный и обоснованный вариант схемы электроснабжения, согласно которому потребитель в соответствии с рассчитанным режимом с учетом своего графика нагрузки (ГН) получает энергию от энергосистемы, ФЭС и БГУ. Накопитель энергии рассматривается как дополнительная, но управляемая нагрузка, поскольку он включается на зарядку в провалы нагрузки энергосистемы, то есть в основном в ночные часы и при



необходимости – часы полупиковых нагрузок. В часы пиковых нагрузок энергия от НЭ замещает потребителю энергию, покупаемую в энергосистеме, тем самым снижая в ней пиковую нагрузку на некоторую величину. Так как блоки ФЭС, ВЭС и БГУ имеют связь с энергосистемой, то реализуются и варианты передачи энергии в энергосистему в целях или заполнения провалов нагрузки, или покрытия ее пиков. Разумеется, в таких случаях перетоки энергии должны быть односторонними, то есть при токах от ФЭС, ВЭС и БГУ в энергосистему переток из энергосистемы должен отсутствовать и наоборот.

Учитывая вероятностный характер работы ФЭС и БГУ, требуется планирование объемов генерации БГУ и режимов работы НЭ (зарядка или разрядка) на обоснованно выбранных временных отрезках. Рассмотрим конкретный вариант режим работы НЭ, когда он включен по следующей схеме:

– для осуществления зарядки через коммутационный аппарат КА<sub>1</sub> к шинам 0,4 кВ, трансформатора, подключенного к электрической сети энергосистемы;

– для питания нагрузки потребителя на некоторых временных отрезках суток через коммутационный аппарат КА<sub>2</sub>.

На рис. 2 представлена блок-схема алгоритма управления режимом работы накопителя энергии в суточном цикле. Как следует из блок-схемы, в течение суток зарядка накопителя энергии осуществляется дважды (блоки 3 и 9 схемы). Первая зарядка осуществляется в период минимальных нагрузок в энергосистеме, то есть в ночные часы, когда тариф на электрическую энергию минимальный (блоки 5 и 8 схемы). Длительность зоны минимального тарифа составляет около 8 часов, чего вполне достаточно для полной зарядки накопителя энергии выбранной мощности.

Так как зона утреннего пика энергии, в которой величина тарифа приблизительно в 3 раза выше ночного, составляет 2–3 часа, разрядка накопителя энергии обеспечивается полностью, когда мощность накопителя энергии ниже пиковой нагрузки потребителя. Так как именно такой вариант рассмотрен в данном случае, то после полной разрядки НЭ в часы утреннего пика нагрузки энергосистемы осуществляется его зарядка в часы полупиковых нагрузок (днём), когда тариф на покупку энергии также ниже максимального ( $T = T_{min2}$ , блок 8). После второй зарядки накопитель энергии включается под нагрузку в момент времени,  $T = T_{max2}$ , то есть в момент начала вечернего максимума нагрузки энергосистемы. К моменту окончания максимума, то есть через 2–3 часа накопитель энергии разрядится и на этом суточный цикл его работа завершается.

Рассмотрим в упрощённом варианте технико-экономическое обоснование использования накопителя энергии в данном случае на основании следующих исходных данных:  $T_{min} = T_H = 0,2$  руб/кВтч для зоны минимальных (ночных) нагрузок;  $T_{max} = T_{II} = 0,6$  руб/кВтч для зоны максимальных (пиковых) нагрузок;  $T_{III} = 0,4$  руб/кВтч для зоны дневных (полупиковых) нагрузок;  $P_{нэ}$  – суммарная мощность накопителя энергии, кВт;  $W_3$  – объем накопленной энергии за одну зарядку, кВтч.

Расчетные формулы для определения экономии платы  $\Delta\Pi$  в результате увеличения объема покупки энергии в энергосистеме на зарядку НЭ в часы с низкими тарифами и сокращения объема покупки в часы пиковых нагрузок по высокому тарифу в течение суток и года имеют следующий вид

$$\Delta\Pi_{сут} = W_3(T_{II} - T_H) + W_3(T_H - T_{III}), \quad (1)$$

$$\Delta\Pi_{год} = \sum_{i=1}^t \Delta\Pi_{сут i}, \quad (2)$$

где  $t$  – число дней в году, в течение которых накопитель энергии использовался.

Как видно из формул (1) и (2) полагается, что в течение суток совершаются два цикла зарядки-разрядки накопителя энергии, как и представлено на блок-схеме алгоритма (рис. 2). Значение  $t$  – это число дней в пределах года, в течение которых накопитель энергии использовался, может быть различным в зависимости от режима работы потребителя в течение года.

Используя расчетные формулы (1) и (2), определим размер снижения величины платы за электроэнергию, потребляемую из энергосистемы в течение суток и года при условии, что  $W_3 = 200$  кВтч,  $t = 300$  дней:

$$\Delta\Pi_{сут} = 200(0,6 - 0,2) + 200(0,6 - 0,4) = 120 \text{ руб,}$$

$$\Delta\Pi_{год} = 120 \times 300 = 36000 \text{ руб.}$$

Учитывая удельную стоимость мощности накопителя, приведенную, например, в [2], можно рассчитывать на то, что за счёт экономии годовой оплаты энергосистеме в течение года потребитель может приобрести модули накопителя энергии мощностью  $\Delta\Pi_{год} : Z_{уд} = 36000 : 1500 = 24$  кВт.

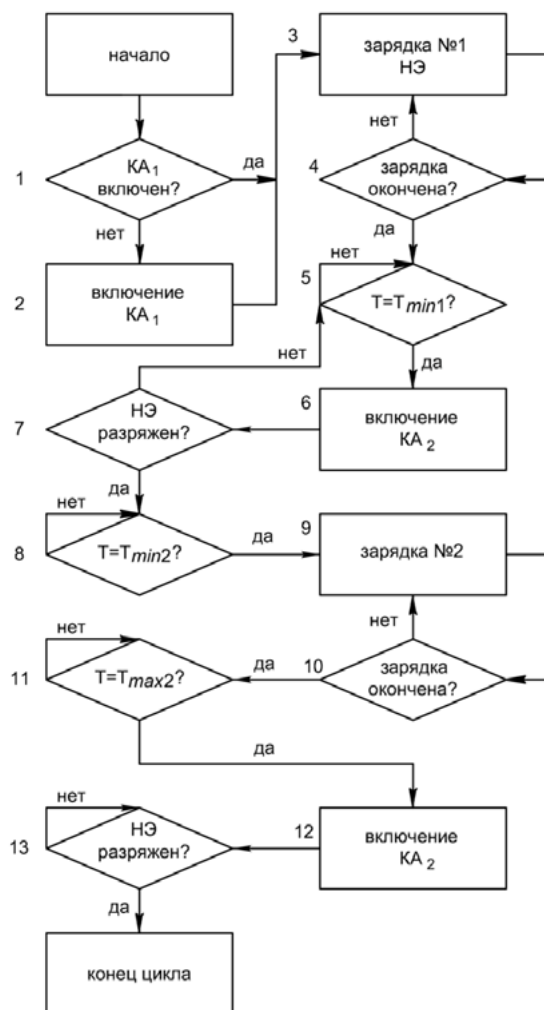


Рисунок 2 – Блок-схема алгоритма управления работой накопителя энергии в суточном цикле

Модули подобной мощности может накопить за одну зарядку до 70 кВтч энергии и, таким образом, можно полагать, что при принятом в примере значении  $W_3$  (200 кВтч) обеспечивается окупаемость накопителя энергии в течение 3–4 лет, если учесть дополнительные затраты на монтаж и наладку коммутационной аппаратуры и защит.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Забелло, Е. П. Режим потребления электрической энергии предприятиями АПК при наличии распределенной генерации / Е. П. Забелло, В. А. Дайнеко, Е. М. Прищепова // Энергетика и ТЭК. – 2016. – № 11. – С. 44–48.
2. Молочко, А. Ф. Оценка возможности использования новых типов электроаккумуляторов для регулирования нагрузки энергосистемы / А. Ф. Молочко, Ф. И. Молочко // Энергетическая стратегия. – 2017. – № 3. – С. 20–21.

## ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГЕТИКА: МИРОВОЙ ОПЫТ И ПРОБЛЕМЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ В БЕЛАРУСИ RENEWABLE ENERGY: WORLD EXPERIENCE AND PROBLEMS OF ITS DEVELOPMENT IN BELARUS

**В. И. Русан**  
**V. Rusan**

*Белорусский государственный аграрный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*vir.pps@bsatu.by*

*Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Republic of Belarus*

Выполнен анализ мирового опыта развития возобновляемой энергетики, подтверждающий эффективность данного направления энергообеспечения экономики. Приводятся достигнутые результаты

использования возобновляемых источников энергии в Беларуси. Изложены проблемы дальнейшего развития возобновляемой энергетики в Республике Беларусь.

The analysis of the world experience in the development of renewable energy, confirming the effectiveness of this direction of energy supply of the economy. The achieved results of using renewable energy sources in Belarus are given. The problems of the further development of renewable energy in the Republic of Belarus are described.

*Ключевые слова:* возобновляемая энергетика, ресурс, эффективность, проблемы.

*Keywords:* renewable energy, resource, efficiency, problems.

На международном саммите группы «восьми» (G 8) крупнейших государств в мире в г. Санкт-Петербург был принят важный документ «Глобальная энергетическая безопасность» (3 Э – энергетика, экономика, экология). Основными положениями этого документа являются:

- альтернативная экологически чистая низкоуглеродная энергетика;
- возобновляемые источники энергии;
- инновационные энергетические технологии;
- повышение энергоэффективности и развитие энергосбережения.

Возобновляемая энергетика – область человеческой деятельности и хозяйствования, науки и техники, связанная с производством, передачей, преобразованием, накоплением и потреблением тепловой, электрической и механической энергии, получаемой за счет использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ): солнца, ветра, тепла земли, биомассы, малых рек, морей и океанов, низкопотенциального тепла и др.

Возобновляемая энергия признана важной составляющей энергетики в XXI веке, а ее эффективное использование является одним из направлений устойчивого энергообеспечения различных государств в мире. Генеральной Ассамблеей ООН 2012 год был объявлен Международным годом устойчивой энергетики для всех.

В 2009 г. организовано международное агентство по возобновляемой энергетике (IRENA) для координации работ в этой области.

Основное преимущество ВИЭ – неисчерпаемость и экологическая чистота. Эти качества и послужили основанием бурного развития возобновляемой энергетики за рубежом и весьма оптимистических прогнозов их развития в ближайшем будущем.

Экономический потенциал ВИЭ в мире в настоящее время оценивается в 200 млрд т.у.т. в год, что в 2 раза превышает годовой объем добычи всех видов ископаемого топлива.

В России экономический потенциал ВИЭ оценивается в 270 млн т.у.т., что составляет 30 % от объема потребления ТЭР, и выполнены многочисленные разработки по возобновляемой энергетике для сельского хозяйства.

В США поставлена задача к 2035 г. произвести 80 % электрической энергии от ВИЭ.

Экспрезидент США Абама заявлял «Нация, которая будет лидером в экологически чистой энергетике, может быть лидером в глобальной экономике». В ЕС разработаны программы 20:20.20 и 30.30.30. ФРГ поставила задачу обеспечить страну энергией 70 % за счет ВИЭ в 2030 г.

В Украине выполняются разработки по биоэнергетике и использованию энергии ветра, а в Молдавии решается задача по использованию ВИЭ с учетом региональных аспектов. В Армении большое внимание уделяется использованию солнечной энергии, а в Монголии изучаются возможности применения геотермальной теплоты, а также разрабатывается комбинированная система солнечного обогрева.

В 2010 г. в нашей республике принят Закон «О возобновляемых источниках энергии», обязательный для выполнения всеми учреждениями. Разработана и утверждена в 2011 г. национальная программа развития местных и возобновляемых источников энергии.

Новой концепцией энергетической безопасности Республики Беларусь на период до 2020 г. предусматривается использование нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в нарастающих масштабах. С учетом природных, географических и метеорологических условий республики предпочтение отдается малым гидроэлектростанциям, ветроэнергетическим и биоэнергетическим установкам, установкам для сжигания отходов растениеводства и бытовых отходов, фотоэлектрическим установкам и гелиоводонагревателям, тепловым насосам.

Возобновляемая энергетика может стать основой региональных и локальных систем энергоснабжения. ВИЭ используются с целью экономии истощаемых традиционных энергоресурсов, защиты окружающей среды и улучшения условий жизни населения, особенно в сельской местности. Это обусловлено особенностями электроснабжения и специфическими условиями эксплуатации электрооборудования в сельском хозяйстве.

ВИЭ могут быть использованы для целей электро- и теплоснабжения сельскохозяйственных объектов, сушки сельскохозяйственной продукции и механического привода технологических процессов сельскохозяйственного производства и др. Наиболее эффективно использование ВИЭ при комплексном их применении, в том числе с установками на углеводородном топливе. Проведенные исследования показали, что потенциал возобновляемой энергетики в республике велик и составляет 12–20 млн т.у.т.

Для устойчивого надежного энергообеспечения потребителей от ВИЭ наиболее эффективным представляется их комбинированное использование, в том числе с комплексным применением различных типов аккумуляторов электрической и тепловой энергии.

В результате проведенной работы в стране по развитию возобновляемой энергетики установленная энергетическая мощность энергоустановок с ВИЭ достигла более 400 МВт. Среди них следует отметить:

- 55 фотоэлектрических станций (ФЭС) мощностью 153 МВт;
- 51 гидроэлектростанций (ГЭС) мощностью 95,3 МВт;
- 98 ветроэнергетических установок (ВЭУ) мощностью 107,6 МВт;
- 20 биогазовых комплексов мощностью 27,9 МВт;
- 8 мини-ТЭЦ на древесном топливе электрической МОЩНОСТЬЮ порядка 14,1 МВт.

За 9 месяцев 2018 года введено 12 ВЭУ суммарной мощностью 16,8 МВт, а также построена мини-ТЭЦ в КУП «Волковыское коммунальное хозяйство» мощностью 1,3 МВт.

Крупнейшими установками по видам ВИЭ являются:

- с использованием энергии солнца – Речицкая ФЭС ПО «Белоруснефть» мощностью 56 МВт,
- с использованием энергии ветра – ветропарк из 6 объединенных ВЭУ РУП «Гродноэнерго» мощностью 9 МВт, расположенный в Новогрудском районе,
- с использованием энергии естественного движения водных потоков – Полоцкая и Витебская мощностью 21,6 МВт и 40 МВт соответственно,
- с использованием энергии биогаза – комплекс мощностью 4,8 МВт в СПК «Рассвет им. Орловского».

За 2017 г. всеми субъектами хозяйствования из ВИЭ выработано 903,2 млн кВт·ч в т.ч.;

- организациями ГПО Бэлэнерго» 531,2 млн кВт·ч,
- прочими юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями – 371 млн кВт·ч.

Важная роль в развитии возобновляемой энергетики в Беларуси отводится созданной в 2009 г. Ассоциации «Возобновляемая энергетика», главным предметом деятельности которой является формирование экономической, социальной и научно-технической политики по использованию ВИЭ.

Новая структура является добровольным и открытым объединением. Для сотрудничества приглашаются и задействованы в программы Ассоциации многочисленные организации, предприятия и учреждения. В ее составе работает более 60 юридических лиц.

Члены Ассоциации активно участвуют в разработке нормативных правовых актов, регулирующих развитие ВИЭ в республике.

Важное значение в работе Ассоциации придается научному и информационному обеспечению инновационной деятельности.

С этой целью при Ассоциации создан научно-технический экспертный совет (НТЭС), в состав которого вошли ведущие представители академической, отраслевой и вузовской науки, известные специалисты, включая руководителей научных подразделений, докторов наук и профессоров.

Основными целями и задачами НТЭС являются:

1. Определение приоритетных направлений и перспектив развития научно-технической деятельности в области возобновляемой энергетики.
2. Научно-техническая и экономическая экспертиза научно-технических программ, проектов научно-технической документации, разрабатываемых субъектами хозяйственной деятельности в области ВИЭ.
3. Оказание научно-технической помощи членам Ассоциации и другим субъектам хозяйствования, включая: инжиниринговые; консультации научно-технического, экономического и иного порядка; обучение и повышение квалификации персонала заказчика (изготовителя).

Для дальнейшего успешного развития возобновляемой энергетики в республике необходимо решить ряд проблем.

1. Необходимо в максимально короткие сроки создать в Беларуси необходимую полноценную правовую базу. Отсутствие необходимой нормативной базы тормозит развитие возобновляемой энергетики и ставит преграды на пути привлечения в инновационные энергетические проекты инвестиций.

2. С середины 2011 г. вступил в силу Закон Республики Беларусь «О возобновляемых источниках энергии». Необходимо подготовить и согласовать со всеми министерствами и ведомствами проекты подзаконных ведомственных и иных нормативных актов, содержащих конкретные регулирующие нормы прямого действия и стимулирующие положения. Пока же реализация норм действующего Закона встречает на своем пути много препятствий, не доведена до оптимального уровня тарифная политика.

3. Важно добиться полного и безусловного выполнения органами государственного управления и научными центрами руководящих требований документов, принятых высшим руководством Республики Беларусь. Анализ показывает, что ряд положений, принятых и утвержденных Государственных и региональных программ, остаются декларативными и не выполняются или выполняются не в полном объеме.

4. Требуется реальная государственная поддержка масштабных научных разработок по тематике возобновляемой энергетики. Безусловно, необходимо внедрять в стране новейшие технологии, имеющиеся в мире. Но не менее важно создавать собственный научный и производственный потенциал для работы. Для этого потребуются:

- расширение сети самостоятельных научно-производственных предприятий;
- участие представителей предприятий и бизнесменов в формировании программ научных исследований академической, отраслевой и вузовской науки;
- привлечение частных изобретателей и рационализаторов в разработку и внедрение инноваций;
- создание в Республике Беларусь венчурного инновационного фонда;

- введение системы достойного стимулирования ученых по результатам практического внедрения их работ;
  - прямое подключение научных центров к практической реализации конкретных проектов с целевой постановкой задач и соответствующим ресурсным обеспечением;
  - обязательное получение научных экспертных заключений по соответствию заявляемым нормативам в ходе проведения процедур государственных закупок;
  - создание научно-технических экспертных советов при профессиональных ассоциациях и союзах;
  - стажировка научных кадров на предприятиях и в организациях страны и за рубежом.
5. Нужна стройная система подготовки и повышения квалификации специалистов-профессионалов, способных эффективно использовать имеющийся потенциал возобновляемой энергетики.
6. Целесообразно разработать комплексную научно-техническую программу стран СНГ по развитию ВИЭ.
7. Следует обеспечить дальнейшее развитие возобновляемой энергетики на основе государственного и частного партнерства.
8. Требуется широкая просветительская работа во всех слоях населения с целью привлечения внимания граждан к проблеме возобновляемой энергии, вовлечения их в процесс ее использования.

Решение изложенных проблем позволит повысить энергетическую безопасность и энергоэффективность экономики страны, уменьшить зависимость Республики от импортируемого топлива, а также будет способствовать успешному выполнению основных параметров социально-экономического развития Республики Беларусь.

## **ПОТЕНЦИАЛ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В АПК**

### **POTENTIAL AND MAIN DIRECTIONS FOR USE OF SOLAR ENERGY IN THE AIC**

***В. И. Русан, В. П. Бирюк***  
***V. Rusan, V. Biruk***

*Белорусский государственный аграрный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
vir.pps@bsatu.by, Biruk527@bk.ru  
Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Republic of Belarus*

Описывается потенциал в Республике Беларусь и роль солнечной энергии в развитии АПК. Излагаются перспективы и направления использования солнечной энергии в технологических процессах АПК.

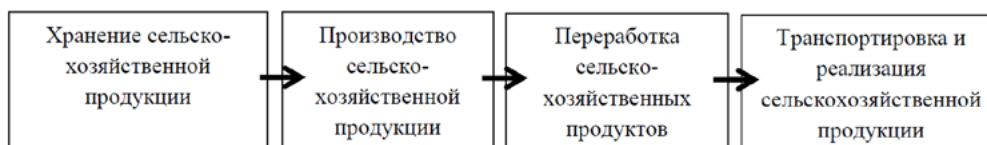
The potential in Belarus and the role of solar energy in the development of the agro-industrial complex is described. The prospects and directions of the use of solar energy in technological processes of the agro-industrial complex are described.

*Ключевые слова:* солнце, энергия, использование.

*Keywords:* sun, energy, use.

Агропромышленный комплекс (АПК) занимает важное место в экономике Республики Беларусь. Он представляет собой совокупность отраслей народного хозяйства связанных в рамках производства, перераспределения, обмена и потребления сельскохозяйственной продукции, и является крупнейшим межотраслевым комплексом страны, включающий в себя сельское хозяйство и связанные с ним отрасли экономики, вместе составляющих около 6–7 % ВВП страны.

Каждый этап агропромышленного производства (рис. 1) требует решения ряда задач, в число которых входят: создание требуемого микроклимата (включая обогрев и вентиляцию помещений), поддержание требуемой температуры хранения, сушка сельскохозяйственной продукции, обеспечение электроэнергией бытовых и производственных помещений, электро-пастухов, электродвигателей и другого электрического оборудования.



*Рисунок 1 – Структура основных взаимосвязанных технологических этапов в АПК*

Проведенный анализ показал, что использование ископаемых ТЭР в мире неуклонно растет, а количество их запасов уменьшается. Увеличивается стоимость ископаемых ТЭР и их вредное влияние на экологию планеты.

Потребности Республики Беларусь в ископаемых ТЭР восполняется на 15 %, остальное составляет импорт (\$2 млрд). Потребление топливно-энергетических ресурсов в сельском, лесном и рыбном хозяйстве возросло с 5,9 % в 2010 до 6,4 % в 2017. Это приводит к необходимости государства вкладывать деньги в возобновляемую энергетику, тем самым ближайшие десятилетия солнце станет если не главным, то одним из основных источников энергии. Очевидно без возобновляемых источников энергии (ВИЭ) развитие экономики дальше невозможно. Наиболее перспективным направлением здесь является солнечная энергетика. Она представляет собой направление альтернативной энергетики, основанное на непосредственном использовании солнечного излучения для его получения в каком-либо виде энергии, будь то тепло или электричество.

Технологии использования солнечной энергии позволяют решать множество задач на каждом этапе производства, при этом повышая существующую эффективность производства в АПК, и тем самым укрепляя экономику страны. Особенности солнечной энергии позволяют применять её в любой отрасли АПК, чему благоприятно способствует большое число свободных территорий, площадей крыш и стен сельскохозяйственных построек. Эти достоинства использования солнечной энергии позволяют сэкономить не только энергию, но и время. Например, электроснабжение систем вентиляции, ворошения зерна снижает затраты времени обслуживающего персонала, тем самым высвобождая его на иную деятельность. Таким образом повышается не только урожайность, но и срок службы оборудования.

Солнечная энергия имеет обоснованные перспективы развития в ближайшие десятилетия. Главный фактор, обуславливающий использование энергии солнца в Беларуси – это наличие достаточной инсоляции (количества световой энергии, падающей на единицу поверхности). По инсоляции наша страна отстает от территорий, близких к экватору, но находится примерно на одном уровне с такими странами, как Германия и Япония.

Анализ показывает, что потенциальная эффективность использования солнечной энергии на территории Беларуси, учитывая только благоприятные условия инсоляции: более чем на 10 % выше, чем в Польше, Нидерландах; более чем на 17 % выше, чем в Германии, Бельгии, Дании, Ирландии, Великобритании; еще выше относительно стран, расположенных севернее и северо-западнее Республики Беларусь. [1]

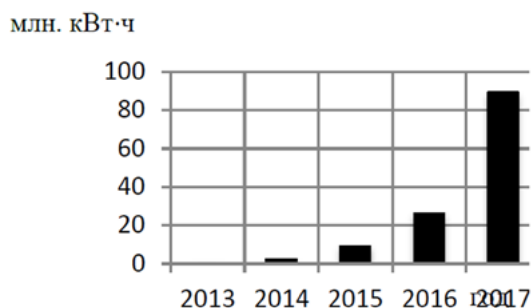


Рисунок 2 – Производство электроэнергии от солнечного излучения в Республике Беларусь.

Продолжительность солнечного дня для Беларуси меняется от 17 ч в период летнего солнцестояния, до 7 ч в период зимнего солнцестояния. Продолжительность солнечных часов в год для Беларуси с учётом пасмурных погодных условий составляет примерно 1800 [2] солнечных часов в году. Хорошим примером для изучения перспективы является Германия (2015 солнечных часов), с которой у Республики Беларусь примерно одинаковый уровень инсоляции. В 2018 г. Германия добавила 3,2 гигаватта (ГВт) солнечной энергии к существующим 45,5 ГВт в 2017 г. Теоретически эффективность солнечной энергии в Республике Беларусь перспективно выше на 17–20 % Германии и на 10 % выше, чем в Польше. Из этого следует, что развитие ВИЭ в Беларуси является перспективным.

Солнечная энергетика в Беларуси становится с каждым годом все эффективнее, благодаря совершенствованию технологий, появлению новых материалов и оборудования. Производство солнечной энергии в Республике Беларусь возросло с 0,4 млн кВт·ч в 2013 г. до 89 млн кВт·ч в 2017 г. [3], без учета солнечных электростанций, принадлежащих частным компаниям (рис. 2). Судя по данной тенденции, в ближайшие десятилетия количество потребляемой солнечной энергии увеличиться в десятки раз. Например, Европейский союз увеличил обеспечение себя энергией от солнца в 50 раз за последний десяток лет.

Известно, что из-за климатических условий количество прямой солнечной радиации для различных территорий различается. Величина среднемесячной прямой солнечной радиации для Республики Беларусь по данным NASA Surface meteorology and Solar Energy приведена в табл. 1. Таким образом, суммарная солнечная энергия которой мы располагаемая за год составляет порядка 1000 кВт·ч/м<sup>2</sup>.

Таблица 1 – Величина прямой солнечной радиации для Республики Беларусь.

| Регионы / Месяцы | январь | февраль | март | апрель | май  | июнь | июль | август | сентябрь | октябрь | ноябрь | декабрь | Среднее |
|------------------|--------|---------|------|--------|------|------|------|--------|----------|---------|--------|---------|---------|
| Брест            | 0,88   | 1,61    | 2,69 | 3,80   | 5,00 | 4,97 | 4,78 | 4,34   | 2,86     | 1,65    | 0,87   | 0,68    | 2,85    |
| Гродно           | 0,80   | 1,50    | 2,62 | 3,70   | 4,98 | 4,90 | 4,75 | 4,33   | 2,82     | 1,58    | 0,77   | 0,61    | 2,78    |
| Витебск          | 0,72   | 1,50    | 2,70 | 3,87   | 5,20 | 5,24 | 5,21 | 4,24   | 2,75     | 1,52    | 0,80   | 0,51    | 2,86    |

| Регионы / Месяцы | янв  | фев  | март | апр  | май  | июнь | июль | авг  | сент | окт  | ноя  | дек  | Среднее |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|
| Могилев          | 0,86 | 1,69 | 2,85 | 3,82 | 5,01 | 5,05 | 4,99 | 4,23 | 2,84 | 1,66 | 0,85 | 0,65 | 2,88    |
| Гомель           | 0,93 | 1,74 | 2,91 | 3,90 | 5,11 | 5,18 | 5,09 | 4,42 | 2,95 | 1,76 | 0,92 | 0,69 | 2,97    |
| Минск            | 0,81 | 1,64 | 2,76 | 3,75 | 4,94 | 4,95 | 4,86 | 4,32 | 2,73 | 1,55 | 0,82 | 0,57 | 2,81    |
| В среднем        | 0,83 | 1,61 | 2,76 | 3,81 | 5,04 | 5,05 | 4,95 | 4,31 | 2,83 | 1,62 | 0,84 | 0,62 | 2,86    |

Как видно из табл. 1, максимальное солнечное излучение приходится на период апрель-август месяцев года, что составляет порядка 67–71 % суммарной годовой энергии солнца.

Реализованные в Республике Беларусь проекты по применению гелиоводонагревателей на базе отечественных разработок показывают, что использование солнечных коллекторов эффективно не только в регионах с теплым климатом, но и в районах с низкими температурами и невысокими значениями солнечной радиации.

Использование ВИЭ становится не только выгодным (повышая эффективность затрат труда), но и экологически безопасным. Из всех ВИЭ, солнечная энергетика наиболее эффективна для любой части нашей страны, обладает рядом преимуществ:

- Большая неисчерпаемая мощность, основная на природе (превосходит годовичную добычу всех видов ископаемого сырья);
- Возможность применять на любых открытых пространствах;
- Простота обслуживания;
- Бесшумность работы;
- Обеспечивает энергетическую и экологическую безопасность;
- Большой срок службы (20 лет без учета обслуживания);
- Надежность работы.

Учитывая климатические условия Беларуси, перспективными направлениями использования энергии солнца являются использование на тепловые нужды (используя солнечные водонагреватели и различные солнечные установки для сушки, подогрева воды в сельскохозяйственном производстве, в том числе и для бытовых нужд). Экономия от применения гелиосистем составляет 50–80 % затрат для бытовых и производственных нужд. В настоящее время создано свыше 600 разновидностей солнечных энергетических систем, большая часть из которых предназначена для нагрева воды, обогрева помещений и сооружений. Наиболее перспективными являются комбинированные системы, совмещающие в себе преимущества разных видов коллекторов, при этом обеспечивая меньшую зависимость от времени года. Например, при температуре –15...–35 °С вакуумированные фототермические коллекторы имеют КПД на 25 % выше, чем у плоских коллекторов, которые имеют большую сложность транспортировки, монтажа и ремонта.

Преобладающим направлением использования энергии солнечного излучения должно стать применение низкотемпературных фототермических нагревателей и различных солнечных установок интенсифицирующих сушку сырья и нагрева воды в агропромышленном производстве. Независимо от типа коллекторов, им присуща энергетическая независимость, экономичность, неисчерпаемость, экологичность и продолжительность эксплуатации, а также минимальные затраты времени на обслуживание.

Необходимых условий для развития солнечной энергетике в Беларуси достаточно: крупные научно-исследовательские центры, с соответствующим исследовательским и производственным оборудованием, наличие высококвалифицированных кадров, и благоприятных климатических условий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Русан, В. И.* Возобновляемая энергетика и энергоэффективность / В. И. Русан., Ю. С. Почанин, В. П. Нистюк / под ред. Русана В. И. – Минск: Энергоэкспресс, 2015. – С. 295–296;
2. *Конев, С. В.* Особенности создания гелиотеплотехнических устройств для Беларуси / С. В. Конев, Е. Ю. Иващенко. – Минск: Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси, 2006. – С. 5.
3. *Промышленность Республики Беларусь. Статистический сборник.* – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2018. – С. 146.

**МЕДИЦИНСКИЕ ФИЗИКА И ЭЛЕКТРОНИКА.  
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ  
И ТЕХНОЛОГИИ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ**



**СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТРОМБОГЕННЫХ РИСКОВ  
У ЖЕНЩИН С ГЕНЕТИЧЕСКИМИ МУТАЦИЯМИ**  
**STATISTICAL ESTIMATION OF THROMBOGENIC  
RISK FACTORS IN WOMEN WITH GENETIC MUTATIONS**

**Э. В. Дашкевич<sup>1</sup>, Н. А. Бухвальд<sup>1</sup>, О. В. Красько<sup>2,3</sup>**  
**E. Dashkevich<sup>1</sup>, N. Bukhwald<sup>1</sup>, O. Krasko<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Республиканский научно-практический центр трансфузиологии и медицинских биотехнологий,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>3</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
olga.krasko.ok@gmail.com

<sup>1</sup>Republican Scientific and Practical Center of Transfusiology and Medical Biotechnologies,  
Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Joint Institute of Informatics Problems of the National Academy of Sciences of Belarus,  
Minsk, Republic of Belarus

<sup>3</sup>Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

Было проведено углубленное изучение гемостаза 20 беременных женщин, имеющих наследственную предрасположенность к тромбофилии. Показано, что выявление генетической предрасположенности к наследственной тромбофилии позволяет определить индивидуальную тактику ведения беременности.

Twenty pregnant women with a hereditary predisposition to thrombophilia were examined. It was shown that the detection of genetic predisposition to hereditary thrombophilia allows to determine individual tactics of pregnancy management.

*Ключевые слова:* беременность, гемостаз, наследственность, тромбофилия, медицинские наблюдения.

*Keywords:* pregnancy, hemostasis, heredity, thrombophilia, medical observations.

Актуальность исследования обусловлена тем, что наличие генетической предрасположенности к тромбофилии сопряжено с повышенным риском развития осложнений во время беременности. Была поставлена задача провести статистический анализ состояния гемостаза у женщин с риском наследственной тромбофилии, имеющих различные генетические мутации.

Было проведено углубленное изучение гемостаза 20 беременных женщин-пациенток РНПЦ «Мать и дитя», имеющих наследственную предрасположенность к тромбофилии. Генетическое исследование выполнялось методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) с последующим электрофорезом и ПЦР в реальном времени. Изучение гемостаза включало определение активированного частичного тромбопластинового времени (АЧТВ, R), протромбинового индекса (ПТИ), концентрации фибриногена, активности антитромбина III (АТ III) и протеина С.

Всем пациенткам было проведено генотипирование по генам, ассоциированным с развитием тромбозов, причем в 55 % случаев имели место две и более мутации. Наиболее часто встречались мутации, связанные с тромбофилией низкого риска: мутации гена метилентетрагидрофолатредуктазы (MTHFR) – в 70 % случаев, гена ингибитора активатора плазминогена (PAI) – в 15 % случаев, гена эндотелиальной синтетазы окиси азота (eNOS) – в 15 % случаев, гена ангиотензинпревращающего фермента (ACE) – в 40 % случаев.

Было обнаружено, что у 25 % женщин имелась мутация гена фактора V Лейден. Мутация гена протромбина были обнаружены у 20 % пациенток, генетически обусловленный дефицит протеина S – у 15 % пациенток, что является мутациями, связанными с тромбофилией высокого риска.

В 50 % случаев гиперкоагуляция отмечалась при наличии наследственной тромбофилии высокого риска. В 50 % случаев гиперкоагуляция отмечалась при мутации генов, ассоциированных с низким риском тромбофилии. Снижение активности АТ III встречалось у пациенток с высоким и низким риском тромбофилии в 33,3 % и 66,6 % случаев соответственно. Отклонение в активности АТ III составило 16,7 % при генетических мутациях высокого риска и 24,1 % при генетических мутациях низкого риска.

Таким образом, достоверно показано, что выявление генетической предрасположенности к наследственной тромбофилии позволяет определить индивидуальную тактику ведения беременности. Генетическая предрасположенность к тромбофилии разной степени риска является распространенным явлением. Наблюдалась связь между наличием генетических мутаций и гиперкоагуляцией у исследуемых женщин. Таким образом, в случае

обнаружения мутаций указанных генов, может потребоваться более пристальное внимание к состоянию гемостаза при планировании беременности и других потенциально тромбогенных мероприятиях.

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТРАНСФУЗИОЛОГИИ И ГЕМОСТАЗИОЛОГИИ**

### **INFORMATION TECHNOLOGIES IN TRANSFUSIOLOGY AND HEMOSTASIOLOGY**

**Э. В. Дашкевич<sup>1</sup>, О. В. Красько<sup>2</sup>, О. Н. Бондарук<sup>1</sup>  
E. Dashkevich<sup>1</sup>, O. Krasko<sup>2</sup>, O. Bondaruk<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Республиканский научно-практический центр трансфузиологии и медицинских биотехнологий,  
г. Минск, Республика Беларусь*

<sup>2</sup>*Объединенный институт проблем информатики национальной академии наук  
Республики Беларусь, г. Минск, Республика Беларусь  
himera.ru@gmail.com*

<sup>1</sup>*The Republican Scientific and Practical Center for Transfusiology and Medical Biotechnologies,  
Minsk, Republic of Belarus*

<sup>2</sup>*The State Scientific Institution «The United Institute of Informatics Problems  
of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus*

Внедрение информационных систем в такие отрасли медицины как трансфузиология и гемостазиология позволяют создавать программные комплексы, работающие по модели регистра с информационным анализом. Данный вид технологий позволяет предложить алгоритм помощи пациентам различных профилей и тяжести заболевания, а также учесть осложнения, требующие дополнительной коррекции с учетом индивидуальных особенностей пациента, планировать необходимый запас препаратов для заместительной терапии в организациях Республики Беларусь, оказывающих медицинскую помощь.

The introduction of information systems in such branches of medicine as transfusiology and hemostasiology permits to create software packages that work according to a register model with information analysis. This type of technology allows to propose an algorithm to help patients with different profiles of disease severity, as well as to take into account complications that require additional correction according to patient individual characteristics and to plan the necessary drugs supply for replacement therapy in health organizations of the Republic of Belarus.

*Ключевые слова:* информационно-аналитическая система, коагулопатия, донор-реципиент HLA, трансфузионные реакции и осложнения.

*Keywords:* information and analytical system, coagulopathy, donor-recipient HLA, transfusion reactions and complications.

Реформирование здравоохранения на современном этапе невозможно без разработки и внедрения информационных технологий, так как требования к медицинской документации, основанные на утвержденных нормативных актах, определяют объемы медицинской помощи с учетом индивидуального состояния пациента и течением у него заболевания, а обработка информации требует серьезных временных затрат. Современные методы информатики позволяют обеспечить комплексный анализ лечебно-диагностических данных, учет параметров о состоянии здоровья пациента, определить оптимальную лечебную тактику, прогнозировать исход заболевания, оценивать социально-демографические процессы, принимать организационные и производственные решения в трансфузиологии и гемостазиологии.

Служба крови Республики Беларусь является неотъемлемой частью системы здравоохранения и медицинской помощи населению страны, обеспечивая потребность больничных организаций здравоохранения в крови, ее компонентах, лекарственных средствах из плазмы крови и изделиях медицинского назначения из крови и ее компонентов. Кровь, ее компоненты и лекарственные средства из плазмы крови являются жизненно важным ресурсом, гарантированное обеспечение которым и его качество – ответственность службы крови. Обеспечение больничных организаций здравоохранения кровью и ее компонентами производится исключительно из государственных учреждений службы крови, являющихся гарантом безопасности и качества. Управление ресурсами крови и ее компонентов, а также обеспечение качества трансфузиологической помощи – актуальный вопрос для мирового медицинского сообщества и различных государств. Управление ресурсами – это системный подход, основанный на доказательствах и обеспечивающий безопасность страны. Разделом трансфузионной безопасности является менеджмент крови пациента – основанный на доказательствах междисциплинарный подход для оптимизации трансфузионного обеспечения и безопасности трансфузионной терапии.

В Республике Беларусь оказание медицинской помощи пациентам различных профилей осуществляется согласно протоколам диагностики и лечения, утвержденных в установленном порядке Министерством здравоохранения Республики Беларусь. При необходимости заместительной трансфузионной терапии в настоящее время используется инструкция по переливанию крови и ее компонентов, которая включает как разделы, характеризующие компоненты крови, так и клинические показания, дозировки, побочные эффекты при их применении.

Сотрудниками ГУ «РНПЦ трансфузиологии и медицинских биотехнологий» совместно с Объединенным институтом проблем информатики Национальной академии наук Республики Беларусь были созданы и успешно функционируют в области трансфузиологии и гемостазиологии нижеописанные программные комплексы, работающие по модели регистра с информационным анализом.

Программный комплекс моделирования схем долгосрочной терапии пациентов с гемофилией А и Б, отражающий усовершенствованный подход к расчету потребности в лекарственных средствах заместительной терапии на основании моделей схем долгосрочной терапии и учета индивидуализированной потребности в лекарственных средствах заместительной терапии. Данный подход формирует основу организационно-методической структуры гемостазиологической службы, который учитывает клинико-лабораторные параметры, индивидуальные особенности пациента, административно-правовую базу здравоохранения, а также возможности республиканских и региональных учреждений обеспечивать необходимый уровень оказания медицинской помощи пациентам с гемофилией.

Главными задачами программного комплекса Регистра доноров HLA является ведение общереспубликанского эпидемиологического регистра «донор-реципиент HLA» на базе учреждений службы переливания крови; автоматизация процесса сбора, накопления и передачи информации по донорам HLA в Республике Беларусь; обеспечение возможности поиска информации по определенным критериям в базе данных регистра «донор-реципиент HLA», с возможностью интеграции в информационную систему европейского банка данных. Разработанный программный комплекс позволяет осуществлять подбор, учет и поиск доноров для неродственных трансплантаций костного мозга при гематологических заболеваниях.

Программное обеспечение республиканской автоматизированной информационно-аналитической системы посттрансфузионных осложнений (ИАС ПТО) на базе сервис-ориентированной архитектуры (ПО «TransfusionClient») позволяет оперативно обрабатывать и анализировать сведения о трансфузионных реакциях и осложнениях, создать единую базу для ИАС ПТО, определять индивидуальную программу заместительной терапии при возникновении осложнения, проводить профилактику возникновения тяжелых форм, особенно ятрогенного генеза. Регистр посттрансфузионных реакций и осложнений, который является структурным элементом разрабатываемой системы гемонадзора Республики Беларусь, позволяет не только учитывать посттрансфузионные реакции и осложнения и определять тактику лечения в соответствии с клиническими протоколами, но и принимать производственные решения, такие как выбор первичной упаковки, форму применяемого препарата для заместительной терапии (жидкая, замороженная, лиофилизированная), а также построить систему логистики и хранения компонентов крови / лекарственных средств на основе плазмы крови.

В настоящее время ведется разработка ПО анализа трансфузионного обеспечения (ПО АТО). С учетом того, что планирование ресурсов продуктов крови напрямую зависит от объективных факторов – уровня и объема медицинской помощи в стране, регионе, учреждении здравоохранения, а также с учетом обеспечения медицинской помощи при чрезвычайных ситуациях и непредвиденных стихийных бедствиях. Население региона (страны), профиль коечного фонда и его численность, безусловно, определяют фактический и предполагаемый объем требующейся трансфузионной терапии и, соответственно, объем, и уровень ресурсов продуктов крови. Обеспечение высокого качества трансфузиологической помощи реализуется путем межрегионального и межструктурного взаимодействия, направленного на обеспечение своевременности, безопасности и эффективности оказания помощи пациенту, в связи с чем, предусматривается резервный запас продуктов крови на различных уровнях.

Основная масса потребности в компонентах крови и лекарственных средствах на основе плазмы крови состоит из обеспечения лечения ведущих трансфузионных синдромов: анемического, тромбоцитопенического, коагулопатического, гипоальбуминемического, которые возникают в практике хирургов, гастроэнтерологов, акушеров-гинекологов, анестезиологов-реаниматологов и др.

Выдача компонентов крови организациями трансфузиологического профиля осуществляется на основании заявок организаций с указанием сведений о пациенте, компоненте, что может быть предметом ретроспективного анализа, определения моделей пациентов с учетом профиля, нозологии, объема, кратности ввода и вида компонента (сочетания компонентов). Разработка ПО АТО позволит сформировать стандартизированную потребность в компонентах крови и обеспечивать планирование заготовки крови для клинических и производственных нужд, за счет чего будет достигаться адекватное управление ресурсами и использованием крови, включающее разработку системы и порядка практической деятельности по инвентаризации запасов крови и анализу ее потребления.

Таким образом, внедрение в медицинскую отрасль современных информационных технологий позволяет обеспечить сбор и комплексный анализ данных, определить лечебную тактику на основе сбора и всестороннего анализа постоянно обновляемой медико-социальной информации, учитывающей тенденции о состоянии здоровья населения и характер медико-демографических процессов, существенно повысить эффективность принимаемых организационных решений. Данный вид технологий позволяет обчислить и предложить алгоритм помощи

пациентам различных профилей и тяжести заболевания, а также учесть осложнения, требующие дополнительной коррекции с учетом индивидуальных особенностей пациента, планировать необходимый запас препаратов для заместительной терапии в организациях Республики Беларусь, оказывающих медицинскую помощь.

## **ВЫСОКОДОЗНЫЕ МЕТОДИКИ ОБЛУЧЕНИЯ ОПУХОЛЕЙ ЦНС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕДИЦИНСКИХ ЛИНЕЙНЫХ УСКОРИТЕЛЕЙ**

### **HIGH DOSE IRRADIATION METHODS OF TUMORS OF CENTRAL NERVOUS SYSTEM**

***A. И. Капрусынко, Е. В. Титович***  
***A. Kaprusynko, E. Titovich.***

*Республиканский научно-практический центр онкологии  
и медицинской радиологии им. Н. Н. Александрова,  
г. Минск, Республика Беларусь  
anhelina.kaprusynka@gmail.com*

*N. N. Alexandrov National Cancer Center of Belarus, Minsk, Republic of Belarus*

В современной практике радиотерапии все большее применение находят методики радиохирургии, которые подразумевают под собой подведение высоких доз к мишени единократно или в несколько фракций. Это стало возможным благодаря техническому совершенствованию линейных ускорителей, которые позволяют производить гиперфракционированное облучение при допустимых лучевых нагрузках на здоровые ткани и критические органы. Такой подход позволяет экономить время лечения, что приносит выгоду как пациенту, так и медицинскому учреждению в виде экономической выгоды от сокращения нахождения пациента в стационаре, уменьшения износа дорогостоящего оборудования. С другой стороны, для некоторых опухолей, такие методики могут принести терапевтическую пользу в виде более благоприятного прогноза лечения.

Nowadays, in radiotherapy practice the radiosurgery is used more and more often. These are methods of delivering of high dose radiation per one or a few fractions. This became possible due to the ever increasing technical improvement of linear accelerators, which allow hyperfractional irradiation with acceptable dose levels for healthy tissues and critical organs. This approach helps to save the time of treatment, which benefits both the patient and the medical institution in the form of the economic benefits of reducing the patient's stay in the hospital, reducing the wear and tear of expensive equipment. On the other hand, for some tumors, such techniques can bring therapeutic benefit in the form of a more positive forecast of treatment.

*Ключевые слова:* радиохирургия, стереотаксическое облучение, гиперфракционированное облучение.

*Keywords:* radiosurgery, stereotactic, hyperfractional irradiation.

Современные медицинские ускорители позволяют осуществлять все более сложные сценарии облучения, в том числе и гиперфракционированное облучение. С одной стороны, для опухолей ЦНС это имеет особое значение, поскольку некоторые виды опухолей имеют более благоприятные прогнозы лечения без увеличения рисков отдаленных последствий именно в таком режиме фракционирования [1; 2]. С другой – это экономически выгодно и обоснованно, так как при таком лечении отсутствует необходимость в госпитализации, либо время пребывания в стационаре сокращается. Износ дорогостоящего оборудования также уменьшается. В некоторых случаях радиохирургия позволяет производить лечение без дополнительного хирургического вмешательства, что сопряжено с дополнительными рисками и последствиями для пациента.

Применение стереотаксических методик лечения стало возможным благодаря техническому совершенствованию современных линейных ускорителей. Первым значимым шагом к этому стало появление методик IMRT (intensity modulated radiation therapy) и VMAT (volumetric arc therapy), которые позволили добиться высокой конформности дозового покрытия мишени с высоким градиентом дозы на границе мишень-здоровые ткани, что снизило нагрузку на здоровые ткани и критические органы до допустимых клинических пределов.

Точность подведения дозы при таком лечении играет важнейшую роль. Погрешности укладки пациента могут привести к тому что часть опухоли не получит предписанную терапевтическую дозу, либо здоровые ткани будут облучены, либо критические органы могут получить слишком высокие дозы, что может привести в случае локализаций в ЦНС к потере важнейших функций (речь, зрение слух и т. д.). Поэтому для таких методик лечения в обязательном порядке используют специальные фиксаторы положения пациента на лечебном столе (маски, крепежи). А так же все современные ускорители оснащены встроенными системами, позволяющими производить верификацию положения пациента посредством рентген снимков, сделанных в онлайн режиме в момент укладки

пациента на стол непосредственно перед началом лечения. Накладывая данный снимок на изображение плана лечения, врач производит окончательную точную укладку пациента.

Более усовершенствованные линейные ускорители дают возможность облучения в двух режимах – с фильтрацией пучка излучения (FF – Flattening filter) и без него (FFF – Flattening Filter Free). Вторым режимом даёт ещё одно преимущество в процессе реализации планов стереотаксического лечения в виде увеличения скорости подведения дозы излучения в рамках одной фракции за счёт более высокой мощности дозы излучения. Если для пучков с фильтрацией мощность дозы может составлять до 600 MU/мин, то для пучков без фильтрации до 2400 MU/мин.

В отличие от пучков со сглаживающими фильтрами, пучки без фильтрации имеют неровный профиль дозного распределения с максимумом в центре, плавно спадающим до границы поля. Но для стереотаксического лечения опухолей ЦНС это как раз не является проблемой, так как размеры таких опухолей не превышают нескольких сантиметров, а размеры полей ускорителей обычно лежат в пределах 20–40 см, то спад профиля на таком коротком участке не будет большим.

Однако, увеличение дозового фракционирования требует дополнительных исследований со стороны медиков по выявлению рисков и отдалённых последствий. Медицинские физики со своей стороны должны произвести предварительные исследования по оценке возможности расчёта таких планов облучения на существующем оборудовании, сравнении физических параметров гипотетических планов лечения с планами по существующим потокам лечения. Эта работа требует слаженной работы медиков и физиков и может принести не только улучшение терапевтического эффекта для пациента, что и является основной целью лечения, но так же сократить экономические затраты на лечение таких пациентов и увеличить пропускную способность радиологических отделений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Michael Lim*. Handbook of radiosurgery in CNS disease / Wesley Hsu // Daniele Rigamonty. – 2013. – P. 36–40.
2. *William R*. Stereotactic Radiosurgery and Stereotactic Body Radiation Therapy / Stanley H. Benedicy // David Schlesinger. – 2015. – P. 155–157.

## АБСОЛЮТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ МОЩНОСТИ ПОГЛОЩЕННОЙ ДОЗЫ БЕТА-ИЗЛУЧЕНИЯ. ЭКСТРАПОЛЯЦИОННАЯ КАМЕРА

### ABSOLUTE MEASUREMENT OF ABSORBED DOSE RATE OF BETA RADIATION. EXTRAPOLATION CHAMBER

***К. А. Кривецкий, В. П. Зорин***  
***K. Krivetskiy, V. Zorin***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
trenser@protonmail.com  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Рассмотрена конструкция экстраполяционной ионизационной камеры и способ определения с ее помощью дозы бета-излучения.

The design of the extrapolation ionization chamber and the method of determining the radiation dose with its help are considered.

*Ключевые слова:* источник, поглощенная доза, ионизационная камера, бета-излучение, собирающий электрод.

*Keywords:* source, absorbed dose, ionization chamber, beta-radiation, collecting electrode.

Источники бета-излучения применяются во многих областях человеческой деятельности: в технологических установках химического и машиностроительного производства, в атомной промышленности, приборостроении, легкой промышленности, сельском хозяйстве и др. Но наиболее значимый эффект от их использования сейчас наблюдается в медицине и науке: археологии, химии, физике, биологии, генной инженерии.

В медицине источники бета-излучения применяются в качестве медицинских аппликаторов в офтальмологии для безоперационного удаления новообразований в области глаза, в радиоизотопной диагностике в качестве радиоактивной метки для обнаружения опухолевых тканей, бета-терапии. Для терапевтических целей на поражённые участки накладывают бета-аппликаторы, при злокачественных опухолях используют источники, которые размещают внутри организма человека непосредственно в поражённых тканях (брахитерапия). Лечебный эффект достигается за счёт разрушающего действия, которое бета-излучение оказывает на патологически изменённые ткани.

Важным фактором лучевого лечения злокачественных внутриглазных опухолей является индивидуальное планирование на основе таких показателей, как толщина опухоли, ее диаметр (радиальный и меридиональный), знание точной локализации опухоли. По этим показателям подбирается специальный бета-аппликатор необходимой формы и размера с точно известными параметрами и характеристиками мощности дозы бета-излучения и ее пространственного распределения.

Бета-источники медицинского назначения калибруют по мощности поглощенной дозы в воде. Основой всех первичных эталонов, воспроизводящих единицу мощности поглощенной дозы в воде, являются экстраполяционные водозэквивалентные ионизационные камеры. К калибровке медицинских источников бета-излучения предъявляются повышенные требования по точности измерений, которые указаны в ряде нормативных документов. Кроме знания мощности поглощенной дозы, большое значение имеет и знание распределения этой мощности дозы по поверхности источника и на расстоянии от нее.

Бета-частицы могут оказывать негативное воздействие на человека, вызывая радиационные поражения кожи и внутренних органов. Очевидно, что эффективное использование радионуклидных источников бета-излучения невозможно без гарантированного обеспечения радиационной безопасности обращения с этими источниками. Эту задачу решает практическая дозиметрия, которая располагает соответствующими расчетными и инструментальными методами.

Для оценки степени воздействия бета-излучения на организм человека (кожные покровы, глаза, другие органы и ткани) необходимо знать дозу (энергию), поглощенную биологической тканью, которая может быть определена посредством измерений мощности поглощенной дозы (МПД), для этой цели подходит экстраполяционная ионизационная камера (ЭК). В данной работе рассмотрено устройство ЭК и способ определения с ее помощью поглощенной дозы бета-излучения. Камеры такого типа, в основном, используются в эталонных установках национальных метрологических институтов.

ЭК представляет собой камеру с параллельными электродами, в которой масса воздуха в измерительном объеме камеры меняется при изменении расстояния между электродами. Измеренные значения ионизационного тока, полученные при разных расстояниях между электродами, можно экстраполировать к нулевой глубине камеры. Изменение массы воздуха можно получить не только изменением расстояния между электродами, но и изменением площади измерительного электрода.

Стандартная схема устройства ЭК представлена на рис. 1. Основными элементами камеры являются фиксированное входное окно (потенциальный электрод) и подвижный измерительный электрод. Измерительный электрод камеры представляет собой плексигласовый блок, на плоской поверхности которого, обращенной внутрь измерительного объема камеры, нанесен слой графита, разделенный концентрическими бороздками на изолированные друг от друга кольца. Каждое кольцо имеет электрический вывод на наружную поверхность блока. Эти выводы соединяются в различных комбинациях с помощью переключателя, изменяющего площадь измерительного электрода, при этом часть электродов подключается к электроизмерительной системе через разъем, расположенный на верхней поверхности камеры, а остальные – к защитному электроду. Для создания равномерного поля в измерительном объеме камеры, с силовыми линиями, направленными перпендикулярно электродам, измерительный электрод окружен охранным кольцом.

Потенциальный электрод камеры изготовлен из тонкой пленки полиэтиленфталата (толщиной 1–7 мг/см<sup>2</sup>) с алюминиевым покрытием изнутри камеры и закреплен в специальной рамке в нижней части камеры. Толщина его выбирается таким образом, чтобы в нем не происходило сильного ослабления потока бета-частиц и в то же время окно не должно деформироваться под действием притяжения со стороны заземленного измерительного электрода. На металлизированную поверхность электрода подается постоянное напряжение через специальный разъем.

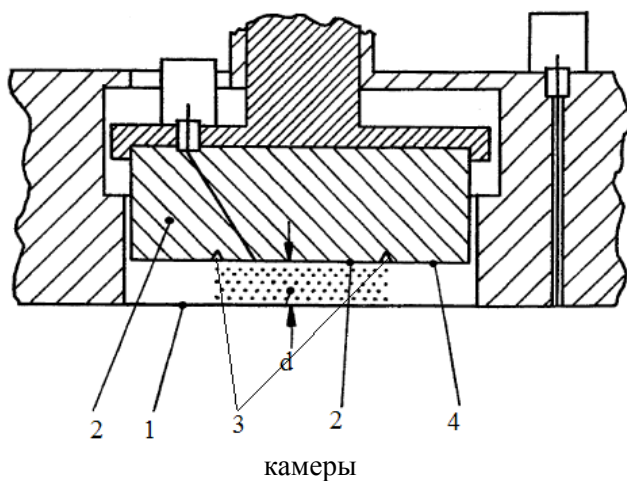


Рисунок 1 – Схематическое устройство экстраполяционной камеры: 1 – входное окно (потенциальный электрод); 2 – собирающий электрод (измерительный); 3 – канавка, определяющая размер измерительного электрода; 4 – охранный электрод (кольцо); d – глубина камеры

Корпус камеры окружен кожухом из металла и плексигласа.

Обычно измерительный электрод выполнен из полиметилметакрилата (PMMA) и покрыт тонким слоем проводящего вещества (графит). На поверхности электрода прорезана канавка, определяющая собирающую область и одновременно разделяющая электрод на собирающий и охранный электрод. Перемещение собирающего электрода (изменение объема камеры), осуществляется при помощи специального устройства с микрометрическим винтом. Напряжение на камеру подается от источника питания постоянного тока. Измерение тока ионизации при прохождении бета-частиц через измерительный объем камеры производится при помощи электрометра.

Для определения МПД достаточно провести измерения тока (заряда) на 5–11 расстояниях между электродами.

Допускается проводить измерения тока при всех расстояниях между электродами камеры сначала только при положительной полярности (постепенное увеличение расстояния между электродами камеры от минимально возможного до максимального), а затем только при отрицательной полярности напряжения на камере (постепенное уменьшение расстояния между электродами камеры до минимально возможного).

По измеренным значениям тока в ионизационной камере определяется среднее арифметическое значение токов, измеренных при каждой полярности напряжения для каждого расстояния между электродами камеры.

Методом линейной регрессии рассчитывается значение удельного тока (значение тока на единицу измерительного объема камеры) и, допуская выполнение условия Брэгга–Грэя, определяют значение МПД в тканеэквивалентном веществе.

После завершения серии измерений строится экстраполяционная прямая, по которой и определяется значение МПД за входным окном камеры при нулевой величине воздушного зазора между электродами.

Вычисление величины мощности поглощенной дозы бета-излучения, Гр/с, проводятся по формуле

$$\dot{D} = \frac{(\bar{W}_0/e) \cdot S_{t,a}}{\rho_{a0} \cdot a} \left[ \frac{d}{dl} (kk'I(l)) \right]_{l=0} \cdot 10^7, \quad (1)$$

где  $(\bar{W}_0/e)$  – отношение средней энергии ионообразования в воздухе при образцовых условиях к величине элементарного заряда  $e$  ( $33.83 \pm 0,07$ ) Дж/Кл;

$\rho_{a0}$  – плотность воздуха при стандартных условиях:  $T_0 = 293,15^\circ K$ ;  $p_0 = 101,325$  кПа;  $r_0 = 0,65$ ;

$a$  – эффективная площадь измерительного электрода;

$S_{t,a}$  – коэффициенты тормозных способностей для бета-источников:  $^{147}\text{Pm}$ :  $S_{t,a} = 1,124$ ,  $^{204}\text{Tl}$ :  $S_{t,a} = 1,121$ ,

$^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ :  $S_{t,a} = 1,110$ ;

$\left[ \frac{d}{dl} (kk'I(l)) \right]_{l=0}$  – наклон прямой-графика зависимости тока (с учетом поправок) от глубины камеры  $l$

в ограниченной области, А/мм.

$k'$  – произведение поправочных коэффициентов, которые не зависят от глубины камеры

$$k' = k_{ba} \cdot k_{br} \cdot k_{el} \cdot k_{hu} \cdot k_{in} \cdot k_{ra}, \quad (2)$$

$k$  – произведение поправочных коэффициентов, которые изменяются с глубиной камеры

$$k = k_{ad} \cdot k_{abs} \cdot k_{di} \cdot k_{pe} \cdot k_{sat} \cdot k_{ac} \cdot k_{el} \cdot k_{in} \cdot k_{de} \quad (3)$$

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Bohm, J. "The National Primary Standard of the PTB for Realizing the Unit of the Absorbed Tissue for Beta Radiation" / Bohm J., (Germany), Report PTB-DOS-I 3, ISSN 0172-7095 (1986).
2. Soares, C. G. "A method for the calibration of concave  $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$  ophthalmic applicators" / Soares C.G., Phys.Med. Biol., 1992, Vol.37, No4, 1005-1007.
3. Soares, C. G. "Update on NIST intravascular brachytherapy standards and calibrations" / Soares C. G., CCRI(I)/03-20, 2003.
4. Technical Protocol "EUROMET supplementary comparison of absorbed dose rate in tissue for beta radiation" EUROMET project No. 739 BIPM KCDB: EUROMET.R(I)-S2, 2005.
5. IAEA-TECDOC-1274 "Calibration of photon and beta ray sources used in brachytherapy", IAEA, VIENNA, 2002.

# О РОЛИ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ В УГЛУБЛЕНИИ ИХ ЗНАНИЙ ПО ФИЗИКЕ И РАЗВИТИИ ТВОРЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ

## ON THE ROLE OF THE CONTROLLED INDEPENDENT WORK OF STUDENTS IN DEEPENING THEIR KNOWLEDGE OF PHYSICS AND CREATIVITY

**В. Ф. Малишевский, А. А. Луцевич, Н. В. Пушкарёв**  
**V. Malishevsky, A. Lutsevich, N. Pushkarev**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
v.malishevskiy@iseu.by  
Belarusian State University, ISEU BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Изменения в системе высшего образования в соответствии с европейским стандартом в рамках Болонского процесса направлены на подготовку компетентных бакалавров и магистров, способных к непрерывному профессиональному самосовершенствованию и саморазвитию. Они предполагают трансформацию роли и преподавателя, и студентов в образовательном процессе. Сокращение при этом сроков обучения на первой ступени высшего образования и, как следствие, уменьшение количества аудиторных занятий требуют изменения подходов и методов в обучении, особенно для специальности «медицинская физика», где физико-математическая подготовка составляет более третьей части учебного времени. Грамотно выстроенная обратная связь, виды которой могут быть многообразными, играет важную роль при совместных действиях преподавателя и студентов в достижении целей, ориентированных на конечный результат.

Changes in the system of higher education in accordance with the European standard within the Bologna process are aimed at training competent bachelors and masters capable of continuous professional self-improvement and self-development. They involve the transformation of the role of both the teacher and students in the educational process. The reduction of the period of study at the first stage of higher education and, as a consequence, the reduction in the number of classroom lessons require changes in approaches and methods of teaching, especially for the specialty “medical physics”, where physical and mathematical training is more than a third of the training time. Well-built feedback, the types of which can be diverse, plays an important role in the joint actions of the teacher and students in achieving results-oriented goals.

*Ключевые слова:* бакалавр, преподаватель, самостоятельная работа, успеваемость, образование, компетентность, физика, знания, индивидуальные задания.

*Keywords:* bachelor, teacher, independent work, academic performance, education, competence, physics, knowledge, individual tasks.

Изменения в образовании, которые направлены на приближение к европейским стандартом, в рамках Болонского процесса, направлены на подготовку компетентных бакалавров и магистров, способных к непрерывному профессиональному самосовершенствованию и саморазвитию. Они предполагают трансформирование роли как преподавателя, так и студента. Обе стороны, в некотором смысле, становятся равноправными участниками в организации учебного процесса.

Преподаватель становится не только источником знаний, но в большей степени превращается в менеджера самостоятельной работы студентов, учитывая все их предложения и пожелания, способствующие повышению эффективности усвоения учебных программ. Сокращение сроков подготовки на первой ступени высшего образования, и как следствие, уменьшение количество аудиторных занятий требуют изменения подходов и методов в обучении.

В первую очередь это относится к физическим дисциплинам для таких специальностей как «медицинская физика» и «ядерная и радиационная безопасность» факультета мониторинга окружающей среды нашего высшего учебного заведения. К примеру, использование достижений физики последних десятилетий медициной изменило ее характер – она из хирургической и лекарственной стала в значительной степени физической, оснащенной сложнейшими, дорогостоящими и при этом очень эффективными медико-физическими комплексами и технологиями [1]. Это хорошо иллюстрируют изменения последних лет и в медицине Республики Беларусь.

Для изменения методов и подходов в образовательном процессе, безусловно, важную роль играет грамотно выстроенная обратная связь при совместных действиях преподавателя и студентов в достижении целей, ориентированных на конечный результат. В педагогической науке с понятием обратной связи ассоциируют, как правило, контроль успеваемости. Однако, с ростом требований к активизации обучения с акцентированным вниманием к роли студентов в образовательном процессе, приобретает принципиальную значимость развитие



их критического отношения к результатам их собственной работы, умения креативного участия в выполнении совместного группового задания и оценки собственного вклада и вклада других участников в завершённую работу группы.

Виды обратной связи могут быть различными: устный опрос, письменный отчет, методы цифровых технологий. Что касается последних, следует заметить, что злоупотребление автоматизацией обучения и контроля результатов привнесло в образовательный процесс немало негатива своей чрезмерной формализацией, зачастую сводясь к тотальному тестированию и превращая цифровые инструменты в барьер для живого общения.

Сегодня, как показывает практика, недостаточно обладать только знаниями, умениями и навыками, которые представлены в учебных программах и подлежат обязательному усвоению и контролю, так как есть и вторичный продукт образовательного процесса. К нему относятся все результаты, способствующие формированию профессиональных компетенций, личного опыта, которые нельзя получить простым суммированием знаний и умений. Основой образовательного процесса должны стать способы мышления и деятельности.

Быстрое «проглатывание» неувоенных чужих истин не может дать положительного результата в обучении. Нужна сложная и уже потому длительная, индивидуальная работа собственного ума. Она и формирует интеллектуальный потенциал самостоятельно мыслящего профессионала, и оценивается не объемом накопленной информации, а способностью найти, освоить и применить необходимые для достижения цели знания.

Решение продиктованных образовательной реальностью задач, в общем, предполагает использование по возможности как можно более широкого спектра дидактических средств, сохраняя разумный баланс в их применении. Отдавая должное современным цифровым технологиям, все же следует, по нашему глубокому убеждению, сберечь веками отработанный межличностный контакт между преподавателем и обучающимся, который, как показывает опыт, наиболее эффективен при обсуждении самостоятельно выполненной студентом работы.

Особое значение имеет самостоятельная работа, выполненная под непосредственным руководством преподавателя. При выполнении таких заданий самостоятельность студентов подкрепляется целенаправленным управлением педагога. Это способствует не только более глубокому усвоению изучаемой учебной дисциплины, но и повышению творческого потенциала будущего специалиста при проведении управляемой самостоятельной работы.

Кафедра общей и медицинской физики этому вопросу уделяет особое внимание. Для студентов младших курсов изданы и готовятся к изданию специальные учебные пособия [2; 3] для самостоятельной работы, которые дают более глубокое понимание полученных в школе знаний по всем разделам физики, что снимает многие барьеры при изучении университетских физических дисциплин. Для самостоятельной работы в них составлены количественные и качественные задачи, в том числе с практическим имедико-экологическим содержанием.

К примеру, студенты, как правило, хорошо решают задачи на простое применение формул, а применение законов механики к конкретным задачам, где требуется понимание происходящих процессов, у многих первокурсников, как показывает практика, вызывает заметные трудности. Следует заметить, что при изучении физики механике принадлежит особая роль, которую, видимо, можно сравнивать с ролью самой физики по отношению к другим естественным дисциплинам. Для объяснений явлений из других разделов физики, т.е. «вне механики», мы вынуждены часто прибегать к механическим образам и моделям. Это в той или иной степени применяется практически во всех разделах: в молекулярно-кинетической теории, электростатике, колебаниях и волнах и др.

Для физических учебных дисциплин (механики, молекулярной физики, электричества и магнетизма, оптики и физики атома), которые являются базовыми дисциплинами для специальностей «медицинская физика» и «ядерная и радиационная безопасность» кафедрой разработаны электронные учебно-методические комплексы, содержащие необходимую информацию для организации самостоятельной работы по всем их разделам. Особая роль среди представленных в ЭУМК средств обучения отводится выполнению индивидуальных заданий, ориентированных на максимальное раскрытие творческого потенциала их исполнителей.

Для достижения этих целей необходимо соблюдение ряда предварительных условий. Прежде всего, требуется индивидуализировать обобщенную формулировку задания, записав его полный текст в соответствии с данными, приведенными в персональном варианте. Затем следует проработать приведенный теоретический материал, относящийся к рассматриваемой теме, и ответить на контрольные вопросы по теме задания. После этого выполняется само задание и производится его оформление, в котором отражаются идея решения, его реализация с пояснениями в творчески свободной форме и результат с выводами о достижении цели.

Сами задания сформулированы в обобщенном виде, фактически представляя собой универсальную «канву» физической ситуации, «рисуюнок» по которой должен выполняться самостоятельно каждым студентом в соответствии со своим индивидуальным вариантом. Методология таких заданий синтезирована из методических идей других авторов, в частности, изложенная в учебном пособии [4]. Индивидуальную работу могут предварять аудиторские занятия, во время которых возможно совместное обсуждение контрольных вопросов и анализ общих физических ситуаций, рассматриваемых в заданиях.

Важной особенностью предлагаемых заданий является наличие в них выделенных групп вариантов. Выполнение таких вариантов в процессе индивидуальной самостоятельной работы дает возможность студентам развить навыки обобщающей обработки полученных индивидуальных данных, представляя их в виде графиков, сравнительных (как групповых, так и межгрупповых) аналитических выводов и др., а также чувствовать ответственность за результат коллективного труда.

Заключительной частью такого вида самостоятельной работы студентов является обсуждение выполненного задания, где в процессе живого общения выявляется уровень усвоения теоретического материала, его использования при выполнении задания, а также готовность и умение студента коллективизировать полученные результаты.

Применение таких подходов в процессе освоения физики на факультете МОС показало ряд преимуществ по сравнению с традиционными:

- сама организация самостоятельной работы предполагает ее выполнение и отчет в течение всего семестра, что существенно улучшает качество усвоения дисциплины;
- промежуточные результаты влияют на текущий рейтинг успеваемости, что является дополнительным стимулом к неформальному выполнению заданий и своевременной сдаче отчетов;
- требование безусловного и правильного выполнения всех заданий существенно снижает количество не допущенных к сессии студентов;
- неформальное отношение к результатам самостоятельной работы как со стороны, прежде всего, преподавателя, так и студентов сделало осмысленной и содержательной роль текущих консультаций.

Плоды изменения подходов в преподавании физических учебных дисциплин, в какой-то мере, можно ощутить по результатам внутренних комплексных контрольных работ, проводимых на факультете по «Оптике» и «Физике атома и атомных явлений». Если в 2017–2018 учебном году остаточные знания по «Оптике» у многих студентов оказались неудовлетворительными, то в 2018–2019 учебном году как по «Оптике», так и по «Физике атома и атомных явлений» все студенты успешно справились с аналогичными заданиями.

Таким образом, совершенствование системы механизмов, обеспечивающих качество и эффективность обучения, контроля и оценки знаний позволяет надеяться, что бакалавр перестанет восприниматься как «неполноценный» специалист.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Костылев, В. А.* Радиационная медицинская физика – фундаментальная основа медицинской радиологии / В.А. Костылев, Б.Я. Наркевич//Радиология – практика, 2007. – № 2. – С. 42–52.
2. *Малишевский, В. Ф.* Вспомним школьную физику. В помощь первокурснику : учеб.-метод. пособие / В. Ф. Малишевский, А. А. Луцевич. – Минск : МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2014. –110 с.
3. *Малишевский, В. Ф.* Основы электродинамики / В. Ф. Малишевский, А. А. Луцевич. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – 131 с.
4. *Ветрова, В. Т.* Физика: сборник задач: учеб. пособие / В. Т. Ветрова. – Минск: Вышэйшая школа, 2015. – 443 с.

## РАСШИРЕННЫЙ АВТОКОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ КАРДИОЛОГИЧЕСКИХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП ПАЦИЕНТОВ EXTENDED AUTO-CORRELATION ANALYSIS OF CARDIOLOGICAL TEMPORARY SERIES FOR DIFFERENT GROUPS OF PATIENTS

***Т. Н. Сакович***

***T. Sakovich***

*Гродненский государственный медицинский университет,  
г. Гродно, Республика Беларусь  
snezhitskaya@mail.ru*

*Grodno State Medical University, Grodno, Republic of Belarus*

Метод анализа вариабельности ритма сердца основан на распознавании и измерении временных интервалов между R-зубцами (RR-интервалами) электрокардиограммы, построении динамических рядов кардиоинтервалов и последующем анализе полученных числовых рядов различными математическими методами. Автокорреляционный анализ позволяет не только говорить о наличии или отсутствии связи между различными уровнями ряда, но и обнаруживать сезонные или циклические составляющие определенных порядков исследуемых временных рядов. Предлагаем провести расширенный автокорреляционный анализ, который, на сегодняшний момент не является широко применяемым в отношении кардиологических временных рядов.

The method of analysis of heart rate variability is based on the recognition and measurement of time intervals between R-teeth (RR-intervals) of an electrocardiogram, the construction of dynamic series of cardiointervals and the subsequent analysis of the obtained numerical series by various mathematical methods. Autocorrelation analysis allows not only to talk about the presence or absence of a connection between different levels of a series, but also

to detect seasonal or cyclical components of certain orders of the time series under study. We propose to conduct an extended autocorrelation analysis, which, at present, is not widely used in relation to cardiological time series.

*Ключевые слова:* RR-интервалы, автокорреляционная функция, коррелограмма, тахикардия, брадикардия.

*Keywords:* RR-intervals, autocorrelation function, correlogram, tachycardia, bradycardia.

Анализ variability ритма сердца (ВРС) начал развиваться в начале 60-ых гг. Наиболее активно эту область исследовали в 70–80-е гг. (Д. И. Жемайтите, И. Г. Нидеккер, Ю. А. Власов, Г. А. Никулина, Р. М. Баевский, В. И. Воробьев, Я. Л. Габинский и др.).

Анализ ВРС является методом оценки состояния механизмов регуляции физиологических функций в организме человека. Следует отметить, что сфера применения метода анализа ВРС является многогранной. Это обусловлено тем, что это единственный доступный, неинвазивный, достаточно простой и относительно дешевый метод оценки сердечного ритма [1].

Одним из методов, применяемых к анализу кардиоинтервалограмм, является автокорреляционный анализ, который заключается в вычислении и построении автокорреляционной функции (АКФ) динамического ряда RR-интервалов. АКФ представляет собой график динамики коэффициентов корреляции, полученных при последовательном смещении анализируемого ряда на одно число по отношению к своему собственному ряду.

В практике медицинских исследований часто прибегают к анализу коэффициента автокорреляции  $C_1$  – значение коэффициента после первого сдвига. Причем имеет место следующее заключение: чем ближе этот коэффициент к нулю, тем более выражены дыхательные волны (высокочастотные компоненты ряда), если же коэффициент корреляции лишь незначительно отличается от единицы, то преобладают медленноволновые составляющие [1]. Предлагаем провести расширенный анализ коэффициентов АКФ RR-интервалов для различных групп пациентов.

В общем случае, при исследовании временного ряда можно выделить следующие его составляющие:

$$y_t = T_t + S_t + C_t + \varepsilon_t, \quad (1)$$

где  $T_t$  – тренд или тенденция, которая описывает влияние долговременных факторов на динамику исследуемого процесса.  $S_t$  – сезонная компонента, которая отражает повторяемость некоторых процессов, в течение короткого промежутка времени.  $C_t$  – циклическая компонента, которая отражает повторяемость процессов, но уже на более длительных временных промежутках.  $\varepsilon_t$  – случайная компонента, всегда в той или иной степени присутствует в реальных временных рядах.

Расширенный анализ АКФ, позволяет ответить на ряд вопросов относительно вида модели (1). Введем понятие АКФ.

Степень тесноты связи между последовательными наблюдениями  $y_1, y_2, \dots, y_n$  и  $y_{1-\tau}, y_{2-\tau}, \dots, y_{n-\tau}$ , определяется с помощью следующего коэффициента корреляции:

$$\rho_\tau = \frac{\text{cov}(y_t, y_{t-\tau})}{\sigma_{y_t} \cdot \sigma_{y_{t-\tau}}}$$

Коэффициент  $\rho_\tau$  – измеряет корреляцию между членами одного и того же ряда, поэтому его называют коэффициентом автокорреляции, а зависимость  $\rho(\tau)$  – АКФ [2]. При расчете  $\rho(\tau)$  следует помнить, что с увеличением  $\tau$  число пар наблюдений  $n - \tau$  уменьшается. Это конечно относится в первую очередь к данным небольших объемов. Следует ориентироваться на соотношение:  $\tau \leq \frac{n}{4}$ .

При помощи АКФ можно анализировать структуру исследуемого временного ряда. Определять лаг, при котором наблюдается наиболее сильная связь между текущим и предыдущими уровнями ряда. Важно помнить, что коэффициент автокорреляции характеризует:

1. Тесноту только линейной связи текущего и предыдущего уровней ряда.
2. По знаку  $\rho_\tau$  нельзя делать вывод о возрастающей или убывающей тенденции временного ряда.
3. Если наиболее высоким является коэффициент АКФ порядка  $\tau$ , то можем говорить о том, что ряд содержит сезонные или циклические колебания того же порядка.
4. Если ни один из коэффициентов АКФ не является статистически значимым, то можно сделать вывод о том, что либо ряд не содержит  $T, C, S$ , а только  $\varepsilon$ , либо содержит сильную линейную тенденцию, для выявления которой необходимо провести дополнительный анализ.

Учитывая свойства АКФ, проанализировали 18 кардиологических временных рядов RR-интервалов, разбитых на три группы: все пациенты – это пациенты с фибрилляцией предсердий. У первой группы отмечалась тахикардия; у второй – брадикардия; третья группа – группа без выраженных особенностей.

Объем выборочных данных:  $n = 1000$ , значение лага  $\tau = 1,100$ . Приведем примеры проводимого анализа.

**Пример 1.** Ряд № 14 377 – женщина, 61 год, наблюдалась выраженная тахикардия в течение всего времени наблюдения. Коррелограмма имеет вид (рис. 1):

### Коррелограмма

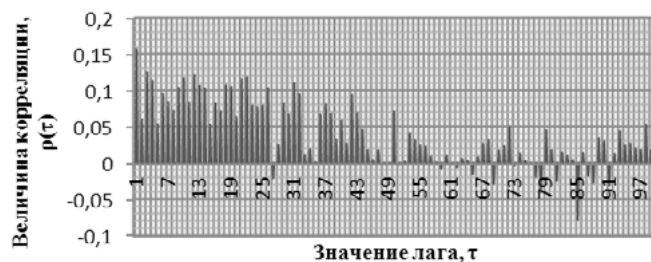


Рисунок 1 – График АКФ, ряд № 14 377

Все коэффициенты АКФ не являются статистически значимыми. Можем сделать вывод о том, что ряд содержит только случайную составляющую.

**Пример 2.** Ряд № 13 240 – мужчина, 53 года, наблюдалась выраженная брадикардия днем. Коррелограмма имеет вид (рис. 2):

### Коррелограмма

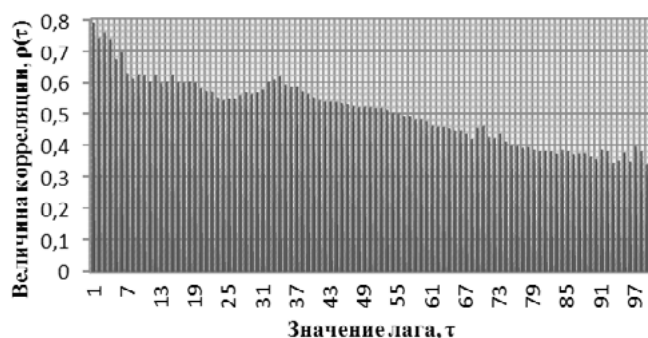


Рисунок 2 – График АКФ, ряд № 13 240

Все коэффициенты АКФ являются статистически значимыми. Наблюдается убывающая тенденция коэффициентов с ростом лага  $\tau$ , но в силу того, что коэффициенты убывают достаточно медленно, можем сделать вывод о том, что ряд содержит только тенденцию. При этом, говорить о наличии каких-либо сезонных или циклических составляющих в данном случае не приходится, поскольку отсутствуют пиковые значения АКФ на отстоящих друг от друга значениях лага.

**Пример 3.** Ряд № 14 090 – мужчина, 75 лет, динамика ЧСС (частота сердечных сокращений) без особенностей. Коррелограмма имеет вид (рис. 3):

### Коррелограмма

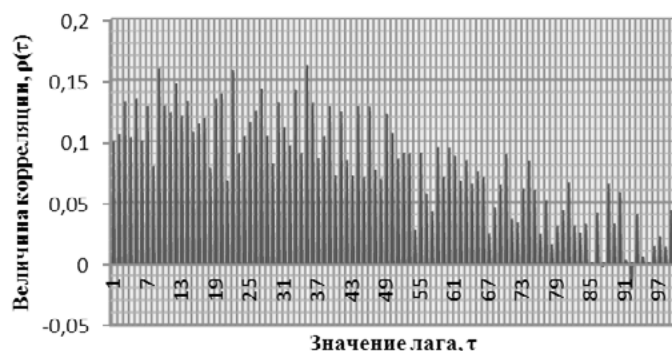


Рисунок 3 – График АКФ, ряд № 14 090

В данном примере все коэффициенты АКФ не являются статистически значимыми. Наблюдается достаточно выраженная убывающая тенденция, что свидетельствует о стационарности исследуемого временного ряда и наличии только тенденции.

В результате исследования были выявлены закономерности. У людей с признаками тахикардии все коэффициенты АКФ не являются значимыми. Это говорит о том, что ряды этой группы пациентов содержат только случайную составляющую. В рядах с признаками брадикардии почти все значения АКФ являются значимыми, при этом следует отметить, что наблюдается убывание коэффициентов АКФ с ростом лага  $\tau$ . Поэтому, можем сделать вывод о том, что в данной группе временных рядов присутствует ярко выраженная линейная тенденция.

В третьей группе пациентов у большинства рядов получили не значимые коэффициенты АКФ и они так же обладают убывающей тенденцией с ростом лага  $\tau$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Снежицкий, В.* Хронотропная функция сердца / В. Снежицкий, А. Раков, В. Шишко и др. – Минск: Гродно: Изд. центр ГрГМУ, 2011. – С. 15–18.
2. *Труш, Н.* Статистический анализ оценок высших порядков стационарных случайных процессов: учеб. пособие / Н. Труш, Н. Марковская. – Гродно: Изд. центр ГрГУ, 2001. – С. 27–45.

## МОНИТОРИНГ ПСИХОФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОМИОГРАММ МЫШЦ ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ MONITORING THE PSYCHO-PHYSICAL CONDITION OF A PERSON ON THE BASIS OF ANALYSIS OF MUSCLE ELECTROMIOGRAMS CHOICE-FACIAL AREA

***И. В. Самуйлов, И. Н. Барадина, М. В. Давыдов***  
***I. Samuilau, I. Baradina, M. Davydov***

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
г. Минск, Республика Беларусь  
ivsamuil@tut.by*

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus*

Проведен анализ метода мониторинга психофизического состояния человека на основе анализа парафункциональных мышц челюстно-лицевой области. В статье приведены результаты исследования электромиографии и электроэнцефалографии пациентов с заболеваниями мышечно-суставного комплекса зубочелюстной системы.

The article analyzes the method of monitoring the psychophysical state of a person based on the analysis of parafunctional muscles of the maxillofacial region. The article presents the results of the study of electromyography and electroencephalography of patients with diseases of the musculo-articular complex of the dental system.

*Ключевые слова:* электромиография, электроэнцефалография, височная мышца, двубрюшная мышца, мышечно-суставной комплекс, зубочелюстная система.

*Keywords:* electromyography, electroencephalography, temporal muscle, digastricus muscle, muscle-joint complex, dental system.

Существует ряд работ показывающие взаимосвязь между нарушениями зубочелюстной системой и психофизическим состоянием пациентов. Многие нарушения вызываться длительным нахождением в стрессовом состоянии [1; 2]. Данные о роли стресса в этиологии дисфункции зубочелюстной-системой, полученные исследователями S. F. Kothari, L. Baad-Hansen, P. Svensson, указывают, что 96,6 % пациентов с нарушениями имели один или несколько параметров, свидетельствующих о психосоциальном дистрессе. Данные говорят что при отсутствии у пациентов адекватной адаптации к стрессовым ситуациям могут возникнуть сочетанные окклюзионные и мышечные нарушения, что приводит к дисфункции зубочелюстной системы [3–5].

В данной работе проверялась гипотеза об взаимосвязи уровня ресинхронизации работы мышц и уровнем нарушения работы мозга. Предполагается чем более выраженные последствия негативных психосоциальных факторов на работе головного мозга тем большее различие в сигналах мышц и следовательно более выражены нарушения зубочелюстной системы.

Одним из функциональным методом диагностики заболеваний мышечно-суставного комплекса зубочелюстной системы является электромиографическое исследование мышц челюстно-лицевой области. В исследовании принимали участие 122 человека с парафункциями мышц челюстно-лицевой области. Каждому пациенту проводился клинический осмотр, электромиография мышц челюстно-лицевой области, электроэнцефалография. Все пациенты разделены на 2 группы:

– первая группа (41 человек), у которых было не более одного отклонения в ЭЭГ – группа пациентов с малой степенью нарушения работы коры головного мозга;

– вторая группа (81 человек) составили пациенты с тремя и более отклонениями в ЭЭГ – группа пациентов с большой степенью нарушений работы коры головного мозга.

Исследования ЭЭГ выявило различные отклонения показателей у пациентов. Самыми распространёнными были: альфа-дизритмия, дисфункция срединных стволовых структур, бета-дизритмия.

Регистрация ЭМГ мышц проводилась на следующих мышцах temporalis, masseter, digastricus, sternocleidomastoideum. С каждой мышцы проводилось измерение сигнала не менее трех раз. Для анализа функционального состояния мышц челюстно-лицевой области использовался размах амплитуды сигналов электромиографии при релаксации и активности мышц. В данной статье приведены данные по исследованию взаимосвязи разности амплитуд мышц temporalis и digastricus, а также нарушений работы ЦНС, регистрируемые электроэнцефалографическим методом. Данные гистограмм аппроксимировались полиномиальным законом второй степени. И в целом симметричные.

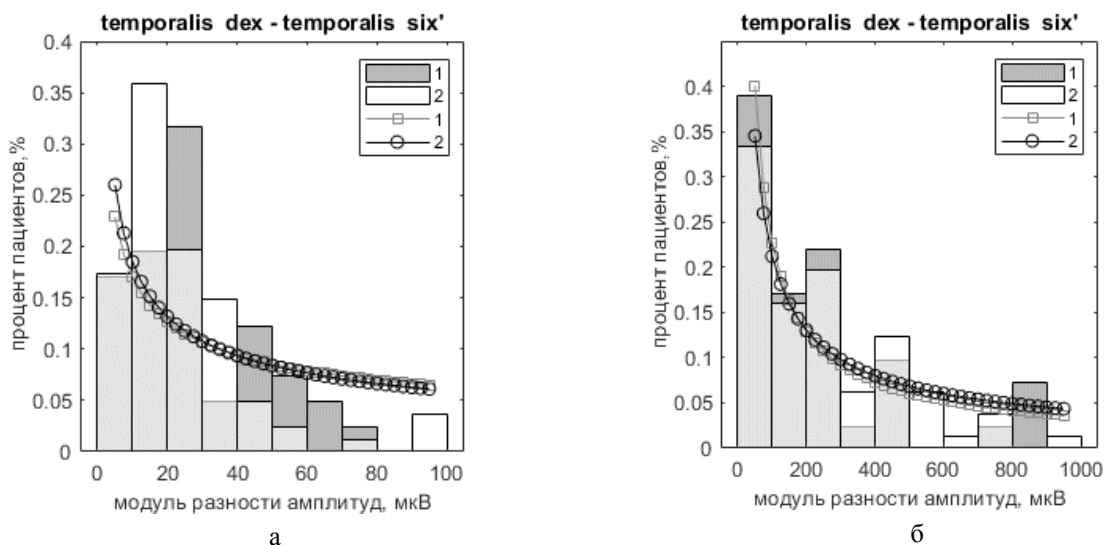


Рисунок 1 – Распределение разности амплитуд правой левой мышцы temporalis

а) разность амплитуд в покое б) Разность амплитуд в усилии:

1 – пациенты с не более одним отклонения в ЭЭГ; 2 – пациенты с тремя и более отклонениями в ЭЭГ

Как видно из рис. 1, что распределение пациентов двух групп не отличается при использовании разности амплитуд мышцы temporalis, подобная картина проявляется и для мышцы digastricus. При этом видно что в покое максимально часто у пациентов встречается разность амплитуд в 10–30 мкВ. Что говорит об малом количестве пациентов с одинаковым физиологическим состоянием мышцы temporalis.

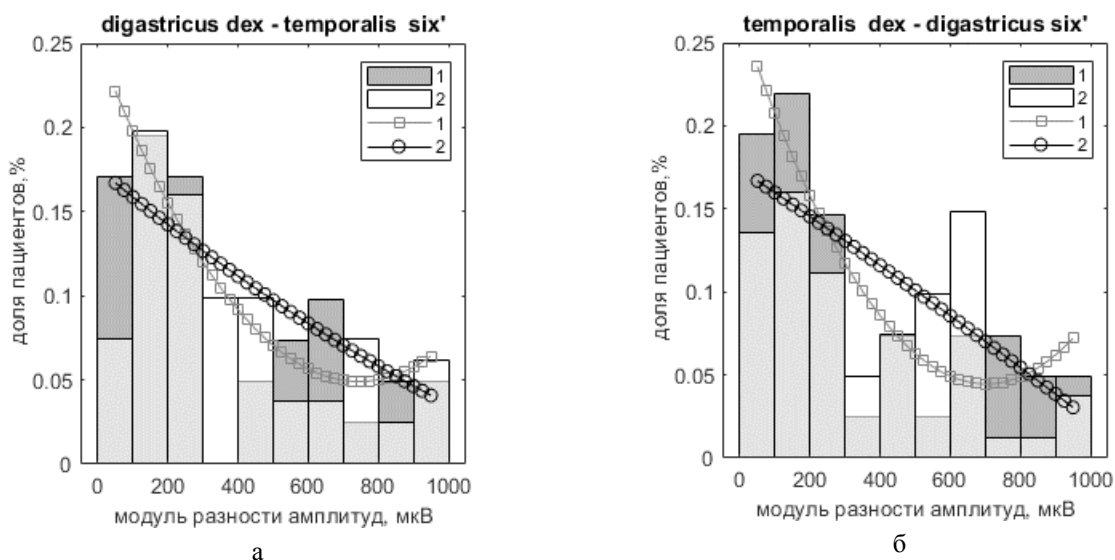


Рисунок 2 – Распределение разности амплитуд мышц temporalis и digastricus снятые при нагрузке

а) разность амплитуд temporalis dex – digastricus six; б) разность амплитуд temporalis six – digastricus dex:

1 – пациенты с не более одним отклонения в ЭЭГ; 2 – пациенты с тремя и более отклонениями в ЭЭГ

Как видно из рис. 2, пациенты с меньшим количеством нарушений в ЭЭГ распределены в двух областях : в области с небольшой разностью амплитуд и в области с большой разностью амплитуд, что говорит о том что у данных пациентов более способны к компенсаторным механизмам нежели пациенты с большим количеством нарушений в ЭЭГ.

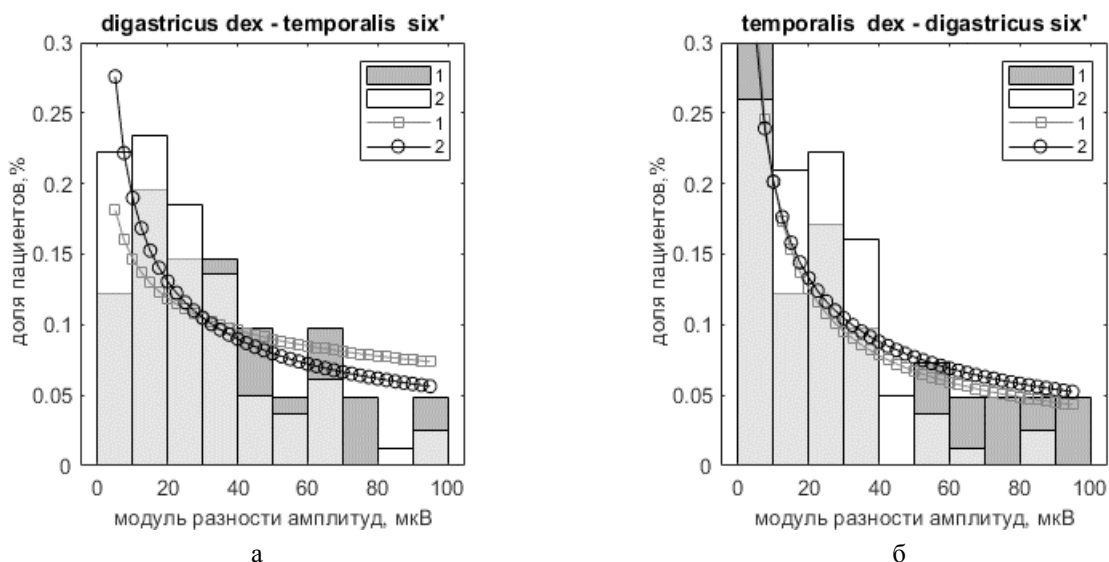


Рисунок 3 – Распределение разности амплитуд мышц *temporalis* и *digastricus* снятые при релаксации мышц  
 а) разность амплитуд *temporalis dex – digastricus six*; б) разность амплитуд *temporalis six – digastricus dex*;  
 1 – пациенты с не более одним отклонения в ЭЭГ; 2 – пациенты с тремя и более отклонениями в ЭЭГ

На рис. 3 показаны разности мышц *temporalis*, *digastricus* в состоянии покоя. Как видно распределение групп пациентов практически не отличаются. В целом частота встречаемости пациентов с меньшим количеством отклонений по ЭЭГ отклонено в сторону значительной разности в амплитудах, что может говорить об том что они имеют лучшую способность к компенсаторным механизмам.

В данном исследовании показана невозможность использования разности амплитуд одноименных мышц для мониторинга психофизического состояния человека. Из полученных нами данных по разности амплитуд разноименных мышц разделить две группы пациентов удалось только на основе разности амплитуд *temporalis*, *digastricus* в тесте при нагрузке мышц. Для остальных тестов разница не была существенной. Данные свидетельствуют о том что пациенты с меньшим количеством отклонений по ЭЭГ имеют более лучшие компенсаторные механизмы.

Исследование взаимосвязи между функциональным состоянием коры головного мозга и мышц челюстно-лицевой области показало возможность использования электромиографии мышц лицевой области для определения значительных отклонений в работе головного мозга. Данная тема представляется перспективной, и требует дальнейшего развития.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Окесон, Джеффри П. Лечение височно-нижнечелюстных заболеваний и окклюзии / Джеффри П. Окесон, Мосби. – С. 37
2. Амирханян, М. А.. Влияние профессиональных физических и эмоциональных нагрузок на окклюзионно-артикуляционные параметры зубочелюстной системы: диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук : 14.01.14 / М. А. Амирханян. – М.: 2015. – 110 с.
3. Барадина, И. Н., Рубникович, С. П., Докукина, Т. В., Минзер, М. Ф. Особенности диагностики пациентов с мышечно-суставной дисфункцией зубочелюстной системы в сочетании с патологической стираемостью зубов // *Stomatologist* 1-2014
4. Булычева, Е. А. Дифференцированный подход к разработке патогенетической терапии больных с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, осложненной гипертонией жевательных мышц. : диссертация ... доктора медицинских наук : 14.01.14 / Е.А. Булычева; Санкт-Петербург, 2010. – 331 с.: ил.
5. Современный подход прогноза дисфункций височно-нижнечелюстных суставов у стоматологических пациентов / С. П. Рубникович, И. Н. Барадина, Ю. Л. Денисова // *Стоматолог.* – Минск, 2014. – № 4. – С. 15–22.

# АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРФИРИНОВЫХ ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОРОВ МЕЖДУ КОМПОНЕНТАМИ СЫВОРОТКИ КРОВИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЛУОРЕСЦЕНТНЫХ МЕТОДОВ

## ANALYSIS OF PORPHYRIN PHOTOSENSITIZERS DISTRIBUTION BETWEEN BLOOD SERUM COMPONENTS BY MEANS OF FLUORESCENCE-BASED TECHNIQUES

**И. В. Яковец, К. А. Жуков, К. Н. Борисов**

**I. Yakavets, K. Zhykov, K. Borysov**

*Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь*

*yakavetsiv@bsu.com*

*Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus*

Перераспределение молекул фотосенсибилизатора (ФС) в крови играет важную роль в определении фармакокинетики ФС и результативности фотодинамической терапии (ФДТ). В данной работе была проведена оценка возможности использования метода на основе измерений поляризации флуоресценции ФС для исследования процессов распределения порфириновых ФС мТГФХ и Хл е6 между компонентами сыворотки крови. Полученные результаты свидетельствуют о том, что зависимость степени поляризации флуоресценции ФС от его концентрации в сыворотке крови можно использовать для определения типа белковых структур, с которыми связаны молекулы ФС. Использование данной методики позволит облегчить отбор новых препаратов и их лекарственных форм для проведения эффективной ФДТ.

The redistribution of photosensitizer (PS) molecules in the blood plays an important role in determining of PS pharmacokinetics and efficiency of photodynamic therapy (PDT). In this work, we evaluated the possibility of application of the method based on measurements of PS fluorescence polarization on the investigation of the distribution of porphyrin PS (mTHPC and chlorin e6) between the components of blood serum. The results suggest that the dependence of the degree of PS fluorescence polarization on porphyrin concentration in serum can be utilized to determine the type of protein structures with which PS molecules are bound. The application of this technique will facilitate the selection of new drugs and their pharmaceutical formulations for effective PDT.

*Ключевые слова:* фотодинамическая терапия, фотосенсибилизатор, белки сыворотки крови, анизотропия флуоресценции.

*Keywords:* photodynamic therapy, photosensitizer, blood serum proteins, fluorescence anisotropy.

Фармакологические свойства фотосенсибилизаторов (ФС) являются одним из ключевых факторов, определяющих результативность фотодинамической терапии (ФДТ). Таким образом изучение процессов распределения ФС в организме является важным аспектом исследования поведения ФС с точки зрения оптимизации протоколов ФДТ. Большинство используемых ФС вводятся внутривенно и при попадании ФС в кровь происходит его обратимое связывание с белками сыворотки. Согласно литературным данным, за транспортировку и распределение ФС по организму ответственны лишь несколько типов белков среди множества сывороточных протеинов [1]. Отмечается, что необходимым условием для эффективного транспорта лекарственных средств является достаточно высокая концентрация белка (> 1 г/л), и наличие у него способности связывать транспортируемый препарат. Основными транспортными белками сыворотки крови являются сывороточный альбумин человека (САЧ) (35–40 мг/мл), липопротеины высокой плотности (0,35–0,85 мг/мл) и липопротеины низкой плотности (0,66–1,40 мг/мл) [1]. При этом равновесное распределение ФС между транспортными белками сыворотки определяет фармакологическое поведение препарата в организме и, соответственно, эффективность ФДТ.

Данная работа посвящена оценке возможности использования флуоресцентных методов для анализа равновесного распределения между компонентами сыворотки крови известных порфириновых ФС второго поколения темпорфина (mTHPC) и хлорина е<sub>6</sub> (Ce6) (рис. 1). Флуоресцентные методы предлагаются в качестве альтернативы традиционным методам гель-хроматографии и ультрацентрифугирования, которые требуют затраты времени и специального оборудования. В данной работе описывается флуоресцентный метод, основанный на измерении анизотропии флуоресценции ФС, позволяющий проводить оценку распределения ФС между основными компонентами сыворотки крови.



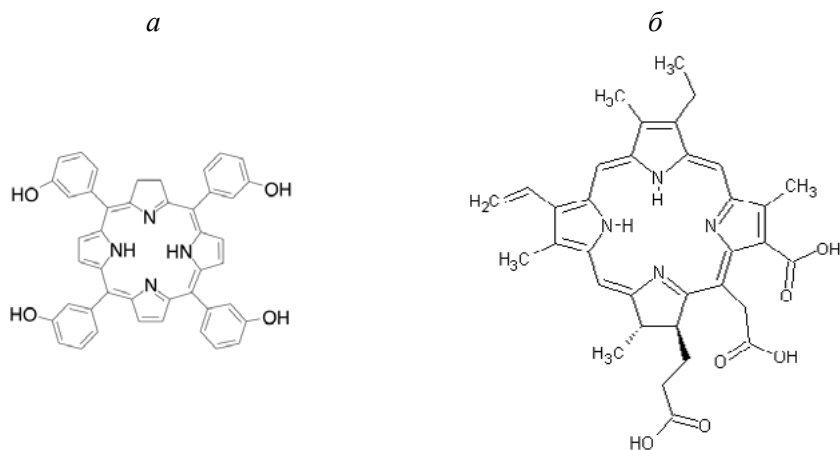


Рисунок 1 – Химическая структура mTHPC (а) и Ce6 (б)

В работе использовали: мета-тетра(3-гидроксифенил)хлорин (темпорфин, mTHPC) представленный компанией biolitec research GmbH (Германия), Ce6 производства Frontier Scientific (США), эмбриональную сыворотку телят производства Sigma Aldrich (США).

Характеристики флуоресценции измерялись с использованием спектрофлуориметра Solar CM-2203 (SOLAR, Беларусь), оборудованном термостатируемой ячейкой с магнитной мешалкой. Измерения проводились в водных растворах сыворотки крови человека (1 % и 5 %) при комнатной температуре. Оценка процессов перераспределения ФС в сыворотке крови проводилось с использованием метода, основанного на измерении степени поляризации флуоресценции ФС. Измерения анизотропии флуоресценции ( $r$ ) флуоресценции проводились аналогично работе [2].

Для анализа распределения ФС между белками сыворотки крови использовалась методика на основе измерения анизотропии флуоресценции ФС в сыворотке крови от концентрации ФС. На рис. 2 представлена зависимость анизотропии флуоресценции ФС в сыворотке крови от концентрации ФС.

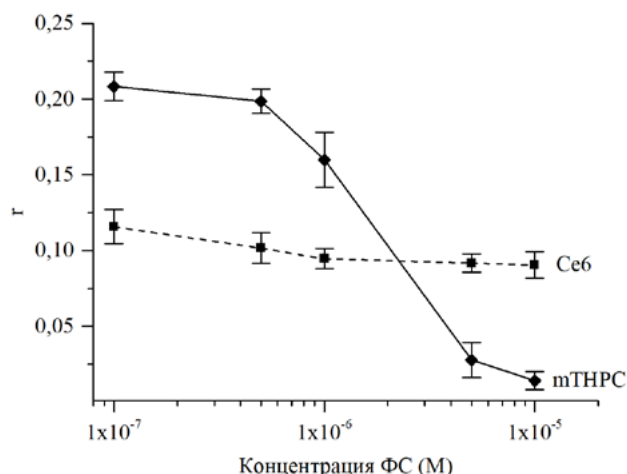


Рисунок 2 – Зависимость степени поляризации флуоресценции ФС от его концентрации в 5 % растворе сыворотки.

Время инкубации 3 часа при 25 °С. Анализ полученных данных показал, что при малых концентрациях ФС достигается максимальное значение степени поляризации флуоресценции ФС. Это указывает на жесткую фиксацию молекул ФС в белках сыворотки и на ограниченное вращательное движение ФС. В случае mTHPC максимальные значения  $r$  достигают 0,21, в то время как для Ce6,  $r = 0,12$ . Предполагается, что данное различие связано с типом структуры, с которой связаны молекулы ФС. Согласно литературным данным, практически все (95 %) молекулы mTHPC связываются с липопротеинами, обладающими относительно большим размером и низкой подвижностью [3]. Предполагается, что связывание mTHPC с липопротеинами приводит к снижению вращательной подвижности молекул ФС и, соответственно, высоким значениям анизотропии флуоресценции mTHPC. В то же время молекулы Ce6 преимущественно взаимодействуют с сывороточным альбумином, относительно небольшим белком, обладающим большей вращательной подвижностью по сравнению с липопротеинами. О чем в свою очередь свидетельствуют относительно невысокие значения  $r$ .

Помимо различий в максимальных уровнях анизотропии флуоресценции ФС, также наблюдались отличия при изменении концентрации ФС в растворе. При увеличении концентрации mTHPC, значение  $r$  снижалось вплоть до минимальных значений при концентрациях ( $10^{-5}$  М). Полученные результаты являются следствием процесса концентрационной деполяризации флуоресценции ФС при связывании нескольких молекул ФС

с одним транспортным белком. Так, с увеличением концентрации, на одном липопротеине может локализоваться более 5 молекул ФС, что является достаточным условием для проявления безызлучательного переноса энергии возбуждения между ними и деполяризации флуоресценции ФС [4]. Что касается Себ, то он преимущественно связывается с сывороточным альбумином, у которого есть только 1 центр связывания. Также стоит учитывать, что сывороточного альбумина значительно больше, примерно в 100 раз, чем липопротеинов, в связи с чем при увеличении концентрации Себ не достигается столь высокая локальная концентрация ФС, необходимая для появления эффектов концентрационной деполяризации.

Таким образом, анализ зависимостей степени поляризации ФС от его концентрации в растворах сыворотки крови позволяет определить тип белковых структур, с которыми связан ФС. Более того, наличие зависимости между степенью поляризации флуоресценции и уровнем нагрузки белков сыворотки ФС позволяет использовать данную флуоресцентную характеристику для регистрации кинетики перераспределения молекул ФС из состава липопротеинов на аналогичные структуры в достаточным временным разрешением (до нескольких секунд).

В данной работе была проведена оценка возможности использования флуоресцентного метода на основе анизотропии флуоресценции ФС для исследования процессов распределения порфириновых ФС тТНРС и Себ между компонентами сыворотки крови. Полученные результаты свидетельствуют о том, что зависимость значения анизотропии флуоресценции ФС от его концентрации в сыворотке крови можно использовать для определения типа белковых структур, с которыми связаны молекулы ФС. Предполагается, что разработанная методика позволяет проводить анализ кинетических процессов распределения ФС между белками сыворотки и тем самым дополняет арсенал экспериментальных методик, используемых для изучения фармакокинетических свойств ФС. Таким образом, использование данной методики позволит облегчить отбор новых препаратов и их лекарственных форм для проведения эффективной ФДТ.

*Работа выполнена под руководством доцента, к.б.н. Зорина В.П. Авторы благодарны Белорусскому республиканскому фонду фундаментальных исследований и Министерству образования Республики Беларусь (грант № М18МВ-002) за частичную финансовую поддержку работы.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Uzdensky, A. B.* Cell-molecular mechanisms of photodynamic therapy / A. B. Uzdensky. – SPb.: Science, 2010. – 323 p.
2. *Yakavets, I. V.* Optical Methods for the Analysis of the Temoprolin Photosensitizer Distribution Between Serum Proteins and Methyl- $\beta$ -Cyclodextrin Nanocarriers in Blood Serum / I. V. Yakavets, I. V. Yankovsky, I. I. Khludayev, H.-P. Lassalle, L. N. Bezdetnaya, V. P. Zorin // *J Appl Spectrosc.* – 2018. – Vol. 84. – P. 1030–1036.
3. *Sasnouski, S.* Investigation of Foscan interactions with plasma proteins / S. Sasnouski, V. Zorin, I. Khludayev, M.-A. D’Hallewin, F. Guillemin, L. Bezdetnaya // *Biochim. Biophys. Acta.* 2005. – Vol. 1725. – № 3. – P. 394–402.
4. *Chen, R. F.* Mechanism of fluorescence concentration quenching of carboxyfluorescein in liposomes: energy transfer to nonfluorescent dimers / R. F. Chen, J. R. Knutson // *Anal. Biochem.* – 1988. – Vol. 172. – P. 61–77.

**ЭКОЛОГО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ  
ФИЗИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ  
И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА**

# НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О РАЗВИТИИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА И ЕГО ИННЕРВАЦИИ

## SOME DATA OF THE HIP JOINT DEVELOPMENT AND ITS INNERVATION

**Г. М. Броновицкая**  
**G. Bronovitskaya**

*Белорусский государственный университет физической культуры,  
г. Минск, Республика Беларусь  
ka@sportedu.by  
Belarusian State University of Physical Culture, Minsk, Republic of Belarus*

Недостаточная освещенность вопросов развития анатомических образований тазобедренного сустава и динамики формирования его элементов в эмбриогенезе создала предпосылки для проведения настоящего исследования, которое является актуальным ввиду их использования в практической и теоретической медицине.

The lack of illumination of the development of anatomical structures of the hip joint and the dynamics of the formation of its elements in embryogenesis created the prerequisites for conducting this study, which is relevant because of their use in practical and theoretical medicine.

*Ключевые слова:* тазобедренный сустав, эмбриогенез, иннервация.

*Keywords:* hip joint, embryogenesis, innervation.

Структура и функция суставов человека подробно описаны в работах отечественных и зарубежных авторов, однако в них уделено мало внимания формированию суставов, особенно в период раннего онтогенеза. Вместе с тем, правильная оценка возможных вариантов как нормы, так и патологии сустава не может быть дана без подробного анализа процессов развития его элементов [1–3].

Данные эмбриогенеза позволяют полнее изучить истинную структуру исследуемого органа, а также установить его сосудистые и нервные связи. Закономерности эмбрионального развития могут оказаться важными в качестве прототипов для создания новых структур и связей в условиях патологии.

Объектом исследования мы выбрали тазобедренный сустав по следующим соображениям:

- сустав этот является основным звеном в системе нижней конечности при опоре и передвижении тела. Несмотря на многочисленные исследования, ряд вопросов, касающихся его строения, взаимоотношения с окружающими мышцами и иннервации все еще остается либо спорным, либо почти неизученным;
- в тазобедренном суставе, обладающем наибольшей прочностью, составные элементы его особенно тесно связаны с мышцами. Это дает возможность более детально показать роль активной части аппарата движения как источника сосудистых и нервных связей капсулы сустава, а также проследить становление этих связей и усложнение их в процессе развития;
- тазобедренный сустав подвержен частым патологическим процессам, среди которых значительный процент приходится на аномалии развития. В свете этих данных закономерности формирования элементов сустава, его сосудистых и нервных связей в раннем онтогенезе могут представить определенный практический интерес.

Источникам иннервации капсулы тазобедренного сустава, ее экстра- и интраорганному нервному аппарату у плода, новорожденных и взрослых посвящено большое количество исследований. Остается спорным участие в иннервации сумки сустава ряда ветвей поясничного и крестцового сплетений, а также разделение общепризнанных источников ее иннервации на основные и дополнительные. Сведения о развитии иннервационных связей капсулы в раннем онтогенезе среди данных литературы были единичны, так же, как и данные о сегментарной афферентной иннервации.

Учитывая имевшиеся представления о системогенезе, а также то, что изучение механизма формирования суставов как целого, является одной из актуальных задач современной артросиндесмологии, мы при исследовании развития тазобедренного сустава обращали внимание на окружающие его мышцы, нервы и кровеносные сосуды [4–5]. Такой подход к проблеме развития суставов позволяет не только выявить особенности взаимоотношения указанных образований, но и использовать их в интересах теоретической и клинической медицины.

Ознакомление с данными литературы по этой проблеме определило следующие задачи для нашего исследования:

- изучить развитие тазобедренного сустава в раннем онтогенезе и показать динамику формирования его элементов;
- установить в эмбриогенезе источники нервов капсулы тазобедренного сустава, время появления, последовательность подрастания и распространение этих нервов в пределах капсулы;

- показать отношение к формирующемуся суставу окружающих мышц и определить роль мышечных ветвей в иннервации капсулы сустава.

Для решения поставленных задач нами были проведены эмбриологическое и экспериментально-морфологическое исследования. Отдавая предпочтение эмбриологическому методу, мы исходили из того, что он сочетает в себе возможности анатомического и гистологического методов исследования. Для решения в эксперименте вопроса о сегментарной принадлежности спинальной афферентной иннервации метод удаления спинномозговых узлов общепризнан.

В данной статье приведены данные изучения 61 серии сагиттальных, фронтальных и поперечных срезов (122 тазобедренных сустава) эмбрионов человека от 6 до 67 мм теменно-копчиковой длины (ТДК) из коллекции кафедры анатомии Белорусского государственного медицинского университета.

Кроме того, изготовлено 5 серий сагиттальных срезов тазобедренных суставов плодов человека от 69 до 91 мм ТКД включительно. Серии изготавливались общепринятыми методами с последующей окраской.

Для выяснения взаимоотношений формирующегося сустава и окружающих мышц, а также источников иннервации сумки сустава применен метод графической реконструкции на стекле.

В результате проведенного исследования установлено, что развитие элементов тазобедренного сустава человека происходит в определенной последовательности: раньше всего закладываются скелетные элементы сустава, затем капсула, внутрисуставные связки и суставная щель. Данными эмбриологического исследования расширены существующие представления о формировании вертлужной впадины, ее ямки и сосудистых отверстий, а также выявлены особенности отношения к суставу сухожилия подвздошно-поясничной мышцы. Показано участие сухожилия этой мышцы в формировании круговой зоны тазобедренного сустава. Этот факт обратил на себя внимание ортопедов-травматологов, которые отметили, что при оперативных вмешательствах доступ к тазобедренному суставу в ряде случаев становится возможным лишь при пересечении части сухожилия подвздошно-поясничной мышцы, соответствующей круговой зоне.

Показана ведущая роль нервной системы в развитии тазобедренного сустава: с первых моментов закладки элементов сустава они тесным образом связаны с уже ранее возникшими основными источниками его иннервации.

Формирование мышц, окружающих сустав, сопровождается вращением в них мощных нервных ветвей. Эти же нервы участвуют в иннервации развивающейся сумки сустава.

Развитие сумки тазобедренного сустава, дифференциация ее на слои протекает во взаимосвязи с проникающими в нее нервными волокнами; последние происходят из нервов поясничного и крестцового сплетений. Усложнение иннервационного аппарата сумки выражается в увеличении количества и калибра нервов, проникающих в ее толщу, в многократном ветвлении их с образованием простых и более сложных рецепторов и перекрытии зон иннервации сумки сустава. на базе эмбриологических данных утвердилось представление об основных источниках иннервации сумки тазобедренного сустава человека; продемонстрирована последовательность проникновения их в сумку.

Отмечено, что в иннервации тазобедренного сустава, хотя и участвуют самостоятельные ветви, все же преобладают нервные ветви, происходящие из окружающих мышц. Этот факт особенно интересен при сопоставлении развития иннервации сумки плечевого сустава, где превалируют самостоятельные ветви.

Установлена ведущая роль в афферентной иннервации сумки сустава последних поясничных спинномозговых узлов, что может иметь значение при анализе патологических процессов области тазобедренного сустава, а также при его обезболивании.

Таким образом, результаты проведенного исследования позволили прийти к следующим выводам:

- элементы тазобедренного сустава развиваются в определенной последовательности;
- головка бедра определяется у предплодов человека 16 мм ТКД;
- при формировании вертлужной впадины тело подвздошной кости сливается раньше с телом седалищной, а затем с телом лонной кости. Места слияния отличаются более густым расположением ядер предхрящевых клеток и интенсивностью окраски;

- одновременно с формированием вертлужной впадины формируется ее ямка. У человека угол ямки, соответствующий месту слияния тел подвздошной и лонной костей, вытягивается в сосудистое отверстие, которое у некоторых эмбрионов пронизывает стенку вертлужной впадины;

- капсула сустава, представленная сгущением клеток эмбриональной соединительной ткани, определяется у предплодов человека 18 мм ТКД; внутрисуставные связки у предплодов человека – 20-22 мм; По мере обогащения иннервации капсула сустава дифференцируется на слои.

Эмбриологическим исследованием установлено участие сухожилия подвздошно-поясничной мышцы в формировании круговой зоны тазобедренного сустава, что учитывается в ортопедической практике при оперативных доступах к тазобедренному суставу.

Закладка поясничного и крестцового сплетений, а также бедренного и седалищного нервов у человека выявляется раньше закладки тазобедренного сустава.

Неврогизация капсулы тазобедренного сустава в раннем онтогенезе человека осуществляется ветвями запирательного, верхнего ягодичного, седалищного и бедренного нервов, которые следует считать основным источником ее иннервации.

Иннервация формирующейся капсулы осуществляется преимущественно мышечными ветвями.

Данными эмбриологического исследования устанавливается, что формирование тазобедренного сустава и его элементов происходит под слиянием и в неразрывной связи с формированием и усложнением его иннервационных механизмов.

Спинальная афферентная иннервация сумки тазобедренного сустава человека осуществляется, главным образом, последними поясничными спинномозговыми узлами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Голуб, Д. М. Развитие путей окольной афферентной иннервации внутренних органов / Д. М. Голуб // Матер. Всесоюз. симпозиума по проблемам кортико-висцер. взаимоотношений. – Минск, 1962. – С. 42–52.

2. Темирханов, Н. М. Кровоснабжение тазобедренного сустава человека в пренатальном и раннем постнатальном онтогенезе: дис. ... канд. мед. наук: 14.00.02 / Н. М. Темирханов. – Астрахань, 2003. – 173 с.

3. Хисаметдинова, Г. Р. Современные данные об анатомии и кровоснабжении тазобедренного сустава, клинике и диагностике его воспалительно-некротического поражения / Г. Р. Хисаметдинова // Фундаментальные исследования. – № 7. – 2006. – С. 48–53.

4. Вагапова, В. Ш. «Слабые места» суставов человека в онтогенезе / В. Ш. Вагапова // Российские морфологические ведомости. – № 1. – 1999. – С. 41.

5. Броницкая, Г. М. Развитие тазобедренного сустава и его иннервация у человека и кошки: дис. ... канд. мед. наук: 14.00.02 / Г. М. Броницкая. – Минск, 1978. – 226 с.

## СПОРТИВНЫЕ ЕДИНОБОРСТВА В ФИЗИЧЕСКОМ ВОСПИТАНИИ СТУДЕНТОВ COMBAT SPORTS IN PHYSICAL TRAINING OF STUDENTS

***А. И. Гапонов, А. В. Латышев, Н. Н. Прусов***  
***A. Gaponov, A. Latyshev, N. Prusov***

*Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь*  
*BSUsport@yandex.by*  
*Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus*

Показаны специфические особенности организации учебно-тренировочного процесса по спортивной борьбе в условиях учреждения высшего образования. Анализируются условия, средства, планирование спортивной подготовки студентов с учетом современных подходов и практического опыта к решению педагогических задач физического воспитания в образовательном социуме.

The specific features of the organization of the training process in wrestling in a higher education institution are described. The conditions, means, planning of sports training of students are analyzed according to the modern approaches and practical experience in solving pedagogical problems of physical education in educational society.

*Ключевые слова:* физическое воспитание, спортивная борьба, классификация физических упражнений, контроль, спортивная подготовка.

*Keywords:* physical education, wrestling, classification of physical exercises, control, sports training.

Современные подходы к совершенствованию учебного процесса по дисциплине «Физическая культура» предполагают, в первую очередь, многоплановость средств, методов, видов подготовки в системе физического воспитания студенческой молодежи. При этом, весьма важным аспектом в организации учебного процесса является мотивирующий компонент, обусловленный интересом и предпочтениями занимающихся. Однако осознанная потребность в регулярных занятиях избранным видом спорта или видом физических упражнений не может быть сформирована без предварительного ознакомления с конкретными видами физкультурно-спортивной деятельности, без изучения школы движений в конкретных физических упражнениях, без знаний правил безопасности при их выполнении, без самоконтроля за своим физическим и функциональным состоянием во время занятий и соревнований и т. д.

В последнее время особую значимость в физическом воспитании студентов приобретают занятия различными видами спортивной борьбы – греко-римской, вольной, женской, дзюдо, самбо. Специфическая особенность этих видов характеризуется действиями занимающихся, зависящими от действий соперника (партнера). Это обобщающее все виды единоборств правило предполагает широкий диапазон информационных и теоретико-методических знаний, специфических особенностей и предпосылок, которые являются обязательными для планирования учебно-тренировочного процесса по спортивной борьбе:

– подробная и объективная информация об избранном виде спорта;

– физическая подготовленность студента с учетом уровня развития основных и ведущих качеств борца;

- предварительная спортивная подготовка по любому виду спорта, включая освоение элементов спортивной борьбы;
- спортивная квалификация по борьбе или (и) другому виду спорта;
- физическое развитие с учетом требований к опорно-двигательному аппарату при занятиях борьбой;
- состояние основных физиологических систем;
- предпочтение, интерес, желание заниматься борьбой;
- отношение к спортивной деятельности и участию в соревнованиях по борьбе;
- взаимосвязь занятий по борьбе с профессиональной подготовкой специалиста.

Детализируя специфическое содержание учебно-тренировочного процесса, следует различать две его стороны: во-первых, обучение двигательным действиям с элементами единоборства посредством конкретного вида борьбы для воспитания основных и ведущих физических качеств, а во-вторых – на основе базовой спортивной подготовки по борьбе содействовать соревновательной деятельности студента. В данном случае следует говорить о собственно соревновательной деятельности, которой присущи условия соперничества. Спорт всегда регламентирует как процесс подготовки к соревнованиям, так и специфические отношения в учебно-тренировочном процессе.

Наше исследование посвящено выявлению особенностей планирования годового цикла тренировочных занятий по греко-римской, вольной, женской борьбе, дзюдо и самбо в период обучения студента с учетом программных требований и реальных условий.

Выявлено, что при комплектовании учебных групп приоритетом у студентов являются:

- 1) для юношей – силовые характеристики, проявление скоростно-силовых способностей;
- 2) для девушек – координационные, связанные с техническим исполнением наиболее доступных для освоения действий, комбинаций и простейших форм борьбы.

При установлении соотношения средств тренировочного занятия приоритетом являлась их взаимосвязь, то есть занятие, включая разминку, рассматривалось нами как комплекс взаимодополняющих средств, способов, комбинаций. Включение в процесс тренировки определенного для данной учебной группы средства, в любом случае, методически обосновано.

В видах борьбы основополагающим компонентом при разработке средств и методов следует учитывать, как минимум, два принципиальных аспекта: первый, связанный с комплексным проявлением физических качеств в меняющихся режимах двигательной деятельности, а второй – с последовательностью выполнения упражнений. Это аргументировано с точки зрения классификации физических упражнений.

Мы не можем изменить или нарушить педагогическую структуру использования общеподготовительных, специальных и соревновательных упражнений в том порядке, который подчинен задачам тренировки. В противном случае спортивный педагог не сможет запрограммировать учебно-тренировочный процесс. Процент соотношения средств определяется с учетом уровня общей и специальной физической подготовки занимающихся и овладения ими технико-тактическими действиями. Примерное соотношение для групп спортивной специализации следующее: общеподготовительные упражнения – 50 %, специально-подготовительные – 40 %, соревновательные – 10 %.

Рациональная организация учебного процесса предполагает только обоснованные средства и методы. В этой связи весьма важно классифицировать все виды упражнений, начиная от общеразвивающих. Подтверждением этому является классификация подводящих упражнений, предложенная А. А. Новиковым [4, с. 27], который составил ее следующим образом:

- упражнения, элементы которых сходны по координации с изучаемым приемом;
- упражнения на усиление мышечных групп, принимающих активное участие при выполнении приема;
- упражнения на растягивание мышц-антагонистов.

В начальном периоде спортивной специализации важна согласованная последовательность «включения» мышечных групп по ходу обучения или совершенствования технического действия. Следовательно, необходима упорядоченность упражнений с учетом ритма двигательных действий. Замедление или, наоборот, ускорение исполнения технического элемента может повлиять на структуру движения или даже видоизменить её. Все это необходимо учитывать при разучивании технического приема или комбинации.

При планировании и организации занятий по борьбе для девушек необходимо учитывать анатомо-физиологические особенности. В данном случае это имеет прямое отношение как непосредственно к учебно-тренировочным, так и к самостоятельным занятиям. Подбор средств, их объем, интенсивность, специфические особенности исполнения органически связаны с индивидуальными психофизическими и морфологическими особенностями женского организма. Несколько обязательных правил для женской учебной группы по борьбе:

1. Разминка более продолжительная по времени, чем у мужчин и юношей, и более тщательная.
2. В разминке должны быть исключены резкие силовые усилия, напряжения, отягощения.
3. Физическую нагрузку увеличивать более плавно (комфортно), чем у мужчин.
4. Исключить в подготовительной части занятий физические упражнения, которые негативно влияют на брюшную полость и органы малого таза.
5. Учитывать, что функциональные резервы организма женщин и девушек значительно ниже, чем у мужчин и юношей.

6. Оптимальные пределы физической нагрузки, особенно при круговой, интервальной тренировке, доводить до занимающихся при строгом контроле за физическим и функциональным состоянием организма.

7. К учебно-тренировочным схваткам могут быть допущены только абсолютно здоровые и хорошо подготовленные девушки.

Важным условием успешного освоения, закрепления и анализа умений и навыков борьбы является обеспечение объективного контроля, то есть своевременной информации о ходе и результатах педагогического процесса. Оперативная, текущая, итоговая информация о динамике спортивной тренировки сочетается с планированием самостоятельных занятий и самоконтролем. Результаты контроля целесообразно представлять в количественных показателях с целью их дальнейшей математической обработки. Здесь важно учитывать как общепринятые показатели: ЧСС, массу тела, результаты функциональных нагрузочных проб, так и специальные: выполнение адекватных виду борьбы «борцовских» тестов, спортивные результаты, физическую подготовленность и т. д.

Учет результатов, как показывает практический опыт, изначально составляет базовый компонент (исходные данные), которые фактически определяют предварительное содержание планирования учебного процесса. Оно может рассматриваться как поэтапно, так и для всего периода обучения студента. Текущий и итоговый контроль при этом, а также экспресс-оценка физического и функционального состояния занимающихся в процессе тренировки способствует упорядочиванию средств, оценке их результативности, корректировке задач, стоящих перед борцами и спортивным педагогом. Содержание примерного планирования представлено на рисунке.

**I этап.** Экспериментальное подтверждение данных о физической подготовленности и функциональном состоянии организма студентов. Изучение предпочтений студентов для занятий единоборствами.  
Ознакомление занимающихся со страховкой и самостраховкой при возможных падениях.  
Отработка приемов самостраховки.

**II этап.** Подбор средств тренировки, определение объема и интенсивности физической нагрузки и её дозирование в тренировочном процессе. Исследование динамики основных и ведущих физических качеств борца; дифференцированное распределение приемов, технических действий и комбинаций с учётом общей и специальной подготовки, спортивной квалификации, пола и функционального состояния. Акцентирование внимания на выполнении захватов. Элементы борьбы в захвате без сопротивления партнера. Усложнение захватов.

**III этап.** Последовательное увеличение диапазона технико-тактических действий. Разработка индивидуальных заданий совместно с занимающимся для повышения функционального уровня систем организма на основе специальных физических упражнений и других видов спорта. Включение в тренировочный процесс простейших элементов и форм спортивной борьбы с использованием соревновательного метода. Регулирование физической нагрузки в процессе состязания, подготовка к соревнованию.

**IV этап.** Определение уровня освоения занимающимся двигательных умений и навыков в борьбе и его предварительной готовности к соревновательной деятельности в строго регламентированных условиях тренировки (борьба по заданию); изучить возможность участия в соревновательных условиях. Отработка технического действия на сопротивляющемся партнере.

*Рисунок – Поэтапный процесс примерного планирования занятий спортивной борьбой в учебном году*

Таким образом, в процессе занятий различными видами спортивной борьбы приобретается и расширяется общий объем двигательных умений и навыков. В дальнейшем, по мере продуктивного освоения навыков единоборства в рамках спортивной специализации, данный процесс носит эвристический (поисковый) характер, что позволяет конструировать индивидуальные новые виды техники борьбы.

В заключение необходимо отметить, что Белорусский государственный университет богат своими выдающимися спортивными достижениями и традициями в спортивной борьбе. Первым олимпийским чемпионом в БГУ стал студент юридического факультета К. Маджидов (Сеул, 1988 г., греко-римская борьба).

Участниками, призерами и победителями различных международных соревнований, в том числе чемпионатов Европы, мира и олимпийских игр становились студенты С. Демяшкевич, С. Лиштван, С. Жердецкий, М. Семенов, А. Кикинев, Д. Гамзатов, И. Климович (греко-римская борьба); А. Савеня, Е. Янушкевич (женская борьба); Р. Шарапов, С. Ждан, О. Шапчиц, А. Ваховяк, С. Шундигов (дзюдо, самбо); Б. Гринкевич (вольная борьба) и другие.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Кафедра физического воспитания и спорта. История и современность. К 70-летию / редкол.: В. А. Коледа (пред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2018. – 151 с.
2. Коледа, В. А. Теория спорта : учебное пособие / В. А. Коледа, В. В. Клинов. – Мозырь : МГПУ им. И. П. Шамякина, 2017. – 197 с.
3. Матвеев, Л. П. Общая теория спорта и ее прикладные аспекты / Л. П. Матвеев. – 4-е изд., испр. и. доп. – СПб.: Лань, 2005. – 384 с.
4. Новиков, А. А. Основы спортивного мастерства / А. А. Новиков. – М., ВНИИФК, 2003. – 208 с.
5. Физическая культура студента : учебник / под ред. В. И. Ильинича. – М.: Гардарики, 2007. – 448 с.

## ПРИНЦИП СИСТЕМНОСТИ В СФЕРЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОЗНАНИЯ

### THE PRINCIPLE OF CONSISTENCY IN THE FIELD OF ENVIRONMENTAL KNOWLEDGE

Л. Д. Глазырина<sup>1</sup>, Т. А. Лопатик<sup>2</sup>, А. А. Глазырин<sup>3</sup>

L. Glazyrina<sup>1</sup>, T. Lopatic<sup>2</sup>, A. Glazyrin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Академия последиplomного образования, г. Минск, Республика Беларусь

<sup>3</sup>Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь  
tlopatic@academy.edu.by

<sup>1</sup>Belarusian State Pedagogical University named M. Tank, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Academy of Postgraduate Education, Minsk, Republic of Belarus

<sup>3</sup>Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Особое внимание уделено внимание анализу высказываний ведущих ученых и философов по проблеме современного экологического кризиса. Выделены наиболее важные положения, которые следует учитывать при использовании принципа системности в сфере экологического познания при подготовке специалистов различных областей науки, образования, техники.

In this article special attention is paid to the analysis of statements of the leading scientists and philosophers on a problem of modern environmental crisis. The most important provisions that should be taken into account when using the principle of consistency in the field of environmental knowledge in the training of specialists in various fields of science, education, technology.

*Ключевые слова:* принцип системности, экологическое познание, экологический кризис.

*Keywords:* the principle of consistency, environmental knowledge, environmental crisis.

Исторический опыт человечества показал, что жизненным выходом для человека в реальных условиях современной экологической среды является такой выход, в котором есть определенная универсальность, т. е. глобальность, общезначимость, выражение не только скрытой ответственности человека по отношению к себе самому и за себя в решении своих интересов и потребностей (личных, культурных и др.), но и ответственности по отношению к миру окружающей природы и ее составляющих (растений, животных, природных богатств и др.).

Под этим углом цивилизационное развитие в XXI в. дало нам становление новой системной познавательной модели. Взгляд на мир с позиций системности привел к определенной трансформации и изменению ориентаций во всех областях науки. В этой связи требованием времени стала задача разработки принципов и методов познания сложных объектов как систем.

В целостной системе методологии и мировоззрения человека на окружающий его мир одна из ведущих ролей принадлежит **принципу системности**, который должен быть применен к оценке тенденций и направлений в различных областях исследований науки и техники, касающихся учета многообразной дифференцированности знания, достигнутого в современной науке о жизнедеятельности человека в окружающей среде.

«Через историю всей человеческой цивилизации проходят две взаимоисключающие стратегии отношений человека и природы: установка на покорение природы и установка на смирение перед ней. Катастрофическое нарастание экологического неблагополучия на Земле в наши дни способствовало осознанию ограниченностей и тупиковости обеих этих стратегий. Все яснее ныне понимание того, что нельзя делать ставку только на антропогенные или только на витальные, природные факторы. Лишь учет их органического взаимодействия, взаимосвязи, взаимозависимости, лишь четкое понимание закономерностей их сопряженности, коэволюции может

стать залогом успешной разработки новой стратегии отношений человека, общества и природы. Впервые обратил внимание на эти закономерности В. И. Вернадский, сформулировавший свою концепцию перехода биосферы в ноосферу. Однако он не использовал еще термина «коэволюция», хотя, по сути, развивал коэволюционные идеи в понимании взаимодействия человека и природы» [4, с. 285].

В наше время осознается «исчерпанность традиционных, ценностных и деятельностных регулятивов культуры, их несостоятельность... На смену им идут новые нормы и идеалы, рождающиеся буквально на наших глазах в трагических коллизиях современного мира» [4, с. 293]. Н. И. Конрад писал об этом: «В настоящее время человек подошел к овладению самыми сокровенными, самыми великими силами природы, и это поставило его перед острым вопросом – вопросом о самом себе. Кто он, человек, овладевающий силами природы? Каковы его права и его обязанности по отношению и к природе, и к самому себе? И есть ли предел этих прав? А если есть, то каков он? ... Если видеть в гуманизме то великое начало человеческой деятельности, которое вело человека до сих пор по пути прогресса, то остается только сказать: наша задача в этой области сейчас – во включении природы не просто в сферу человеческой жизни, но в сферу гуманизма, иначе говоря, в самой решительной гуманизации всей науки о природе. Без этого наша власть над силами природы станет нашим проклятием: оно выхолостит из человека его человеческое начало» [1, с. 484].

Представители философии, социально-гуманитарных дисциплин, естествоиспытатели отмечают, что современное человечество переживает самый глубокий за всю свою историю экологический кризис. Каждый из ведущих ученых по этой проблеме представляет палитру своих оценок, точек зрения и суждений о том, к чему необходимо стремиться в дальнейшем человечестве, чтобы сохранить природу и себя в ней.

Приводим высказывания отдельных ученых. *Российский ученый В. А. Лекторский* пишет о том, что «сегодня вопрос стоит так, что либо человечество погибнет, либо найдет путь выхода... Речь идет о новом понимании взаимоотношений человека и природы, возможностей развития техники, взаимоотношений различных цивилизаций, которые могут вступить друг с другом в борьбу на уничтожение». Доктор физико-математических наук, *профессор С. П. Капица* отмечает, что человечество находится «в смятении» по поводу того, что человек в течение миллионов лет развивался экстенсивно: ему требовалось «больше людей, больше вещей, больше детей, больше денег, больше оружия, больше пушек, больше всего, что только можно придумать». И дальше человек продолжает с этим всем жить. Создав все это, человек порой не может справиться «со своими игрушками», продолжая уничтожать природу. С. П. Капица говорит о том, что он думает, что именно русская интеллектуальная традиция может многое сделать для разрешения мирового кризиса (мы имеем ввиду современного экологического). *Л. А. Микешина*, доктор философских наук, говорит о принятии не только «новой нравственности, нравственного императива – «то, что было допустимо в прошлом, уже недопустимо сегодня». Она утверждает, что должна быть «сформулирована наукой новая система запретов и регламентации, гарантирующих существование и развитие общества и природы». Императив нравственный, по ее мнению, должен тесно увязываться с императивом экологическим. *А. П. Огурцов*, доктор философских наук, отмечает, что человечество вступило в длительный период экологического кризиса. «Антропогенная нагрузка на биосферу превышает возможности восстановления ресурсов самой биосферы, возможности саморегуляции. Происходит деградация биосферы». Он считает, что главной задачей должна стать задача новой экологической этики. *Е. Д. Яхнин*, доктор химических наук, говорит о том, что благодушное отношение к «грозной» экологической ситуации не смущает благодушное отношение к ней, которое встречается среди многих высокообразованных людей. «Они ссылаются на то, что человечество много раз попадало в критические ситуации, и каждый раз находило выход». Сейчас, как утверждает ученый, ситуация принципиально иная и приводит достаточное количество фактов, которые говорят об этом. Например: «За последние 70–80 лет загрязненность воздуха возросла в 100 000 раз. За это же время человечество потеряло около 500 млрд. т почвы, что примерно соответствует потере обрабатываемых земель Индии... Уничтожаются леса, продолжается опустынивание земель... каждый час на земле исчезает два вида живого». *М. И. Гельвановский*, доктор экономических наук, говорит о том, что «переустройство», которое происходит в мире, является последствием безнравственной человеческой деятельности. «... Человечество, овладев естественными законами бытия, получив возможность в гигантских масштабах использовать природные ресурсы, настолько отстало в морально-нравственном отношении, что стало просто неадекватно этим приобретенным возможностям». *Ю. Д. Железнов*, доктор технических наук, предупреждает человечество о том, что «несмотря на активное воздействие человека на природу, его производственная деятельность, до самого последнего времени способность природы гомеостатическому восстановлению спасала положение. Но эта способность исчерпывается. Поэтому к середине XXI века следует ожидать не столько смертельно опасного кризиса в отношениях общества и природы, сколько серьезнейших проявлений обратного воздействия на неразумно развивающееся общество» [2, с. 588–592].

Принцип системности в сфере экологического познания требует формирования познавательных возможностей у субъектов различных областей науки, техники, образования и др. Познание процессов экологического характера им необходимо с целью умения адаптироваться к постоянно изменяющимся условиям и добиваться высших достижений при любых экологически негативных ситуациях. Данный принцип имеет много точек соприкосновения с принципом личностного подхода. В связи с этим, принцип системности в сфере экологического познания также требует анализа каждого элемента психики индивида в тесной связи с ее функционированием в целом, «а целостный анализ развития и функционирования психики как системы не сводить к анализу суммы изменений ее элементов» [3, с. 622].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Конрад, Н. И. Запад и Восток : статьи / Н. И. Конрад. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Наука, 1972. – 496 с.
2. Кузнецов, А. В. Практикум по философии : Социальная философия / А. В. Кузнецов, В. В. Кузнецов. – Минск: Асар, 2007. – 832 с.
3. Психолого-педагогический словарь : ок. 2000 ст. / сост. Е. С. Рапацевич. – Минск : Современное слово, 2006. – 928 с. – С. 622.
4. Современные философские проблемы естественных, технических и социально-гуманитарных наук : учебник для асп. и соиск. уч. ст. канд. наук / под общ. ред. д-ра филос. наук, проф. В. В. Миронова. М. : Гардарики, 2006. – 639 с.

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДВИГАТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА В ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ У СПОРТСМЕНОВ СРЕДСТВАМИ ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ

## RESTORATION OF IMPELLENT FUNCTION OF THE KNEE JOINT IN THE POSTOPERATIVE PERIOD AT SPORTSMEN BY THE MEANS OF PHYSICAL REHABILITATION

**А. А. Михеев, Аль-Бшени Фатхи Али Мохаммед**

**A. Mikheev, Al Bsheni Fatkhi Ali Mohammad**

*Белорусский государственный университет физической культуры,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*a\_mixeev@mail.ru*

*Belarusian State University of Physical Culture, Minsk, Republic of Belarus*

Разработана и внедрена в практику комплексная программа реабилитации, основанная на ранних сроках начала выполнения пассивных двигательных действий травмированной конечностью (2-й день после операции), использовании физических (физические упражнения, массаж, физиотерапия) и психических (групповые занятия, идеомоторные упражнения, аутогенная тренировка) средств реабилитации.

The complex technique of the rehabilitation based on early stages of the onset of performance of passive motor actions by the injured limb (2nd day after operation), use physical (physical exercises, massage, physiotherapy) and mental (group employment, ideomotor exercises).

*Ключевые слова:* физическая реабилитация, травма коленного сустава, мотивация, индивидуализация, эмоциональное состояние, двигательная функция.

*Keywords:* physical rehabilitation, trauma of a knee joint, motivation, individualization, emotional condition, impellent function.

С целью ускорения процесса реабилитации спортсменов игровых видов спорта была разработана и внедрена в практику комплексная программа реабилитации, основанная на ранних сроках начала выполнения пассивных двигательных действий травмированной конечностью (2-й день после операции), использовании физических (физические упражнения, массаж, физиотерапия) и психических (групповые занятия, идеомоторные упражнения, аутогенная тренировка) средств реабилитации [1–4].

Результаты исследования представлены в табл. 1–5.

Среднегрупповые показатели мышечной силы травмированного сустава представлены в табл. 1. В результате применения реабилитационных программ достоверные изменения произошли в обеих группах. Однако динамика показателей различна. В ЭГ прирост составил 37,2 % (с 28,92±1,83 до 39,67±5,09 кг). В контрольной группе отмечено снижение силовых характеристик на 17,8 % (с 29,83±1,53 до 25,33±4,96 кг).

*Таблица 1 – Среднегрупповые показатели силы мышц бедра у испытуемых ЭГ и КГ до и после проведения эксперимента ( $\bar{X} \pm \sigma$ )*

| Группы | Показатели динамометрии, кг |                    | Достоверность различий, P |
|--------|-----------------------------|--------------------|---------------------------|
|        | До эксперимента             | После эксперимента |                           |
| ЭГ     | 28,92±1,83                  | 39,67±5,09         | ≤0,01                     |
| КГ     | 29,83±1,53                  | 25,33±4,96         | ≥0,01                     |

Большое значение для сокращения сроков восстановления утраченной функции коленного сустава имеет амплитуда движения в нем. Рост гибкости является гарантом безопасности мышц и связок коленного сустава. С целью исследования амплитуды движения травмированного сустава у спортсменов была использована гониометрия. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Среднегрупповые показатели амплитуды движений в коленном суставе у испытуемых ЭГ и КГ до и после проведения эксперимента ( $\bar{X} \pm \sigma$ )

| Группы | Показатели гониометрии, градусы |                    | Достоверность различий, P |
|--------|---------------------------------|--------------------|---------------------------|
|        | До эксперимента                 | После эксперимента |                           |
| ЭГ     | 54,75±3,11                      | 89,75±13,45        | ≤0,01                     |
| КГ     | 55,33±3,89                      | 53,92±18,99        | ≥0,05                     |

Достоверные изменения показателей гониометрии зарегистрированы в экспериментальной группе: прирост составил 63,9 % (с 54,75±3,11 до 89,75±13,45°). В контрольной группе произошло ухудшение показателей подвижности в травмированном суставе на 2,6 % (с 55,33±3,89 до 53,92±18,99°). Отражением протекания трофических процессов в околосуставных тканях является толщина кожно-жировой складки (КЖС), которая тем больше, чем выше скорость протекания этих процессов. Результаты исследования изменения кожно-жировой складки в околосуставных тканях травмированного сустава представлены в табл. 3.

Таблица 3 – Среднегрупповые показатели толщины кожно-жировой складки на бедре у испытуемых ЭГ и КГ до и после проведения эксперимента ( $\bar{X} \pm \sigma$ )

| Группы | Показатели КЖС, см |                    | Достоверность различий, P |
|--------|--------------------|--------------------|---------------------------|
|        | До эксперимента    | После эксперимента |                           |
| ЭГ     | 12,58±1,24         | 10,67±3,31         | ≥0,05                     |
| КГ     | 11,92±0,67         | 3,17±3,41          | ≤0,01                     |

Наилучшие изменения произошли в экспериментальной группе: после проведения эксперимента толщина кожно-жировой складки (КЖС) на травмированном бедре уменьшилась на 18 % с 12,58±1,24 до 10,67±3,31 см. Однако эти изменения недостоверны (P≥0,05). У спортсменов контрольной группы толщина КЖС достоверно уменьшилась почти в 3 раза (276,3 %), с 11,92±0,67 до 3,17±3,41 см (P≤0,01).

Увеличение объема бедра свидетельствует о наращивании мышечной массы и, следовательно, восстановлении силы мышц, обеспечивающих работоспособность травмированного сустава. Нами были проведены измерения объема бедра у испытуемых трех групп до и после применения различных реабилитационных программ. Данные представлены в табл. 4.

Таблица 4 – Среднегрупповые показатели обхватных размеров бедра у испытуемых ЭГ и КГ до и после проведения эксперимента ( $\bar{X} \pm \sigma$ )

| Группы | Показатели обхвата, см |                    | Достоверность различий, P |
|--------|------------------------|--------------------|---------------------------|
|        | До эксперимента        | После эксперимента |                           |
| ЭГ     | 56,83±3,76             | 57,33±1,67         | ≥0,05                     |
| КГ     | 55,00±3,38             | 54,58±1,68         | ≥0,05                     |

За время эксперимента показатели обхватных размеров бедра в обеих группах изменились незначительно и недостоверно. Так, в экспериментальной группе обхват бедра увеличился с 56,83±3,76 до 57,33±1,67 см, что составило 0,9 %. В контрольной группе отмечена отрицательная динамика: с 55,00±3,38 до 54,58±1,68 см (0,8 %).

Для оценки влияния психокорректирующего и образовательного компонентов разработанной комплексной программы определялась субъективная оценка состояния спортсменов при помощи теста САН. В табл. 5 представлены результаты субъективных показателей состояния спортсменов экспериментальной и контрольной групп до и после эксперимента.

Таблица 5 – Среднегрупповые показатели эмоционального состояния с испытуемых ЭГ и КГ до и после проведения эксперимента ( $\bar{X} \pm \sigma$ )

| Группы | Показатели эмоционального состояния, баллы |           |            |           |            |           |
|--------|--|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
|        | самочувствие                               |           | активность |           | настроение |           |
|        | до   | после     | до         | после     | до         | после     |
| ЭГ     | 3,5±1,51                                   | 5,1±0,79* | 4,0±0,95   | 5,6±0,51* | 3,4±0,90   | 6,3±0,62* |
| КГ     | 3,8±0,94                                   | 4,0±1,13  | 4,0±0,95   | 4,4±1,08  | 4,7±0,78   | 4,4±1,44  |

Примечание: \* – Достоверные различия на уровне P ≤ 0,01

Наиболее значимые и достоверные ( $P \leq 0,01$ ) изменения показателей эмоционального состояния произошли в ЭГ. Так, самочувствие улучшилось с  $3,5 \pm 1,51$  до  $5,1 \pm 0,79$  баллов, что составило 45,7 %. На 40,0 % повысились показатели активности, с  $4,0 \pm 0,95$  до  $5,6 \pm 0,51$  баллов. Почти в два раза (85,3 %) улучшилось настроение испытуемых этой группы после проведения реабилитационных мероприятий по сравнению с дооперационным состоянием. Показатели изменились с  $3,4 \pm 0,90$  до  $6,3 \pm 0,62$  баллов.

У испытуемых контрольной группы недостоверно улучшились показатели самочувствия и активности на 5,3 % (с  $3,8 \pm 0,94$  до  $4,0 \pm 1,13$  баллов) и 10,0 % (с  $4,0 \pm 0,95$  до  $4,4 \pm 1,08$  баллов) соответственно. До начала эксперимента спортсмены этой группы имели самые высокие показатели настроения –  $4,7 \pm 0,78$  баллов. После применения традиционной программы реабилитации они снизились на 6,8 % до  $4,4 \pm 1,44$  баллов. На наш взгляд, это связано с тем, что прогресс в восстановлении функции коленного сустава был менее заметен, чем у участников экспериментальных групп.

Сравнение динамики показателей испытуемых экспериментальной и контрольной групп указывает на преимущество использования разработанной комплексной программы восстановления двигательной функции коленного сустава средствами физической реабилитации по сравнению с существующими.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Платонов, В. Н.* Подготовка квалифицированных спортсменов / В. Н. Платонов. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 352 с.
2. *Полиевский, С. А.* Стимуляция двигательной активности: монография / С. А. Полиевский. – М.: Физическая культура, 2006. – 256 с.
3. *Досин, Ю. М.* Коленный сустав и масса тела: факторы риска патологии и вопросы реабилитации / Ю. М. Досин, В. Е. Ягур, Б. В. Лысый, В. А. Соколов, Ф. Аль-Бшени // Материалы междунар. науч.-практ. конф. по проблемам физической культуры и спорта государств – участников стран Содружества Независимых Государств, Минск, 23–24 мая 2012 г. : в 4 ч. / Белорус. гос. ун-т физ. культуры ; редкол.: Т. Д. Полякова (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2012. – Ч. 3. – С. 333–336.
4. *Соколов, В. А.* Реабилитация коленных суставов средствами лечебной физической культуры / В. А. Соколов, Ф. Аль-Бшени, Эльмуатез Эльжхани Абубакер // XIII Междунар. науч. сессия по итогам НИР за 2012 год «Научное обоснование физического воспитания, спортивной тренировки и подготовки кадров по физической культуре и спорту» : материалы Междунар. науч.-практ. конф. : в 3 ч. / Белорус. гос. ун-т физ. культуры ; редкол.: Т. Д. Полякова (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 20 марта–30 мая 2013 г. – Минск : БГУФК, 2013. – Ч. 2. – С. 73–75.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ И УКРЕПЛЕНИЕ ЗДОРОВЬЯ СТУДЕНТОВ СРЕДСТВАМИ СПОРТИВНЫХ ИГР IMPROVEMENT OF PHYSICAL QUALITIES AND STRENGTHENING HEALTH OF STUDENTS BY THE MEANS OF SPORTS GAMES

***A. M. Шахлай<sup>1</sup>, М. М. Круталевич<sup>2</sup>, А. В. Катловский<sup>3</sup>***  
***A. Shahlai<sup>1</sup>, M. Krutalevich<sup>2</sup>, A. Katlovsky<sup>3</sup>***

<sup>1</sup>*Белорусский государственный университет физической культуры,  
г. Минск, Республика Беларусь  
gloria-tany@mail.ru*

<sup>2</sup>*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
krutalevichmm@gmail.com*

<sup>3</sup>*Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка,  
г. Минск, Республика Беларусь  
sasha-281085@mail.ru*

<sup>1</sup>*Belarusian State University of Physical Culture, Minsk, Republic of Belarus*

<sup>2</sup>*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

<sup>3</sup>*Belarusian State Pedagogical after named M. Tank, Minsk, Republic of Belarus*

Раскрыты средства, методы и направления физической подготовки, используемые в учреждениях высшего образования для развития таких физических качеств как быстрота, сила, выносливость, а также для укрепления здоровья студентов; представлены результаты педагогического эксперимента, подтверждающие эффективность развития силы, быстроты, выносливости и укрепления здоровья средствами футбола; дана информация и о других видах спортивных игр, которые могут эффективно решать рассматриваемые вопросы, но не в должном объеме используемые в учебном процессе учреждений высшего образования.

The work reveals the means, methods and directions of physical training used in the institutions of higher education for the development of such physical qualities as speed, strength, endurance, as well as to improve the health of students; the results of the pedagogical experiment are presented, confirming the effectiveness of the development of strength, speed, endurance and health promotion by means of football; it also provides information on other types of sports games that can effectively solve the issues under consideration, but are not adequately used in the educational process of higher education institutions.

*Ключевые слова:* физические качества, сила, быстрота, выносливость, здоровье, футбол, средства, методы, педагогический эксперимент, анкетный опрос.

*Keywords:* physical qualities, strength, speed, endurance, health, football, facilities, methods, pedagogical experiment, questionnaire.

В настоящее время в современном обществе актуальнейшим вопросом подготовки молодых специалистов к реальной работе и жизни является повышение уровня развития их физических качеств и укрепление здоровья. Для решения данной важнейшей проблемы в учреждениях высшего образования используются различные направления, средства и методы физического воспитания, имеются учебные программы, раскрывающие содержание физической подготовки и укрепления здоровья студентов. В учебном процессе используются различные виды спорта: легкая атлетика, плавание, гимнастика, атлетическая гимнастика, волейбол и др.; разнообразные средства развития физических качеств: упражнения с отягощением, собственным весом, партнером, упражнения общеразвивающего характера, со спортивным инвентарем и т. д. На занятиях по физической подготовке применяются равномерный, переменный, интервальный, повторный, игровой, соревновательный, прогрессивный, серийный методы и метод круговой тренировки. Однако, несмотря на такое обилие возможностей физической подготовки и укрепления здоровья студентов, в практической работе не полностью используются эти и другие эффективные средства и методы. В условиях, когда интенсивность студенческой жизни при несформированной потребности в систематических занятиях физическими упражнениями приводит к снижению мотивации к занятиям физической культурой, рациональное использование такого потенциала крайне важно. Поэтому не случайно в научно-методической литературе затрагивается вопрос об эффективности влияния различных видов спорта на физическое состояние и укрепление здоровья занимающихся [5]. Выявляются наиболее доступные и результативные виды занятий для практического применения в учебном процессе с учетом имеющейся материально-технической базы, кадрового потенциала и направленности учреждения высшего образования. С этой целью создаются учебные программы, отражающие «специфику профиля учреждения образования, специальности, собственных научно-методических предпочтений и профессионального опыта профессорско-преподавательского состава» [6].

Для выявления наиболее эффективных видов спорта, способствующих решению поставленных задач, был проведен анкетный опрос специалистов. Опросу подверглись 32 работника физической культуры и спорта различного профиля. Результаты проведенного опроса выявили, что 72 % респондентов к наиболее эффективным видам спорта, влияющим на уровень развития физических качеств и укрепление здоровья, отнесли футбол. Использование футбола в объеме 20 минут на занятиях, по мнению 66 % опрошенных, дает положительный эффект. Футбол является самым популярным видом спорта в мире, отличается разнообразием и сложностью технических приемов, способствующих разностороннему физическому развитию занимающихся и укреплению их здоровья, однако в учреждениях высшего образования данный вид спорта на учебных занятиях по физической культуре используется в недостаточной степени.

Для выявления эффективности совершенствования физических качеств и укрепления здоровья студентов на занятиях по физической культуре средствами футбола в учреждении образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка» (БГПУ им. М. Танка) на физико-математическом факультете и факультете естествознания был проведен педагогический эксперимент. С целью проведения педагогического эксперимента были созданы контрольная и экспериментальная группы численностью по 16 человек, не имеющих специальной футбольной подготовки. Для определения эффективности совершенствования физических качеств рассматривался уровень развития важнейших для жизнедеятельности таких физических качеств как быстрота, сила и выносливость, степень оздоровления. Оценивалось по результатам тестирования и индивидуальное самочувствие студентов, проявление болезней.

Студенты контрольной группы занимались по утвержденной в БГПУ им. М. Танка программе, членам экспериментальной группы на занятиях давалась на протяжении 20 минут игра в футбол.

Для контроля за уровнем развития физических качеств быстроты, силы и выносливости использовались применяемые в научной и практической работе тесты [1–3] такие, как бег 30 метров, подтягивание на перекладине, бег 800 метров. Тестирование физических качеств осуществлялось в начале и конце эксперимента. Продолжительность эксперимента составляла 2 месяца.

Полученные результаты исследования уровня развития быстроты, определяемой специалистами как способность человека выполнять движения с максимальной частотой (скоростью) в минимально короткое время без наступления утомления [4], представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Показатели уровня развития быстроты у студентов контрольной и экспериментальной группы

| Учебные группы                  | В начале эксперимента<br>Ср±& | В конце эксперимента<br>х±& |
|---------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Контрольная группа              | 9,2±3,4                       | 9,0±3,1                     |
| Экспериментальная группа        | 9,1±3,6                       | 7,2±2,8                     |
| Критерии достоверности различий | t = 0,46<br>P > 0,05          | t = 3,28<br>P < 0,05        |

Результаты исследования свидетельствуют о том, что в начале эксперимента уровень развития быстроты у студентов контрольной и экспериментальной группы статистически достоверно не отличался ( $t = 0,46$ ;  $P > 0,05$ ). В конце эксперимента у студентов экспериментальной группы средний показатель времени пробегания дистанции статистически достоверно ( $t = 3,28$ ;  $P > 0,05$ ) ниже, чем у студентов контрольной группы, что свидетельствует о повышении уровня развития быстроты.

Полученные результаты проведенных исследований уровня развития выносливости, под которой понимают физическое качество, позволяющее человеку длительно осуществлять какую-либо деятельность без снижения ее эффективности [4], (табл. 2) указывают на то, что в начале эксперимента показатели времени пробегания дистанции у студентов контрольной и экспериментальной групп статистически достоверно не отличались.

Таблица 2 – Показатели уровня развития выносливости у студентов контрольной и экспериментальной группы

| Учебные группы                  | В начале эксперимента<br>Ср ± & | В конце эксперимента<br>х±& |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Контрольная группа              | 162,4±4,1                       | 158,6±3,8                   |
| Экспериментальная группа        | 164,2±3,8                       | 150,3±3,4                   |
| Критерии достоверности различий | t = 0,43<br>P > 0,05            | t = 3,92<br>P < 0,05        |

Проведенное тестирование в конце эксперимента выявило статистически достоверное ( $t = 3,92$ ;  $P > 0,05$ ) уменьшение времени пробегания, что указывает на более высокий уровень развития выносливости у студентов экспериментальной группы.

Проведенные исследования уровня развития силы (сила человека заключается в преодолении им внешнего сопротивления или противодействие ему за счет мышечных усилий [4]) представлены в табл. 3.

Таблица 3 – Показатели уровня развития силы у студентов контрольной и экспериментальной группы

| Учебные группы                  | В начале эксперимента<br>Ср ± & | В конце эксперимента<br>х±& |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Контрольная группа              | 8,1±2,2                         | 8,8±2,6                     |
| Экспериментальная группа        | 8,3±3,1                         | 9,6±2,2                     |
| Критерии достоверности различий | t = 0,52<br>P > 0,05            | t = 3,82<br>P < 0,05        |

Проведенные исследования говорят о том, что в начале эксперимента уровень развития силы у студентов контрольной и экспериментальной группы статистически достоверно не отличается ( $t = 0,52$ ;  $P > 0,05$ ). Исследования, проведенные в конце эксперимента, выявили статистически достоверные ( $t = 3,82$ ;  $P > 0,06$ ) более высокие показатели уровня развития силы у студентов экспериментальной группы.

Повышение уровня развития физических качеств (быстроты, силы и выносливости) у студентов экспериментальной группы свидетельствует о том, что такой итог достигается за счет использования во время игры разнонаправленных разнообразных действий. В частности, футболисты всегда должны мгновенно реагировать на действия игроков своей команды и игроков противника, постоянно следить за мячом, что значительно влияет на скорость реакции и способствует развитию внимания и сообразительности; мышечная работа высокой интенсивности с чередующимися периодами относительного покоя и пониженной активности, ускорения, прыжки, рывки с переходом на равномерный легкий бег, остановки, ходьба и бег с изменением направления, темпа и ритма движения положительно влияет на функциональное состояние организма и развитие отмеченных и других физических качеств занимающихся футболом.

Кроме этого все студенты экспериментальной группы отметили укрепление собственного здоровья и повышение жизненного тонуса. Они также обратили внимание на то, что игра в футбол с его разнообразием движений, мыслительной деятельностью содействовала не только улучшению всех физических качеств и повышению работоспособности, но и улучшению общего состояния организма, обмена веществ, способствовала сбросу лишнего веса, помогает бороться со стрессами и депрессиями, повышает настроение и улучшает сон, формирует и развивает личностные качества, такие как умение работать в команде (подчинять личные интересы интересам коллектива), уважение к соперникам или партнерам, волю к победе, целеустремленность, ответственность, коммуникабельность, пунктуальность, чувство коллективизма, мужество и другие.

Таким образом, развитие физических качеств посредством использования игрового метода дает возможность комплексного развития быстроты, силы и выносливости, поскольку в данном случае имеет место воздействия на организм двигательной реакции, быстроты движений и других действий, связанных с оперативным мышлением. Присущий играм высокий эмоциональный фон и коллективные взаимодействия способствуют проявлению отмеченных качеств.

Следовательно, не случайно полученные результаты проведенных исследований позволяют отметить, что футбол является действенным средством физической подготовки, способствующим эффективному развитию таких физических качеств как быстрота, сила, выносливость и укреплению здоровья студентов. Использование футбола на занятиях в объеме 20 минут дает положительный эффект.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Годик, М. А. Контроль за интенсивностью нагрузки / М.А. Годик // Спортивная метрология: Учебник для институтов физкультуры. – М., 1982. – 210 с.

2. Иванов, Ю. В. Быстрота / Ю. В. Иванов // Спортивные игры – 1985 – № 2 – С. 29.

3. Когут, А. М. Индивидуализация процесса совершенствования скоростно-силовых качеств и скоростной выносливости легкоатлетов спринтеров / А. М. Когут // Автор. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04. / Акад. физ. восп. и спорта Р.Б. – Минск, 1992 – 22 с.

4. Теория и методика физического воспитания: пособие / А. Г. Фурманов, М. М. Круталевич, Л. И. Кузьмина; под общ. ред. А. Г. Фурманова, М. М. Круталевича. – Минск: БГПУ, 2014. – 416 с.

5. Физическая культура: Типовая учебная программа для учреждений высшего образования / сост. В. Коледа [и др.]; под ред. В. А. Коледы. – Минск: РИВШ, 2017. – 33 с.

6. Физическое воспитание студентов в техническом вузе: учебное пособие / под ред. О. Ю. Малоземова. – Екатеринбург: УГЛТУ; изд-во АМБ, 2015. – 464 с.

## ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ НА ФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СТУДЕНТОВ

## THE INFLUENCE OF VARIOUS SECTIONS OF THE CURRICULUM IN PHYSICAL CULTURE ON THE PHYSICAL CONDITION OF STUDENTS

*Д. А. Якубовский, К. А. Дубовик, А. В. Фомин*

*D. Yakubouski, K. Dubovik, A. Fomin*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь*

*yakubovskida@gmail.com*

*Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus*

Раскрывается особенность воздействия различных разделов учебной программы по физической культуре (оздоровительная аэробика, атлетическая гимнастика, плавание, спортивные игры) на физическое состояние студентов (физическое развитие, функциональное состояние, физическая подготовленность). Полученные результаты позволяют методически грамотно планировать учебно-тренировочный процесс студентов.

The article reveals the peculiarity of the impact of various sections of the curriculum on physical culture (recreational aerobics, athletic gymnastics, swimming, sports games) on the physical condition of students (physical development, functional status, physical fitness). The results obtained allow methodically competently plan the training process for students.

*Ключевые слова:* физическое воспитание студентов, физическая культура, оздоровительная аэробика, атлетическая гимнастика, плавание, спортивные игры.

*Keywords:* physical education of students, physical education, recreational aerobics, athletic gymnastics, swimming, sports games.

Высокий уровень физического состояния человека определяет успех в различных видах деятельности, в том числе учебной и профессионально, что актуально для студенческой молодежи. Для оптимизации физического развития, функционального состояния, повышения физической подготовленности действенным средством является занятие физической культурой [1–3].

В последнее время, с улучшением материально-технической базы образовательных учреждений, в физическом воспитании студентов имеется возможность планировать различные формы двигательной активности в рамках изучения дисциплины «физическая культура» [4; 5]. При этом остается открытым вопрос влияния различных



разделов учебной программы на физическое состояние занимающихся [5]. Исходя их обозначенной реальности и наличия определенных проблем, нами была сформулирована цель настоящего исследования.

Цель исследования – определить влияние разделов учебной программы по физической культуре (оздоровительная аэробика, атлетическая гимнастика, плавание, спортивные игры) на физическое состояние студентов.

Методы и организация исследования. Методами исследования являлись: анализ и обобщение научно-методической литературы, антропометрические измерения, биоимпеданс, функциональная проба Штанге, тест Фламинго, контрольно-педагогические испытания (тестирование физических способностей), методы математической статистики.

В исследовании принимали участие студенты (юноши) 1 курса Белорусского национального технического университета 4 факультетов: технология управления и гуманитаризации (ФТУГ), менеджмент маркетинг и предпринимательство (ФММП), информационные технологии и робототехника (ФИТР), машиностроительство (МСФ). Общее количество студентов 60, по 15 от факультета, все относились к основной группе здоровья.

Каждый факультет занимался физической культурой в рамках конкретного раздела учебной программы (1 семестр, 34 занятия): ФТУГ – оздоровительная аэробика, ФММП – атлетическая гимнастика, ФИТР – плавание, МСФ – спортивные игры. Занятия строились согласно типовой учебной программе по физической культуре для учреждений высшего образования (2017 г.) и учебной программе по учебной дисциплине физическая культура для специальностей БНТУ (2018 г.) [6].

В начале и в конце семестра у участников исследования был определен ряд показателей физического состояния: весо-ростовые показатели – антропометрические измерения, состав тела – биоимпедансный анализ, функциональное состояние – функциональные пробы, физическая подготовленность – контрольно-педагогические испытания (тестирование).

Результаты исследования и их обсуждение. При анализе физического состояния студентов различного факультета (ФТУГ, ФММП, ФИТР, МСФ), занимающихся физической культурой в рамках конкретного раздела учебной программы была получена динамика изучаемых показателей, представленная в таблице 1.

*Таблица 1 – Показатели физического состояния студентов различного факультета, занимающихся физической культурой в рамках определенного раздела учебной программы (ФТУГ – оздоровительная аэробика, ФММП – атлетическая гимнастика, ФИТР – плавание, МСФ – спортивные игры (баскетбол))*

| Показатели                                | В начале семестра |                  |                  |                  | В конце семестра |                  |                  |                  |
|---|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|   | ФТУГ              | ФММП             | ФИТР             | МСФ              | ФТУГ             | ФММП             | ФИТР             | МСФ              |
| Длина тела, см                            | 180,15<br>±4,07   | 179,87<br>±3,87  | 179,54<br>±4,24  | 181,92<br>±3,16  | 180,45<br>±4,15  | 179,82<br>±3,56  | 179,95<br>±4,45  | 181,57<br>±3,28  |
| Масса тела, кг                            | 83,76<br>±2,97    | 82,97<br>±3,20   | 84,54<br>±3,81   | 81,85<br>±3,30   | 81,15<br>±3,07   | 82,45<br>±2,95   | 82,46<br>±3,10   | 81,91<br>±3,43   |
| Жизненная емкость легких, мл              | 4291,3<br>±78,75  | 4401,2<br>±73,21 | 4216,3<br>±67,23 | 4329,1<br>±63,17 | 4637,5<br>±88,34 | 4385,3<br>±74,90 | 4854,5<br>±76,37 | 4421,4<br>±71,84 |
| Кистевая динамометрия, кг                 | 42,27<br>±3,64    | 42,53<br>±3,81   | 41,95<br>±3,17   | 43,12<br>±3,64   | 45,82<br>±3,82   | 49,69<br>±4,08   | 44,90<br>±3,63   | 45,63<br>±3,76   |
| Доля жировой массы, %                     | 24,31<br>±1,89    | 24,25<br>±1,61   | 24,56<br>±1,62   | 23,87<br>±1,75   | 18,31<br>±1,18   | 18,63<br>±1,06   | 21,78<br>±1,35   | 21,92<br>±1,23   |
| Доля скелетно-мышечной массы, %           | 33,71<br>±2,23    | 33,54<br>±2,15   | 32,62<br>±2,17   | 33,18<br>±1,91   | 35,82<br>±2,45   | 39,87<br>±2,68   | 35,01<br>±2,24   | 35,18<br>±2,30   |
| Частота сердечных сокращений, уд/мин      | 73,52<br>±3,12    | 72,74<br>±2,74   | 73,65<br>±3,02   | 71,94<br>±2,92   | 69,25<br>±2,75   | 72,91<br>±3,22   | 68,17<br>±3,11   | 72,69<br>±3,28   |
| Проба Штанге, с                           | 44,06<br>±3,16    | 43,70<br>±3,84   | 43,13<br>±3,28   | 44,38<br>±3,55   | 51,61<br>±3,72   | 43,13<br>±3,36   | 54,37<br>±3,55   | 47,18<br>±3,83   |
| Тест Фламинго, с                          | 30,01<br>±3,85    | 28,49<br>±3,58   | 27,49<br>±3,37   | 28,81<br>±3,19   | 36,93<br>±3,93   | 35,36<br>±4,15   | 34,14<br>±4,06   | 38,94<br>±4,23   |
| Бег 30 м, с                               | 5,15<br>±0,27     | 5,10<br>±0,22    | 5,17<br>±0,21    | 5,09<br>±0,24    | 4,95<br>±0,23    | 4,78<br>±0,25    | 5,01<br>±0,20    | 4,87<br>±0,19    |
| Прыжок в длину с места, см                | 207,74<br>±7,05   | 207,39<br>±6,65  | 204,53<br>±6,97  | 206,95<br>±8,32  | 213,06<br>±7,28  | 215,62<br>±7,85  | 209,27<br>±6,98  | 216,96<br>±7,93  |
| Сгибание разгибание рук в упоре лежа, раз | 23,18<br>±3,35    | 22,35<br>±3,18   | 22,09<br>±2,86   | 24,80<br>±3,41   | 28,35<br>±3,81   | 37,84<br>±3,35   | 26,74<br>±3,19   | 28,13<br>±3,28   |
| Наклон вперед из положения сидя, см       | 8,56<br>±1,29     | 8,89<br>±1,54    | 7,42<br>±1,37    | 9,82<br>±1,63    | 10,21<br>±1,54   | 8,73<br>±1,29    | 10,89<br>±1,92   | 10,12<br>±1,80   |
| Бег 6 мин, м                              | 1124,5<br>±76,13  | 1125,6<br>±80,57 | 1092,6<br>±83,12 | 1187,9<br>±79,27 | 1257,9<br>±92,43 | 1097,4<br>±84,78 | 1198,3<br>±77,32 | 1281,7<br>±86,76 |

У студентов ФТУГа, занимающихся оздоровительной аэробикой, наблюдается значительное улучшение ( $p < 0,05$ ) в следующих показателях физического состояния: доля жировой массы тела – 25 %, частота сердечных сокращений – 6 %, тест Фламинго – 23 %, бег 6 минут – 12 %. В тоже время силовые показатели повысились незначительно.

Анализируя физическое состояние студентов ФММПа, у которых физическая культура проходила в рамках раздела атлетическая гимнастика, зафиксировано выраженное ( $p < 0,05$ ) улучшение в таких показателях как: доля скелетно-мышечной массы – 19 %, кистевая динамометрия – 17 %, бег 30 м – 8 %, сгибание разгибание рук в упоре лежа – 69 %. В свою очередь показатели определяющие функциональное состояние (жизненная емкость легких, частота сердечных сокращений) изменились незначительно или даже ухудшились.

У студентов ФИТРа, занимающихся плаванием, выявлен значительный прогресс ( $p < 0,05$ ) в следующих показателях физического состояния: жизненная емкость легких – 15 %, проба Штанге – 26 %, наклон вперед из положения сидя – 47 %. Незначительно повысились скоростно-силовые способности, быстрота.

У студентов МСФа, занимающихся спортивными играми (баскетбол), установлено умеренное улучшение (статистически недостоверное  $p > 0,05$ , но с наличием положительной динамики) большинства показателей физического состояния.

Сравнение одинаковых показателей физического состояния между студентами позволило определить, что наибольшая позитивная динамика присутствует у всех факультетов но в разном количестве. ФТУГ (оздоровительная аэробика) – 2 показателя: масса тела, доля жировой массы. ФММП (атлетическая гимнастика) – 4 показателя: кистевая динамометрия, доля скелетно-мышечной массы, сгибание разгибание рук в упоре лежа, бег 30 м. ФИТР (плавание) – 4 показателя: жизненная емкость легких, частота сердечных сокращений, проба штанге, наклон вперед из положения сидя. МСФ (спортивные игры (баскетбол)) – 3 показателя: тест Фламинго, прыжок в длину с места, бег 6 мин.

Все разделы учебной программы по дисциплине физическая культура оказывают положительное влияние на физическое состояние студентов. В тоже время, конкретные разделы характеризуются специфическим влиянием на морфофункциональные свойства организма и в большей степени улучшают определенные показатели: оздоровительная аэробика – повышение общей выносливости, координации, снижение жировой массы тела; атлетическая гимнастика – повышение силовых способностей, быстроты, оптимизация компонентного состава тела; плавание – повышение выносливости, гибкости, совершенствование кардиореспираторной системы; спортивные игры – повышение скоростно-силовых способностей, координации. Полученные результаты указывают на необходимость вариативного использования (последовательного планирования) различных разделов учебной программы в рамках всего периода изучения дисциплины «физическая культура» студентами для получения максимального оздоровительного эффекта.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Максименко, А. М. Теория и методика физической культуры: учебник / А. М. Максименко. – М. : Физическая культура, 2005. – 544 с.
2. Теория и методика физического воспитания: учебник для вузов физ. воспитания и спорта: в 2 т. / под ред. Т. Ю. Круцевич. – Киев : Олимпийская литература, 2003. – Т. 1. – 422 с. ; Т. 2. – 391 с.
3. Belyak, Y. I. Fitness as Cultural Phenomenon of Modern Society and Its System-Forming Components / Y. I. Belyak // European Applied Sciences. – 2013. – № 7 – P. 24–26.
4. Богданова, Т. В. Технология реализации программы по аэробике для студенток высших учебных заведений : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Т. В. Богданова. – СПб. : 2012. – 213 с.
5. Физическое воспитание студентов в техническом вузе : учебное пособие / под ред. О. Ю. Малоземова. – Екатеринбург : УГЛТУ ; изд-во АМБ, 2015. – 464 с.
6. Физическая культура : Типовая учебная программа для учреждений высшего образования / сост. В. А. Коледа [и др.] ; под ред. В. А. Коледы. – Минск : РИВШ, 2017. – 33 с.

# **ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИИ**

# АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНТЕГРАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ О СОСТОЯНИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

## AUTOMATION AND INTEGRATION OF ENVIRONMENTAL INFORMATION SYSTEMS

**А. О. Дикий<sup>1</sup>, В. А. Горская<sup>2</sup>**  
**A. Dziki, V. Gorskaya**

<sup>1</sup>Белорусский государственный институт информатики и радиоэлектроники,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь

*vojtsheh2014@gmail.com, v.gorskaya1997@gmail.com*

<sup>1</sup>*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus*

<sup>2</sup>*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Интеграция данных имеет решающее значение для достижения новых уровней понимания экологических систем и процессов. Как правило, интеграция данных достигается только через кропотливый ручной процесс, который исключает крупномасштабные интеграции. В современном мире считается, что многие из методов связанные с неопределенным мышлением (нечеткая логика, байесовские сети и эволюционные алгоритмы) и интеллектуальный анализ данных может быть полезен для интеграции экологических данных. В данной статье будет рассмотрен подход к интеграции, основанный на широком применении программного обеспечения для интеграции геопространственных и исследовательских данных, наряду с службами поиска данных.

Data integration is critical to achieving new levels of understanding of ecological systems and processes. As a rule, data integration is achieved only through a painstaking manual process that excludes large-scale integration. In the modern world, it is believed that many of the methods associated with uncertain thinking (fuzzy logic, Bayesian networks and evolutionary algorithms) and data mining can be useful for integrating environmental data. This article will look at an integration approach based on the extensive use of software for integrating geospatial and research data, along with data retrieval services.

*Ключевые слова:* интеграция данных, ГИС, неопределенное мышление, методы интеллектуального анализа данных, система управления информацией, экоинформатика.

*Keywords:* data integration, GIS, data mining technique, information management system, ecoinformatics.

Развитие экологической науки становится все более зависит от нашей способности интегрировать данные из различных источников. Для понимание экологических процессов в пространственных масштабах локальной местности, региона и планеты, а также временных масштабах десятилетий, веков и тысячелетий требуются данные, которые охватывают эти масштабы. Такие объемы данных выходят за рамки возможностей сбора информации отдельных исследователей и исследовательских команд. И, следовательно, требуются интеграция данных между различными командами исследователей.

Развитие интернета позволило существенно удешевить процесс обмена информацией между командами ученых. В то время как данные об экологии становятся более легкодоступными, назревает проблема не в том, как их получить, а что мы можем с ними сделать. Компьютерные технологии настолько облегчили сбор данных, что в настоящее время доступность данных больше не является ограничивающим фактором для решения фундаментальных научных вопросов. Ограничивающим фактором стали компьютерные технологии. Только с помощью компьютеров мы можем понять ту большую массу данных, которые мы смогли собрать, обмениваться и обсуждать полученные результаты с коллегами по всему миру. Современный вызов для исследователей состоит в том, чтобы разработать вспомогательные средства, позволяющие нам понять сложные и взаимозависимые данные, с которыми мы не можем справиться в одиночку.

Автоматизированная системная интеграция зависит от разработки стандартизированных источников данных и программных системы, которые смогут поддерживать их интеграцию. Основной проблемой является поддержание качества данных. Для этого требуются проработанные стандарты формата и содержания, которые должны соблюдаться на уровне отдельных баз данных, предназначенных для интеграции.

Исследовательские базы данных могут включать хранилище для научной документации и набора исследуемых данных, централизованную геоинформационную систему (ГИС), удаленные источники получения данных зондирования (определяющие место, время, таксонометрию) и поисковый движок для запроса метаданных (Metacat). Благодаря интеграции данных и метаданных между различными системами можно сократить количество дублируемой информации.

Автоматизация системы управления информацией позволяет повысить мощность обработки данных и получать полезную информацию для менеджеров, исследователей, и разработчиков экологической политики государства.

Сложность проекта интеграции данных напрямую пропорциональна масштабам интеграционных процессов. Интеграция специализированных проектов и систем может быть выполнена с использованием обычных программных средств и информационных систем. Тем не менее, для глобальных проектов, которые должны интегрировать данные из огромного количества источников данных, эти методы не практичны. Наиболее распространенный подход заключается в том, чтобы сосредоточиться на нескольких больших, очень стандартизированных источниках данных.

При работе с большими объемами неоднородных данных возрастают проблемы с разработкой методов хранения данных и их интеллектуального анализа. Для их преодоления можно применять методы интеллектуального анализа данных в сочетании с методами неопределенного мышления, такие как нечеткая логика, генетические алгоритмы, байесовские сети, теория нечеткого множества. Методы неопределенного мышления – это попытка представить неопределенность и причину этого при использовании неопределенных знаний, неточной информации и так далее. Данные методы могут быть использованы при интеграции экологических данных. Ниже приводится краткое описание некоторых из них.

Нечеткая логика позволяет делать вероятностные заявления о истинном состоянии переменной. Например, для классификаций земного покрова, полученных из данные дистанционного зондирования, вы можете заключить, что есть 75 % вероятность того, что область является лесом и 25 % вероятность того, что область кустарниковая. Традиционные формы анализа требуют, чтобы мы пошли с нашим лучшим предположением. Однако с нечеткая логикой, анализ также может рассмотреть дополнительные догадки, каждую со своей вероятностью.

Для экологических исследований, где часто предполагаются качественные показатели для земного покрова, среды обитания, типа сообщества и даже таксономическую идентичность, (особенно при интеграции данных из разных источников) интеграция данных, включающая нечеткую логику, открывает возможности включить большее количество информации в анализ исследования. Использование данного метода не широко распространено в экологии, хотя он используется в дистанционном зондировании, поддержке принятия экологических решений, моделирования и прогнозирования.

Эволюционные алгоритмы используют процесс высоко итерационного метода проб и ошибок для вывода функциональных отношений и оценки параметров. Также его основное применение заключается в первую очередь в разработке поисковых стратегий и моделирования. Использование эволюционных алгоритмов обещает гармонизацию источников данных, где функциональные отношения между двумя способами измерения переменной среды неясны. Эти методы могут применяться для согласования измерений, проведенных на разных шкалах или с использованием различных методологий.

Использование методов интеллектуального анализа данных с применением подходов традиционных баз данных столкнулось с большими трудностями при работе с разнородными источниками информации. Разработка интеллектуальных инструментов для интеграции информации, извлеченной из нескольких разнородных источников, является сложной задачей для эффективного использования многочисленных источников, доступных в глобальных информационных системах.

Тем не менее, методы, которые используются в быстро развивающейся области интеллектуального анализа данных, могут помочь преодолеть эти трудности. Кластеризация, правила классификации и ассоциации имеют очевидное применение в процессах обнаружения данных. Тем не менее, они также могут использоваться, по крайней мере, для частичной автоматизации интеграции данных с помощью определения похожих переменных в различных наборах данных. Некоторые из этих методов широко используются в экологии, хотя обычно они более ориентированы на анализ данных, чем на их интеграцию.

Мета-анализ предоставляет инструменты для другого интеграционного подхода. Экологический мета-анализ объединяет результаты ранее опубликованных исследований, чтобы иметь более широкий охват задаваемых вопросов и укрепить индивидуальные выводы. Размеры эффекта наблюдаются из различных исследований, каждое из которых использует разные источники, их методы могут объединять статистику и приводить нас к новым выводам.

Использование передовых методов интеллектуального анализа данных и неопределенного мышления имел бы мощный подход для облегчения работы экологического сообщества, но такое развитие должно сопровождаться конкретными улучшениями, гарантированным к использованию научным сообществом. Как отмечалось ранее, ученые придают высокое значение качеству данных. В отличие от некоторых дисциплин, где конечный продукт оценивается по его внутренним достоинствам (независимо от происхождения), научно-исследовательские продукты оцениваются в основном на основе методов и данных, с помощью которых они были произведены. Комплексные и интегрированные наборы данных могут иметь проблемы с доверием, так как полное объяснение источников данных может быть невозможно, и рецензенты и читатели должны быть уверены, что результаты реальны.

Системы расширенного анализа необходимы для поддержки использования интегрированных данных. Эти системы должны сделать наборы данных пригодными для проверки, так чтобы каждый элемент данных, используемый в анализе, мог быть прослежен до его первоначального источника и его преобразования воспроизводиться. Воспроизводимость имеет решающее значение для развития доверия к научному продукту.

Необходимо разрабатывать инструменты, облегчающие анализ чувствительности, при котором конкретные источники данных могут быть добавлены или вычтены из анализа. Это позволяет исследователям определить,

могут ли конкретные источники данных неоправданно влиять на конечный результат, или их выводы являются надежными в отношении изменений в данные источники.

Методы визуализации могут прояснить роли отдельных источников данных. Анимированные графики, которые выделяют конкретные источники данных позволяют просматривать большое количество источников данных за короткий период времени. Этот подход гарантирует, что модели различимы внутри, также как между источниками данных.

Решение проблем, присущих крупномасштабным интеграция является предметом постоянных исследований как в информатике, так и в экологическом сообществе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Porter, J. H., Callahan, J. T. / Circumventing a Dilemma: Historical Approaches to Data Sharing in Ecological Research. Taylor and Francis / J. H. Porter, J. T. Callahan. – Bristol P A, 1994. – 200 p.

2. Thayyil, Naveen / Constructing global data: Automated techniques in ecological monitoring, precaution and reification of risk/Thayyi Naveen. – Indian Institute of Technology Delhi, India, 2018.

## СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СКРЫТЫХ УТЕЧЕК В ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЯХ MONITORING SYSTEM OF HIDDEN LEAKAGE OF WATER SUPPLY NETWORK

**A. С. Кашуба**

**A. Kashuba**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

*kasha.alexey@mail.ru*

*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Основной метод диагностики, направленный на выявление аварийного участка на ранней стадии, основан на мониторинге водопроводной сети. К вероятным источникам скрытых утечек можно отнести участки сети с большой аварийностью или же расположенные на набережных, рядом с ливневой канализацией или теплотрассой, в грунтах с повышенной водопроницаемостью, то есть в местах, где вода из повреждённого водопровода не выходит на поверхность. В докладе рассмотрены гидравлические и акустические методы, а также методы, основанные на использовании робототехнических комплексов и промышленных эндоскопов

The main diagnostic method for identifying an emergency site at an early stage is the monitoring of the water supply network. Potential sources of hidden leaks can be attributed to areas of the network with high accidents or located on embankments, near storm sewers or heating, in soils with high permeability, that is, in places where water from the damaged water supply does not reach the surface. The hydraulic and acoustic methods, as well as using of robotic complexes and industrial endoscopy are discussed.

*Ключевые слова:* PhocusSMS, фактор обнаружения утечки, значение критического шума, скрытая утечка.

*Keywords:* PhocusSMS, Leak Detection Factor, Critical Noise Value, Hidden Leakage.

Основной целью служб, эксплуатирующих водопроводные сети, является повышение качества и надежности водоснабжения потребителей. Для достижения поставленной цели необходимо решить задачу по снижению количества повреждений на водопроводной сети города, уменьшить затраты на ремонтные работы. В связи с этим возрастает роль диагностики, профилактики водопроводной сети. Одним из методов такой диагностики, направленной на выявление аварийного участка на ранней стадии, является мониторинг водопроводной сети. Целью комплекса работ, проводимых с помощью систем мониторинга PhocusSMS, является обнаружение скрытых утечек – потерь воды, не проявляющихся выбиванием на поверхность или подтоплением различных подземных коммуникаций или сооружений, что определяет трудность их нахождения, при этом приводящих к значительным потерям воды.

К вероятным источникам скрытых утечек можно отнести участки сети с большой аварийностью или же расположенные на набережных, рядом с ливневой канализацией или теплотрассой, в грунтах с повышенной водопроницаемостью, то есть в местах, где вода из повреждённого водопровода не выходит на поверхность.

Актуальность данной работы для городской водопроводной сети состоит, во-первых, в поиске именно такой неявной (скрытой) утечки, когда потребление воды резко сокращается по неясным причинам, во-вторых, в случаях наличия признаков утечки – подтопление приямков Центрального теплового пункта (ЦТП), подвалов зданий грунтовыми водами, канализационными водами, водой из сети горячего водоснабжения, как подтверждение отсутствия потери воды в водопроводе.

Существующие методы определения утечек: их достоинства и недостатки

В настоящее время существует целый ряд различных по природе и техническому осуществлению методов поиска утечек:

Гидравлические:

1. Визуальный контроль уровня воды в гидрантах при закрытии участка сети;
2. Анализ манометрической съёмки

Акустические:

1. Акустический метод;
2. Корреляционно-акустический метод;
3. Применение регистраторов шумов утечки (системы мониторинга в/сети);

Прочие методы:

1. Обнаружение наличия и места повреждения трубопровода с помощью приборов ТВ-диагностики: робототехнических комплексов, промышленных эндоскопов (при снятии давления воды).

Гидравлические методы

Данные способы определения утечки основаны на изменении гидравлических характеристик (уровня воды, давления в трубопроводе) при спуске (подаче) воды в трубопровод. Визуальный контроль воды в гидрантах проводится после прекращения подачи воды в участок сети: при наличии утечки уровень воды в гидранте падает, при отсутствии – остаётся прежним.

Существенным недостатком в данном случае является необходимость отключения участков сети трубопровода, что делает эти методы не оперативными и трудоёмкими в исполнении. В частности при пропусках арматуры требуется установка заглушек на трубопроводах.

Акустические методы

В настоящее время поиск утечек преимущественно осуществляется более точными, позволяющими установить не только факт наличия, но и место утечки – акустическими методами. При этом задачи нахождения утечек из водопроводов решаются путем локализации места наибольшей интенсивности акустического «шума», появляющегося при резком изменении давления жидкости в месте повреждения трубопровода. Чем больше разница давлений внутри трубопровода и вне его, тем больше интенсивность звуковых колебаний. Метод акустического нахождения мест повреждений трубопровода разделяется на 2 способа: слуховой или акустический и корреляционный.

Акустический метод. При акустическом способе находится место наибольшей величины колебаний на поверхности земли, связанных с утечкой. Колебания грунта преобразуются датчиками сейсмического типа в электрический ток, который затем усиливается, фильтруется от посторонних шумов и его значение отображается на дисплее. Кроме этого усиленный электрический ток преобразуется в звуковые колебания в головных наушниках.

Корреляционно-акустический метод. При корреляционном способе устанавливаются 2 датчика сейсмического типа с обеих сторон поврежденного трубопровода с помощью магнитов. Колебания стенок трубы преобразуются в электрический ток, усиливаются, фильтруются от промышленных помех и излучаются передающими устройствами и процессор вычисляет расстояние от датчика до места повреждения.

При первом способе необходимо точно знать местоположение трубопровода и обладать прибором с максимальной чувствительностью к колебаниям грунта. При втором - длину участка трубопровода, диаметр, материал стенок трубы и иметь прибор, обладающий максимальной чувствительностью и помехозащищенностью к внешним шумам. Таким образом, основным недостатком акустического метода является обнаружение всех шумов, что иногда не позволяет отличить шум утечки от постороннего шума. Более точный, быстрый и эффективный корреляционный метод в определённых случаях: полиэтиленовые трубы, резиновые уплотнения раструбов труб из ВЧШГ не указывает повреждения.

Акустические методы детектирования утечек используются в напорных трубопроводах, где имеется избыточное внутреннее давление, что приводит к истечению среды наружу при возникновении утечки. Движение жидкости при утечке вызывает быстрое изменение давления вокруг места утечки, т.е. утечка является источником случайно изменяющегося акустического шума. Этот шум распространяется в обоих направлениях от места утечки с одинаковой скоростью.

Способы, используемые ранее, базировались на детектировании шума утечки с последующей его трассировкой на уровне земли для определения максимальной интенсивности шума. При этом предполагалось, что этот максимум должен быть непосредственно над местом утечки. Оборудование, используемое для этого метода непосредственного прослушивания, включало в себя стержни для прослушивания и стетоскопы, но их трудно было использовать для точного определения положения утечки, если уровень шума был слабый или слишком большой. Другой проблемой был фоновый шум. Для преодоления этих проблем были попытки использовать усилители с электронной фильтрацией.

Корреляционные течеискатели работают путем сравнения шума в двух различных точках на трубе. Шум распространяется от места утечки в обоих направлениях вдоль трубы с постоянной скоростью, которая зависит от различных факторов. И, таким образом, если утечка расположена на одинаковом расстоянии между двумя датчиками, то эти датчики будут принимать этот шум в одно и то же время. И наоборот, если утечка расположена на разном расстоянии от датчиков, то они будут детектировать один тот же шум в разное время, а разность этих значений времени (время задержки) измеряется коррелятором. Так как скорость звука может быть рассчитана,

зная диаметр и материал трубы, а расстояние между датчиками точно определено путем тщательного измерения, то коррелятор может рассчитать и отобразить месторасположение утечки как расстояние от ближайшего датчика.

И, наконец, при работе с малыми уровнями утечек или с большими длинами участков трубопроводов величина уровня шума может быть меньше порога чувствительности и акустического и корреляционного приборов.

Таким образом, в настоящее время не существует универсального метода поиска утечки, позволяющего определить любую потерю воды (малую, большую), на трубопроводе из любого материала, поэтому только комплексное использование нескольких методов позволяет точно и быстро определять место утечки. Комплект оборудования по поиску мест повреждений, смонтированный на автомобилях типа «Газель» включает корреляционный течеискатель, акустический течеискатель, трассоискатель, металлоискатель.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Течеискатели для воды [Электронный ресурс]. URL: [http://geoportal.by/index/techeiskateli\\_dlja\\_poiska\\_protechek\\_vody/0-460](http://geoportal.by/index/techeiskateli_dlja_poiska_protechek_vody/0-460). (дата обращения: 24.09.2018).

2. Phocus SMS [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pergam.by/catalog/underground/monitoring-vodsetey/Phocus.sms.htm>. Дата доступа: 23.09.2018.

3. Обнаружение скрытых утечек с использованием системы мониторинга водопроводной сети [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vstmag.ru/ru/archives-all/2010/2010-4/263-obnaruzhenije-skrytyh>. (дата обращения: 24.09.2018).

4. Определение мест повреждений на водопроводной сети [Электронный ресурс]. URL: <http://base.safework.ru/law?doc&nd=33308329&nh=0&sect=5>. 9 (дата обращения: 23.09.2018).

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ GPS ПРИЁМНИКОВ ANDROID УСТРОЙСТВ AN EXPERIMENTAL STUDY OF THE ACCURACY OF BUILT-IN GPS RECEIVERS OF ANDROID DEVICES

*Г. П. Куканков, В. В. Остапченя*  
*R. Kukankou, V. Astapchenia*

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь*  
*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Рассматривается экспериментальное исследование точности GPS приёмников Android устройств. Регистрация GPS сигналов осуществляется стационарно расположенным встроенным в смартфон или другие Android устройства GPS приемником. Проведен статистический анализ, направленный на выявление корреляции в сигнале и определение дисперсии положения тестируемых устройств.

The work is devoted to the investigation of the accuracy of built-in GPS receivers of Android devices. GPS signals registered on stationary placed built-in smartphone GPS receiver or receiver of any other Android device. A statistical analysis was carried out for identifying the correlation in the signal and determining the variance of the position of the devices under test.

*Ключевые слова:* GPS, система глобального позиционирования, точность GPS, RMS, круговое вероятное отклонение, CEP.

*Keywords:* GPS, Global Positioning System, GPS accuracy, root mean square, RMS, circular error probable, CEP.

В экологии для решения задач, где необходимо определение местоположения, используются GPS приемники. В настоящее время наиболее распространенным и недорогим приемником GPS сигнала является смартфон с встроенным GPS модулем.

Для большинства задач в экологии требуемая точность определения местоположения может составлять 3–100 м, а для задач картографии может быть и выше.

Точность базовой системы GPS приблизительно 15 м. На точность GPS влияет ряд факторов, в том числе доступность спутников и их расположение относительно пользователя, атмосферные задержки, ошибки часов спутников и ошибки определения орбиты и др. Целью работы является исследование процесса обработки GPS сигнала на точность определения координат.

Типичная архитектура Android GPS устройств содержит:

1) GPS chip – обеспечивает непосредственную связь со спутниками



- 2) GPS driver – программное обеспечение производителя чипа, которое обеспечивает низкоуровневый API взаимодействия с чипом. Зависит от версии Android и производителя смартфона
- 3) GL engine – программное обеспечение которое обеспечивает необходимые вычисления положения приемника из задержек сигналов, параметров орбиты спутников и др. параметров.
- 4) Android Framework – обеспечивает API пользовательского приложения
- 5) Пользовательское приложение

Обработка сигнала осуществляется на перечисленных выше уровнях – с практической точки зрения наибольший интерес представляет уровень 3, в то же время программисту предоставляется API уровня 4. Экспериментальное определение точности GPS модуля представляет интерес для определения возможностей прибора при работе по умолчанию встроенного PL engine. Дополнительные цели работы предусматривают обеспечение учебного процесса в рамках студенческих работ по статистической обработке данных и создание специального тестирующего программного обеспечения. Программное обеспечение Android Framework обеспечивает API пользовательского приложения и позволяет регистрировать положение приемника в системе координат WGS84. Зарегистрированные временные серии координат и других параметров рассматриваются как случайные сигналы. Тестовое программное обеспечение позволяет регистрировать сигналы с сохранением данных, которые далее обрабатываются в численных пакетах, в частности Matlab.

Данные, для проведения оценки точности работы GPS-модуля, регистрировались с неподвижных Android-устройств с заданным интервалом времени. Далее осуществлялось преобразование координат из системы координат WGS84 в декартову систему координат относительно неподвижной земли и проводился статистический анализ сигналов, в частности, по набранным выборкам вычислялись точностные характеристики приборов – среднеквадратичное отклонение (root mean square, rms) и круговое вероятное отклонение (circular error probable, cer). Также оценивалась автокорреляция сигнала. При регистрации с двух устройств производилось сравнение точности двух приборов и взаимная корреляция местоположения. Экспериментальное определение точности встроенных GPS приемников Android устройств показало большой разброс точности приемников. Наблюдается также присутствие переходного процесса при старте GPS приложения.

По результатам проведенной работы можно сделать вывод о целесообразности применения специального тестового программного обеспечения для оценки точности встроенных GPS приемников Android устройств при их применении в задачах экологии.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДЕШИФРИРУЕМОСТИ ФОТОГРАФИЧЕСКИХ И РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СНИМКОВ**

### **COMPARATIVE ANALYSIS OF THE DIFFERABILITY OF THE PHOTOGRAPHIC AND RADAR IMAGES**

***М. Ф. Курьянович***

***M. F. Kuryanovich***

*Филиал «Институт геологии» Государственного предприятия «НПЦ по геологии»,  
г. Минск, Республика Беларусь  
mariakuryanovich@gmail.com*

*Branch “Institute of Geology” of the State Enterprise «SPC on Geology», Minsk, Republic of Belarus*

Представлен сравнительный анализ изобразительных и информационных свойств снимков оптического и радиодиапазона

The comparative analysis of the visual and informational properties of images of the optical and radio range is presented.

*Ключевые слова:* материалы дистанционных съемок, дешифрирование, радиодиапазон, радиолокационный снимок, фотографический снимок, почва.

*Keywords:* remote survey materials, interpretation, radio range, radar image, photograph image, soil.

В настоящее время существует большое разнообразие различных видов дистанционного зондирования, позволяющих получать изображения объектов земной поверхности от видимого до радиодиапазона. Однако для решения определенной задачи требуется правильный выбор необходимых типов снимков, что затруднительно сделать без знаний об их изобразительных и информационных свойствах.

Радиолокационные снимки по своим геометрическим и изобразительным свойствам существенно отличаются от снимков полученных оптическими системами дистанционного зондирования. Это обуславливается

техническими и технологическими особенностями радиолокационной съемки. Она относится к активным видам дистанционного зондирования и может проводиться в зоне электромагнитного спектра с длинами волн от нескольких миллиметров до метров. В отличие от пассивных видов дистанционных съемок, фиксирующих солнечное и собственное излучение Земли, в радиолокационных системах используется искусственное излучение, которое вырабатывается на борту носителя с помощью генератора, поступает на антенну и посылается к земной поверхности. Так как приемно-передающая антенна находится под определенным углом по отношению к земной поверхности, это сказывается на формировании изображения, а также на масштабе и пространственном разрешении радиолокационных снимков.

Суть взаимодействия электромагнитных колебаний с подстилающей поверхностью, обуславливающего тон радиолокационного изображения состоит в следующем:

- радиолокационный сигнал при падении на зеркальную поверхность, например воды, отражается в сторону от радиолокатора и в приемник не попадает. Следовательно, при фиксации его на пленке, почернение определяется только уровнем собственных шумов РЛС, поэтому водные объекты изображаются темным тоном;

- при падении луча на поверхность под углом  $90^\circ$  отражение будет происходить в обратном направлении, и величина отраженного сигнала будет максимальной, то есть чем больше крутизна склонов, тем более светлым тоном они изображаются на снимках;

- при взаимодействии сигнала РЛС с шероховатой поверхностью происходит явление диффузного рассеяния электромагнитных колебаний во всех направлениях, и поэтому только часть отраженных волн попадает в приемник РЛС. Интенсивность принятого отраженного сигнала в этом случае имеет очень широкий диапазон.

Радиолокационная съемка по отношению к фотографической и телевизионной съемке обладает рядом преимуществ, а именно:

- возможность проведения съемки в любое время суток и при любых погодных условиях (кроме грозовой облачности);

- независимостью разрешающей способности станции от дальности объекта;

- возможностью съемки без непосредственного полета над объектом;

- большой полоса захвата на местности при малой высоте полета;

- возможностью обнаружения объектов по их радиолокационным, а не оптическим контрастам;

- возможностью передачи полученной информации с борта носителя на наземные пункты по радиоканалу на значительные расстояния [1].

Отличительной особенностью электромагнитных волн радиодиапазона является способность их проникать вглубь объекта, а глубина их проникновения зависит от свойств подстилающей поверхности и длины волны. Чем больше длина волны, тем больше глубина ее проникновения, которая приблизительно равна половине ее длины. В песчаные отложения и пресную воду радиоволны проникают глубже, чем в глинистые породы и соленую воду.

Масштабы радиолокационных снимков определяются конструкцией радиолокационной станции, однако трудно дается постоянство масштаба, как по азимуту (по оси  $x$ ), так и по дальности (по оси  $y$ ). Масштаб по азимуту зависит от постоянства отношения скорости развертки по оси  $x$  к скорости самолета. Масштаб изображения по дальности также может быть неравномерным и изменяется в зависимости от угла облучения [1].

Пространственное разрешение изображений, получаемых радиолокационной системой бокового обзора зависит от размера импульса, сформированного в направлении перпендикулярном к полету, длительности импульса. Чем меньше размер импульса по ширине и чем меньше его длительность, тем выше разрешающая способность радиолокационной съемки [2].

Узконаправленный сигнал может формироваться при использовании крупногабаритных антенн, однако размер антенн ограничивается из-за технических возможностей их установки на космическом аппарате. Поэтому целесообразно использовать антенны с синтезированной апертурой, когда малогабаритная антенна олицетворяет собою как бы часть крупного антенного сооружения для приема отраженных сигналов. Геометрия формируемого радиолокационного изображения местности искажается вследствие влияния высоты полета, угловых перемещений спутника по курсу и тангажу, рефракции, влияния рельефа, возникновения радиотеней. Влияние источников погрешностей в определенной степени может быть ослаблено в процессе обработки оптическим путем или на цифровом уровне [2].

Физическое состояние земной поверхности (влажность, шероховатость) и технологические особенности формирования радиолокационного изображения накладывают свой отпечаток на его изобразительные и геометрические свойства. Если дешифровочные признаки природных объектов на аэрокосмических снимках полученные в оптическом диапазоне изучены достаточно детально, то возможности снимков радиодиапазона требуют изучения.

Цель исследований заключалась в изучении особенностей дешифрирования природных и антропогенных объектов по снимкам видимого и радиодиапазона.

Ключевой участок заложен в Солигорском р-не Минской обл. Для исследований использовались панхроматические и многозональные аэроснимки масштаба  $1 : 25\ 000$  и радиолокационные космические снимки различных сезонов съемки (зима, весна, лето) с пространственным разрешением на местности  $25\text{--}30$  м, полученные в диапазоне длин волн  $9,6$  см.

Вследствие того, что пространственное разрешение радиолокационных и фотографических снимков значительно различается, то и изображение отдельных объектов на них будет существенно отличаться.

Например, если на аэроснимках четко дешифрируются отдельные строения сельских населенных пунктов, то на радиолокационных снимках они изображаются в виде узких светлых полос. Следовательно, нами основное внимание было уделено дешифрированию площадных объектов.

Наиболее уверенно дешифрируются по черному тону изображения, как на фотографических, так и радиолокационных снимках независимо от сезона съемки, водные объекты (пруды, водохранилища, реки и шламохранилища калийного производства).

Участки, покрытые лесной растительностью, уверенно дешифрируются на радиолокационных снимках по светлому тону и зернистому рисунку изображения на общем сером фоне. Из фотографических снимков наиболее высокими изобразительными свойствами обладают инфракрасные снимки на которых хорошо дешифрируются не только земли занятые под лесной растительностью, но и их видовой состав – серым тоном изображаются хвойные породы, светло-серым – лиственные. Контуры под луговой растительностью на всех типах снимков изображаются однородным серым тоном.

На радиолокационных снимках весеннего и летнего залета контрастно светлым тоном дешифрируются солеотвалы. Благодаря теневому эффекту хорошо просматривается их ярустность. Светлый тон изображения солеотвалов объясняется максимальным отражением излучения от их стенок обращенных к приемной антенне.

Для территорий, занятых пахотными землями, характерен пятнистый рисунок изображения, который формируют контуры правильной геометрической формы различного тона – от светлого до темного. Мозаичность рисунка изменяется от однородного на зимних до пестрого на летних радиолокационных снимках, что обуславливается как физическим состоянием почвы, так и видовым составом и фенологическим состоянием сельскохозяйственной растительности. По отношению к фотографическим снимкам, на которых различные виды земель отличаются высокой выразительностью их дешифровочных признаков, изображение радиолокационных характеризуется значительной его диффузностью, что несколько затрудняет дифференциацию на них объектов путем дешифрирования.

Для дешифрирования почв радиолокационные снимки данного пространственного разрешения и спектрального диапазона малоэффективны. Из аэрофотоснимков для изучения почв наиболее информативными являются панхроматические, из многозональных – снимки, полученные в красной и инфракрасной зоне ранневесенних сроков съемки.

Выполненный анализ дешифрируемости радиолокационных и фотографических снимков показал многократное превосходство последних. Изобразительные и информационные свойства фотографических снимков значительно превосходят радиолокационные снимки.

Однако комплексное использование типов материалов дистанционных съемок позволяет получать разнообразную по содержанию, но взаимно дополняющую информацию об изучаемых объектах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Шалькевич, Ф. Е.* Методы аэрокосмических исследований : курс лекций / Ф. Е. Шалькевич. – Мн. : БГУ, 2006. – 161 с.
2. *Киенко, Ю. П.* Основы космического природоведения / Ю. П. Киенко. – М. : «Картогеоцентр» – «Геодезист», 1999. – С. 283

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ В ПРИРОДНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СРЕДАХ

## THE EFFICIENCY OF PARALLEL COMPUTATIONAL ALGORITHMS FOR MODELING OF RADIONUCLIDES MIGRATION IN NATURAL DISPERSE ENVIRONMENTS

**П. К. Шалькевич<sup>1</sup>, С. П. Кундас<sup>2</sup>**

**P. Shalkevich, S. Kundas**

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
pavel.shalkevich@gmail.com

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь  
kundas@tut.by

<sup>1</sup>Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Приведены результаты расчетов эффективности разработанных авторами параллельных вычислительных алгоритмов для моделирования миграции радионуклидов в природных дисперсных средах, а также дана оценка возможности их применения на ЭВМ с различным числом ЦПУ.

The paper considers the efficiency calculations results of the developed parallel computational algorithms for modeling of radionuclides migration in natural disperse environment and the possibilities of their application in computers with a various number of CPUs.

*Ключевые слова:* параллельные алгоритмы, параллельные вычисления, компьютерное моделирование, миграция радионуклидов.

*Keywords:* parallel algorithms, parallel computing, computer modeling, radionuclides migration.

Разработанные авторами параллельные вычислительные алгоритмы для моделирования миграции радионуклидов в природных дисперсных средах [1–3] практически реализованы в программном модуле, входящем в программный комплекс SPS (Simulation Processes in Soil) [4]. Для оценки возможностей применения разработанного программного модуля на ЭВМ различной архитектуры и различного пользовательского уровня в рамках настоящей работы проведен анализ вычислительной эффективности разработанных алгоритмов.

Для этих целей проведено моделирование миграции стронция-90 в дерново-подзолистой заболоченной почве со следующими физическими свойствами: pH = 4,8, содержание гумуса – 4,06 %, содержание P<sub>2</sub>O – 169 мг/кг, K<sub>2</sub>O – 503 мг/кг, CaO – 503 мг/кг, MgO – 128 мг/кг. В качестве аппаратного средства использовался персональный компьютер на базе шести-ядерного процессора AMD FX 6300. Расчет проводился для времени прогнозирования 365 суток для расчетной области размером 1000×1000×5 м с задействованием разного количества ядер ЦПУ.

Для оценки эффективности использован коэффициент  $\delta$ , который показывает, какой процент времени процессоры используют на проведение непосредственно вычислительных операций [5].

Из результатов, показанных в табл. 1–5 и зависимости, показанной на рисунке 1 видно, что разработанные параллельные вычислительные алгоритмы моделирования миграции радионуклидов стремятся к максимальной эффективности при увеличении числа задействованных при расчете ядер ЦПУ. При этом, ограничений на количество используемых для расчетов ядер нет – при достижении ускорения, равного 200 %, последующее увеличение ядер приведет к их разгрузке с сохранением ускорения расчетов на максимальном уровне.

Таблица 1 – Сравнительные результаты для решения задачи миграции Sr-90 в почве с помощью последовательного и параллельного алгоритмов стандартными средствами операционной системы

| Время последовательного расчета, с | Время параллельного расчета (распараллеливание на уровне алгоритма), с | Количество элементов сетки (n) | Эффективность распараллеливания ( $\delta$ ), % | Ускорение, % |
|------------------------------------|--|--------------------------------|---|--------------|
| 362 703                            | 272 184  | 107 801                        | 66,6  | 133          |
| 420 219                            | 315 697  | 129 704                        | 66,6  | 133          |
| 500 496                            | 375 401  | 216 108                        | 66,7  | 133          |
| 529 915                            | 397 593  | 275 002                        | 66,6  | 133          |
| 576 901                            | 432 980  | 531 701                        | 66,6  | 133          |
| 598 767                            | 450 162  | 1 124 738                      | 66,5  | 133          |

Таблица 2 - Сравнительные результаты для решения задачи миграции Sr-90 в почве с помощью последовательного и разработанного параллельного алгоритмов на трех ядрах ЦПУ

| Время последовательного расчета, с | Время параллельного расчета (распараллеливание на уровне алгоритма), с | Количество элементов сетки (n) | Эффективность распараллеливания (δ), % | Ускорение, % |
|------------------------------------|--|--------------------------------|--|--------------|
| 362 703                            | 242 658  | 107 801                        | 49,8                                   | 149,5        |
| 420 219                            | 281 061  | 129 704                        | 49,8                                   | 149,5        |
| 500 496                            | 334 966  | 216 108                        | 49,8                                   | 149,4        |
| 529 915                            | 355 694  | 275 002                        | 49,7                                   | 149,0        |
| 576 901                            | 384 657  | 531 701                        | 50,0                                   | 150,0        |
| 598 767                            | 406 591  | 1 124 738                      | 49,1                                   | 147,3        |

Таблица 3 – Сравнительные результаты для решения задачи миграции Sr-90 в почве с помощью последовательного и разработанного параллельного алгоритмов на четырех ядрах ЦПУ

| Время последовательного расчета, с | Время параллельного расчета (распараллеливание на уровне алгоритма), с | Количество элементов сетки (n) | Эффективность распараллеливания (δ), % | Ускорение, % |
|------------------------------------|--|--------------------------------|--|--------------|
| 362 703                            | 228 957  | 107 801                        | 39,6                                   | 158,4        |
| 420 219                            | 275 931  | 129 704                        | 38,1                                   | 152,3        |
| 500 496                            | 310 549  | 216 108                        | 40,3                                   | 161,2        |
| 529 915                            | 334 578  | 275 002                        | 39,6                                   | 158,4        |
| 576 901                            | 359 817  | 531 701                        | 40,1                                   | 160,3        |
| 598 767                            | 362 517  | 1 124 738                      | 41,3                                   | 165,2        |

Таблица 4 – Сравнительные результаты для решения задачи миграции Sr-90 в почве с помощью последовательного и разработанного параллельного алгоритмов на пяти ядрах ЦПУ

| Время последовательного расчета, с | Время параллельного расчета (распараллеливание на уровне алгоритма), с | Количество элементов сетки (n) | Эффективность распараллеливания (δ), % | Ускорение, % |
|------------------------------------|--|--------------------------------|--|--------------|
| 362 703                            | 210 518  | 107 801                        | 34,5                                   | 172,3        |
| 420 219                            | 259 456  | 129 704                        | 32,4                                   | 162,0        |
| 500 496                            | 298 567  | 216 108                        | 33,5                                   | 167,6        |
| 529 915                            | 313 549  | 275 002                        | 33,8                                   | 169,0        |
| 576 901                            | 348 956  | 531 701                        | 33,1                                   | 165,3        |
| 598 767                            | 356 598  | 1 124 738                      | 33,6                                   | 167,9        |

Таблица 5 – Сравнительные результаты для решения задачи миграции Sr-90 в почве с помощью последовательного и разработанного параллельного алгоритмов на шести ядрах ЦПУ

| Время последовательного расчета, с | Время параллельного расчета (распараллеливание на уровне алгоритма), с | Количество элементов сетки (n) | Эффективность распараллеливания (δ), % | Ускорение, % |
|------------------------------------|--|--------------------------------|--|--------------|
| 362 703                            | 211 259  | 107 801                        | 28,6                                   | 171,7        |
| 420 219                            | 249 568  | 129 704                        | 28,1                                   | 168,4        |
| 500 496                            | 292 658  | 216 108                        | 28,5                                   | 171,0        |
| 529 915                            | 305 293  | 275 002                        | 28,9                                   | 173,6        |
| 576 901                            | 335 489  | 531 701                        | 28,7                                   | 172,0        |
| 598 767                            | 348 610  | 1 124 738                      | 28,6                                   | 171,8        |

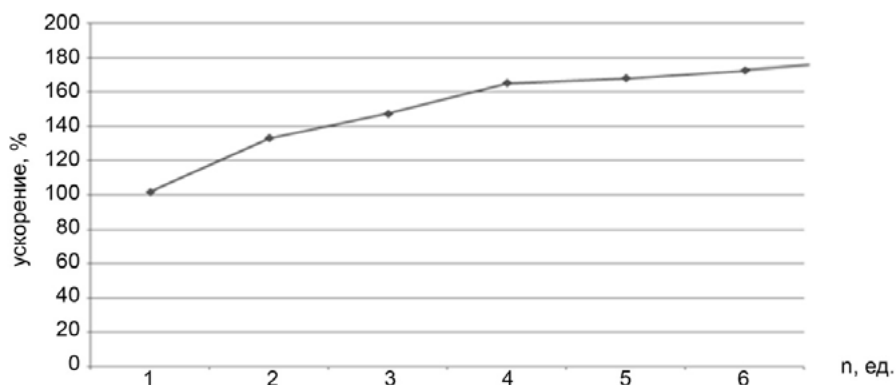


Рис.1. – Влияние количества ядер ЦПУ на ускорение разработанных вычислительных алгоритмов

Таким образом, увеличение числа ядер ЦПУ, используемого для прогнозирования миграции радионуклидов с помощью разработанных алгоритмов и программных средств, приводит к получению максимально возможного ускорения расчетов и сокращению времени, затрачиваемого на проведение моделирования, что особенно актуально при выполнении работ по долгосрочному прогнозированию (годы, десятки лет). При этом, аппаратная часть, реализующая параллельные вычисления, будет использоваться максимально также эффективно, что имеет особое значение при учете возможностей и перспектив применения разработанных вычислительных алгоритмов и программных средств не только на передовых стационарных ЭВМ, но и на современных серверных системах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кундас, С. П. Компьютерное моделирование миграции загрязняющих веществ в природных дисперсных средах / С.П. Кундас, И.А. Гишкелюк, В.И. Коваленко, О.С. Хилько; под общ. ред. С.П. Кундаса – Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2011. – 212 с.
2. Шалькевич, П. К. Применение алгоритма параллельных вычислений задачи неизотермического влагопереноса в природных дисперсных средах / П.К. Шалькевич, С.П. Кундас, И.А. Гишкелюк // Информатика. – 2014. – №1 (44). – С. 44-51.
3. Шалькевич, П. К. Алгоритм параллельных вычислений задачи неизотермического влагопереноса в природных дисперсных средах / П.К. Шалькевич, С.П. Кундас, И.А. Гишкелюк // Доклады БГУИР. – 2014. – №5 (83). – С. 90-94.
4. Кундас, С. П. Методы долгосрочного прогнозирования взаимосвязанного тепловлагопереноса и миграции загрязняющих веществ в природных дисперсных средах с применением технологии параллельных вычислений / С.П. Кундас, П.К. Шалькевич, И.А. Гишкелюк // Материалы республиканской науч.-практ. конф. «Радиация, экология и техносфера = Radiation, environment and man-risk factor». Гомель, 3-4 дек. 2015// редк.: И.А.Чешик (гл. ред.) и др. – Минск: Ин-т. Радиологии. – С. 153-157.
5. Шпаковский, Г.И. Организация параллельных ЭВМ и суперскалярных процессоров / Г.И. Шпаковский. – Мн.: Белгосуниверситет, 1996. – 296 с.

## **КРУГЛЫЙ СТОЛ**

**«АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ  
ЛИНГВИСТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ  
СПЕЦИАЛИСТОВ  
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ  
К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ И МЕЖКУЛЬТУРНОЙ  
КОММУНИКАЦИИ»**

# К ВОПРОСУ ОБ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ НЕЯЗЫКОВЫХ ВУЗОВ НЕМЕЦКИМ ФРАЗЕОЛОГИЗМАМ И ФОРМИРОВАНИИ У НИХ УСТАНОВКИ НА ФРАЗЕОЛОГИЗАЦИЮ ИХ РЕЧИ

## TO THE QUESTION OF THE TEACHING OF STUDENTS OF NON-LINGUISTIC INSTITUTIONS TO GERMAN PHRASEOLOGY AND DEVELOPMENT THEIR SPEECH BASED ON PHRASEOLOGICAL UNITS

*Н. А. Козловская*

*N. Kozlovskaya*

*Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Республика Беларусь  
natkazoloukaya@mail.ru  
Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus*

Доклад посвящен необходимости изучения фразеологических единиц. Для более глубокого проникновения в немецкий язык следует знать и понимать устойчивые выражения, поговорки и фразеологизмы, которые закрепляют в языке смыслы основных культурных универсалий и, как правило, не имеют аналогов в других языках. Поэтому следует способствовать расширению фразеологического диапазона студентов и включать фразеологизмы в ту речевую деятельность на немецком языке, которая может осуществляться на аудиторных занятиях и во время самостоятельной работы студентов.

The report is devoted to the need to study phraseological units. For a deeper penetration into the German language, one should know and understand stable expressions, sayings and idioms, which fix in the language the meanings of the main cultural universals and, as a rule, have no analogues in other languages. Therefore, it should promote the expansion of the phraseological range of students and include phraseological units in the speech activity in the German language, which can be carried out in the classroom and during the independent work of students.

*Ключевые слова:* фразеологизмы, немецкая культура, ценности национальной культуры, смыслы фразеологизмов, общение.

*Keywords:* phraseological units, German culture, values of national culture, the meaning of phraseological units, communication.

Для полноценного общения с жителями Германии знания грамматики и лексики не совсем достаточно. Для того, чтобы глубоко проникнуть в немецкий язык, следует знать и понимать устойчивые и крылатые выражения, поговорки и пословицы. Фразеологические единицы, при уместном их применении, оживляют и украшают речь, и именно они являются важным строительным материалом любого языка. С позиций культурологии фразеологизмы закрепляют в языке смыслы основных культурных универсалий, которые появились вследствие определенных исторических событий или сформировались в процессе социокультурной динамики.

Такие речевые обороты, как правило, не имеют аналогов в других языках, они пришли в язык из Библии, их называют «библиизмами». Всем известны такие фразеологические выражения, как *richttet nicht, damit ihr nicht gerichtet werdet* (не суди и несудимым будешь) или *wer Windsät, wird Sturmernten* (что посеешь, то и пожнешь). Некоторые отрывки из Библии так плотно закрепились в повседневной жизни, что утратили семантическую связь с первоисточником и часто воспринимаются как цитаты. Часть речевых оборотов мы получили и из античной мифологии, заимствованные из латинского и греческого языков. Примерами тому являются такие «крылатые выражения», как «*Degustibus non est disputandum*» (по-немецки: «*Über Geschmack kann man nicht streiten*», русский эквивалент которого – «О вкусах не спорят») или «*Divide et impera!*» (по-немецки: «*Teile und herrsche*»), что по-русски означает «разделяй и властвуй»).

В связи с этим преподаватели иностранных языков констатируют тот факт, что большим недостатком является, так называемая фразеологическая бедность речи студентов. При обучении студентов технических вузов любому иностранному языку одним из самых ключевых моментов является расширение их словарного запаса. Как пишет Мальцева Д. Г.: «Овладеть фразеологией иностранного языка – значит добиться высокой степени владения языком, т.к. фразеология является одним из наиболее сложных аспектов изучения иностранного языка» [1]. Фразеологизмы немецкого языка представляют интерес в лингвострановедческом плане, а с другой стороны, именно они и представляют особую сложность как при изучении немецкого языка, так и при общении с носителями языка в процессе межкультурной коммуникации. Изучение фразеологизмов немецкого языка в лингвострановедческом плане поддерживает у студентов большой интерес к иностранному языку, что очень важно для учебного процесса.

Расширение фразеологического диапазона студентов зависит от специфики аудитории, от субъективного желания студентов обогатить свою речь фразеологизмами и от реальной способности органического включения



фразеологизмов в ту речевую деятельность на немецком языке, которая может осуществляться на аудиторных занятиях и во время самостоятельной работы студентов. Иными словами, успех обучения зависит от «намерения употребить» и от реальной возможности употребления [2].

Понятие фразеологизма в лингвистике и на сегодняшний день очень неоднозначно, тем не менее у всех фразеологических единиц есть какие-то общие черты. При сопоставлении их со словом или словосочетанием мы можем выделить следующие категориальные признаки: лексическое значение, компонентный состав, наличие грамматических категорий. Выявление данных признаков даёт возможность определить фразеологизм как семантически неразложимое словосочетание, которому свойственны постоянство особого целостного значения, компонентного состава, грамматических категорий и экспрессии.

В предложениях фразеологизмы, как правило, выступают в качестве целого элемента и выполняют функцию одного члена предложения. А вот роль какого члена предложения может выполнять тот или иной фразеологизм, зависит от его синтаксической функции, то есть его соотносительности с определённой частью речи. Особый интерес вызывают у студентов фразеологические выражения, которые полностью состоят из слов со свободным значением и с точки зрения их синтаксической структуры эквиваленты предложениям или выступают в качестве отдельного предложения.

По коммуникативной направленности можно при этом выделить общеупотребительные пословицы: *es ist nicht alles Gold, was glänzt* (не все то золото, что блестит); *viele Kocheverderbenden Brei* (у семи нянек дитя без глаза), *Stein und Beinfrieren* (окоченеть от холода), *er hat das Herz auf dem rechten Fleck* (у него сердце на нужном месте) или *mass hält in alle Dingen, der wird's auch zuetwas bringen* (кто во всем соблюдает меру, тот добьётся своего). Подобные фразеологические выражения также называют «крылатыми выражениями» и выделяют во многих классификациях в особую группу.

Немаловажную и познавательную роль при изучении фразеологических единиц, несомненно, играет их страноведческий аспект немецкого языка, поскольку он знакомит нас с образом жизни народа, с фактами природно-географической среды страны, ее истории, экономики и т. д. в ходе всего курса изучения языка. О чем повествуют нам фразеологизмы коренных немецкоязычных жителей, и что же они могут выражать?

Во-первых, они могут отражать свою национальную культуру всеми элементами при их отсутствии в других культурах. Так, например, фразеологизм *fluchen wie ein Landsknecht*, (смысловый эквивалент – ругаться, на чем свет стоит) происходит от ландскнехтов, которые были воинами немецкой пехоты, имели собственное оружие и, побывав во многих странах, умели ругаться на разных языках.

Во-вторых, они могут отражать национальную культуру элементами уже своего состава. Например, *etwas am grünen Tischentscheiden* (решать что-то за зеленым столом). Это устойчивое выражение означает принятое в городской ратуше за столом, покрытым зеленым бархатом, бюрократическое решение, которое является неблагоприятным для народа.

И, в-третьих, отражение национальной культуры может осуществляться при помощи своих прототипов. Так, например, фразеологизм *lange Bohnenstange* (буквально: длинная подборка для бобов, фасоли) объясняется тем, что в немецких деревнях с древних пор выращивали бобы, фасоль и для того, чтобы побеги этих вьющихся растений поднимались вверх, ставили подпорки – *die Stangen* [3].

Также одним из ключевых моментов в обучении немецким фразеологизмам и формирования у студентов установки на фразеологизацию их речи, необходимо обоснованно и продуманно подходить к процессу отбора подходящих к данной изучаемой теме фразеологических единиц. Необходимые и подходящие для изучаемой темы фразеологизмы можно сгруппировать, учитывая такие критерии, как:

- употребительность фразеологических единиц в повседневной речи носителей языка;
- возможность плавного внедрения фразеологизмов в учебно-речевую деятельность студентов;
- эстетическая привлекательность фразеологических единиц для студентов;
- семантическая незаменимость фразеологизмов.

В результате такого комплексного применения приведенных выше критериев для отбора фразеологических единиц можно сформировать специальную базу фразеологических единиц для обучения студентов. В ходе проведения наиболее точного отбора рекомендуется еще решить следующие задачи:

- установить критерии отбора фразеологизмов и процедуру их применения для получения первичных показателей по каждому критерию;
- определить сравнительную валентность каждого критерия и вычислить на этом основании вторичные, окончательные показатели фразеологических единиц; после чего сформировать базу фразеологизмов.

Существует несколько методических исследований, темой которых являлся отбор фразеологизмов и его критерии для обучения иностранным языкам. В основном все исследователи исходят из перечня «принципов» отбора иноязычной лексики, модифицируя их для нужд отбора фразеологизмов. Наверное, самый полный перечень принципов отбора дан И. В. Рахмановым. Он предлагает выделить такие принципы, как соответствие установленной тематике и учебным потребностям, сочетаемость, образцовость, стилистический принцип, общеупотребительность, частотность, семантическая незаменимость, исключение синонимов, исключение фразеологических единиц, совпадающих с единицами родного языка, связь с общим словарным фондом, связь с минимумом отобранных слов, связь с грамматическим минимумом, многозначность, трудность понимания и усвоения, преимущественное использование в устной речи [4].

Для максимально возможной фразеологизации речи на роль решающих принципов отбора фразеологического материала следует выдвинуть следующие принципы:

1) употребительность на стилистическом уровне обиходной речи образованных людей – носителей языка, т. к. этот принцип оправдан уже тем, что объектом обучения не должны быть фразеологизмы, появление которых в речи носителей языка «в диковинку»;

2) принцип привлекательности отбираемых фразеологических единиц для обучаемого, то есть мотивированность их усвоения. Этот принцип основывается на субъективной тенденции аудитории к обогащению своей речи фразеологизмами, а его привлекательность базируется на интеллектуально-эмоциональном влиянии образности, оригинальности, внутренней противоречивости буквального и переносного значений фразеологических единиц, меткости формулировки, лаконичности;

3) употребительность фразеологических единиц в студенческой сфере общения, здесь имеются в виду студенты с очень высоким уровнем подготовки, когда можно предполагать, что диапазон реально-речевой коммуникации обычных бесед студентов на родном языке почти полностью обеспечен немецкоязычными эквивалентами.

Исходя из вышесказанного, следует сказать, что при общении существенную роль играют фразеологические единицы. Студент, который овладеет хоть и небольшой фразеологией иностранного языка добьется более высокой степени владения языком, т.к. фразеология является одним из наиболее сложных аспектов изучения иностранного языка. Для человека, изучающего иностранный язык, фразеологизмы чужого языка всегда представляют значительные трудности, особенно в том случае, если в родном языке коммуниканта нет аналогичной по образу и значению фразеологической единицы. Рассмотрение фразеологизмов немецкого языка на фоне исторического, экономического, политического и культурного развития страны обеспечивает более глубокое проникновение в суть этих единиц, более глубокое понимание образа, который лег в основу фразеологизма. И это важно для учебного процесса, так как с методической точки зрения вскрытие мотивировки фразеологизмов повышает уровень владения ими, обеспечивает лучшую запоминаемость, повышает интерес к языку. Анализ фразеологического состава современного немецкого языка с точки зрения лингвострановедения позволяет выделить достаточно большой пласт фразеологии с национально-культурным компонентом в своей семантике, что подтверждает положение о том, что фразеология наряду с лексикой является средоточием фоновых знаний.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мальцева, Д. Г. Фразеологические единицы немецкого языка в лингвострановедческом аспекте и проблемы перевода / Д. Г. Мальцева. – М.: Всесоюзный центр переводов, 1993. – С. 98.
2. Сологуб, Ю. П. Путешествие в мир фразеологии / Ю. П. Сологуб. – М.: Просвещение, 1981. – С. 78.
3. Бинович, Л. Э. Немецко-русский фразеологический словарь / Л. Э. Бинович. – М.: Аквариум, 1995. – С. 348.
4. Рахманов, И. В. Основные направления в методике преподавания иностранных языков в XIX–XX вв. / И. В. Рахманов, Н. И. Гез, И. А. Зимняя, С. К. Фоломкина. – М.: Педагогика, 1972. – С. 122.

## РАЗВИТИЕ СПОСОБНОСТЕЙ ПОНИМАНИЯ СМЫСЛА ИНОЯЗЫЧНОГО ТЕКСТА КАК СУБЪЕКТОДЕЯТЕЛЬНОСТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИНОЯЗЫЧНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ

### SENSE COMPREHENSION CAPABILITYTIES DEVELOPMENT AS A PEDAGOGIC TECHNOLOGY OF ANOTHER LANGUAGE PROFESSIONAL COMPETENCE FORMATION

***В. В. Царенкова, С. И. Шпановская***  
***V. Tsarenkova, S. Shpanovskaya***

*Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Республика Беларусь*  
*vvvary@inbox.ru*  
*Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus*

Профессионально ориентированное чтение на иностранном языке является одним из важных аспектов в формировании коммуникативной компетенции студентов. Целью работы было выявление основных умений и соответствующих им упражнений для формирования навыков чтения на иностранном языке.

Professionally oriented reading in a foreign language is one of the important aspects in the formation of students' communicative competence. The aim of the report is to identify the basic skills and relevant exercises to develop reading skills in a foreign language.

*Ключевые слова:* профессионально ориентированное чтение, преподавание иностранного языка, языковая компетенция, языковая ситуация.

*Keywords:* professionally oriented reading, foreign language teaching, the language competence, the language situation.

В процессе подготовки специалистов важная роль принадлежит их обучению профессионально ориентированному чтению на иностранном языке. Знание иностранного языка, профессионально ориентированной иноязычной лексики позволяет получать информацию по специальности из зарубежных источников.

При обучении чтению практикой в речевой деятельности является чтение студентами текстов по специальности, и учебная эффективность этой практики самым непосредственным образом зависит от того, как студент к ней подготовлен, владеет ли он релевантными средствами (языковым материалом) и приемами работы с текстом. Цель настоящего исследования – выявить основные умения и соответствующие им упражнения для формирования навыков чтения на иностранном языке студентами неязыкового вуза

Известно, что интерпретация текста происходит в процессе решения читающими множества мыслительных задач, которые связаны с осмыслением получаемой во время чтения информации. Особенность переосмысления заключается в том, что оно происходит у студента сразу на различных уровнях. На каждом этапе чтения ему приходится одновременно решать несколько задач, требующих комплексного применения разнообразных умений, что вызывает затруднения у многих студентов [1].

С учетом данных психологии о том, что всякая развернутая деятельность осуществляется некоторой совокупностью действий, подчиненных определенным целям, вытекающим из общей цели, в методике обучения чтению выделяют задачи (частные цели) и умения, необходимые для их решения. Это помогает варьировать трудности в процессе обучения профессионально ориентированному чтению: студенты приобретают необходимые навыки и умения сначала в относительно изолированном виде, а потом учатся их сопоставлять. Первое осуществляется путем многократного решения мыслительных задач одного типа, второе – путем одновременного решения задач разного типа. Такая предварительная отработка компонентов деятельности (ее элементов) дает возможность студенту овладеть отдельными этапами, которые объединяют все умения, а затем автоматизирует их, благодаря чему комплексное применение этих операций в процессе осуществления самой деятельности (чтения) вызывает значительно меньше затруднений. Эти функции выполняют упражнения, так как только в специально составленном упражнении то или иное действие можно повторить необходимое число раз, противопоставить его интерферирующему, сочетать его с другими и т. д. Причем целью этой работы является не столько формирование навыков чтения профессионально ориентированного текста, сколько овладение студентами именно основными этапами чтения [2].

Трудности, с которыми сталкивается читающий в процессе чтения, можно условно (т.к. они все связаны между собой) разделить на три группы, которые соответствуют уровням переработки поступающей информации. Трудности первой группы относятся к процессам восприятия написанного и его «перевода» в значимые единицы. Трудности второй группы связаны с извлечением находящейся в тексте информации [3]. Трудности третьей группы определяются умением осмысливать полученную информацию. Решение задач первых двух групп характеризует полноту и точность понимания текста; решение задач третьей группы проявляется в глубине его понимания.

При изучении иностранного языка в неязыковом вузе главной целью обучения является овладение будущим специалистом основными навыками чтения. Прежде всего, это умения, нацеленные на понимание языкового материала как знакомого студенту, так и ранее ему неизвестного. Упражнения для формирования таких умений должны быть направлены на овладение студентом соответствующей лексикой и грамматикой. Назначение этих упражнений мы рассматриваем не столько с точки зрения овладения студентами правилами чтения, сколько с позиции формирования зрительно-слухомоторного образа изучаемых единиц в долговременной памяти студента. Только этих упражнений недостаточно. Должны быть также упражнения, позволяющие запоминать специфические термины, словосочетания, устойчивые выражения, присущие медицинским специальностям.

Также необходимо, чтобы слова в упомянутых и аналогичных упражнениях давались и в исходной (словарной) форме, и в «замаскированном» виде, то есть то или иное слово должно встречаться в упражнениях во всех возможных его формах, причем выделение / нахождение определенной формы также должно быть самостоятельной целью ряда упражнений. Наконец, упражнения следует выполнять путем чтения как вслух, так и про себя [4]. Одно только чтение вслух не может обеспечить развития техники чтения про себя нужного уровня хотя бы уже потому, что оно сопровождается полным озвучиванием воспринимаемого материала, тогда как чтение про себя опытным чтецом характеризуется свернутым проговариванием и во внутренней речи.

Следует также использовать упражнения, развивающие умения оперировать незнакомой лексикой. При чтении на иностранном языке специалист может сталкиваться с незнакомыми словами.

Поэтому задача преподавателя заключается в том, чтобы научить студента находить их перевод так, чтобы не нарушить процесс чтения как процесс получения информации. Такое обучение ведётся в двух направлениях: студента учат находить значения незнакомых слов, основываясь на его языковой базе, и по словарю.

Умение понять значение незнакомого слова из контекста называется языковой догадкой. При этом студент может, опираясь на свой опыт в иностранном языке и знания соответствующих корней, суффиксов, распознать их в незнакомом слове и догадаться о его значении. Также в распознавании незнакомого слова может помочь его похожесть на аналогичное слово родного языка. Наконец, студент может догадаться о значении какого-то слова, исходя из общего контекста предложения или даже всего текста. Таким образом, для осмысленного чтения ино-

язычного текста студенту необходим определенный речевой опыт в родном и иностранном языках в качестве базы, необходимой для применения различных приемов определения значения незнакомых слов.

Поэтому при обучении пониманию производных слов внимание должно быть уделено разложению слова на морфемы, причем узнавание соответствующих морфем должно быть максимально автоматизировано. У студентов следует также развивать умение находить для иностранного слова похожее слово родного языка, способность корректно его озвучить, для чего и требуется знание правил чтения. Наконец, при обучении пониманию слов на основе контекста ведущую роль приобретает формальный и смысловой анализ последнего. Во всех случаях этот анализ должен быть четко направленным на объект понимания – вычленяется только то, что может служить ключом к пониманию незнакомого слова. Указанные виды работы проводятся преимущественно на материале специально подобранных предложений.

Формирование навыков в использовании двуязычного словаря следует начинать с конкретных заданий и упражнений, которые не требуют его применения, но подготавливают обязательные для этого навыки работы [5]. К ним относятся упражнения в быстром расположении слов по алфавиту, в назывании начальной формы слова (которое может быть дано среди других изолированных слов или в предложении), в определении по формальным признакам принадлежности слова к той или иной части речи и т. д. Немаловажную роль в развитии необходимых умений играют упражнения, которые учат соотносить значение слова с контекстом (см. выше).

Различные задания, выполняемые студентом со словарем, должны охватывать случаи, с которыми он может столкнуться при чтении: значение слова в предложении (а также упражнения целесообразно строить на материале предложений) совпадает с одним из переводов, данных в словаре; значения одного и того же слова в разных предложениях совпадают с несколькими из переводов, приводимых в словаре; ни один из переводов слова в словаре не «подходит» к переводу слова в предложении. Все эти упражнения применяются с целью научить студента выбирать правильное значение слова из числа имеющихся в словаре, опираясь на контекст предложения, а не подставлять механически слова из родного языка.

В овладении навыками чтения на иностранном языке важная роль принадлежит умениям, связанным с пониманием содержания текста. Под пониманием текста подразумевается получение конкретной информации и ее дальнейшее перекодирование, что в психологии соотносится с двумя уровнями понимания – уровнем значения и уровнем смысла.

Получение конкретной информации базируется на умениях, которые связаны с восприятием языка текста, поэтому наличие умений является необходимым условием осмысления прочитанного. Овладение только этими умениями не помогает сформировать навыки чтения у студента.

Читая развернутый текст, студент воспринимает содержащуюся в нем информацию и производит ее обработку, объединяя отдельные факты во взаимосвязанное целое и тем самым осознавая прочитанное.

Это требует от студента умения выявления в тексте отдельных опорных, ключевых слов и наиболее существенных фактов, что, в свою очередь, предполагает умение давать оценку получаемой информации с точки зрения отнесения ее к основной или второстепенной. Студент должен обобщить полученную информацию, установить связь между смысловыми группами и предугадать дальнейшее развитие событий [6].

Понимание текста требует от студента умения сделать вывод или обобщить полученную информацию, определить идею, смысл текста, который может быть в нем скрыт, оценить изложенные факты, соотнести их со своим опытом / знаниями в данной области, и интерпретировать прочитанное, что включает понимание и подтекста.

При обучении чтению на иностранном языке в неязыковом вузе должны использоваться упражнения, направленные на восприятие текста, извлечение из него информации, умение ее осмысливать. Для понимания языкового материала студент должен овладеть соответствующей лексикой и грамматикой, научиться понимать незнакомые слова с помощью известных ему частей слов и исходя из контекста предложения.

Важная роль в обучении отводится пониманию производных слов, формированию навыков использования двуязычного словаря. Для понимания текста студент должен овладеть навыками выделения главной и второстепенной информации, предвидения ее развития и интерпретации скрытого смысла прочитанного.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гез, Н. И. Методика обучения иностранным языкам в средней школе / Н. И. Гез [и др.]. – М.: Высшая школа, 1982. – С. 211.
2. Карпов, И. В. Психологическая характеристика процесса понимания и перевода учащимися иностранных текстов / И. В. Карпов. – М.: Высшая школа, 1992. – С. 28.
3. Борозенец, Г. К. Формирование коммуникативной профессиональной компетентности студентов неязыковых вузов: интегративный подход / Г. К. Борозенец. – Воронеж, 2008. – 248 с.
4. Фоломкина, С. К. Некоторые вопросы обучения чтению на иностранном языке в неязыковом вузе / С. К. Фоломкина // Методика обучения иностранным языкам. – М.: Рус. язык, 1991. – С. 115.
5. Маслова, Н. М. Основы работы над текстом / Н. М. Маслова. – М.: МГЛУ, 2006. – С. 83.
6. Бим, И. Л. Некоторые актуальные проблемы современного обучения иностранным языкам / И. Л. Бим // Иностранные языки в школе. – 2002. – № 4. – С. 5–7.

---

# СОДЕРЖАНИЕ

---

## ЧЕТВЕРТЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УКЛАД И ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ

|   |    |
|---|----|
| ОНТОЛОГИЗАЦИЯ ПРОСТРАНСТВА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО<br>ОБРАЗОВАНИЯ КАК УСЛОВИЕ ЕГО РАЗВИТИЯ |    |
| <i>М. П. Бузский</i> .....  | 4  |
| СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ КАК ИНДИКАТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОЗНАНИЯ          |    |
| <i>А. А. Вербицкая</i> .....  | 6  |
| ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОМИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ БЕЛАРУСИ             |    |
| <i>А. В. Соколова</i> .....   | 9  |
| ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОЗНАНИЕ И ЗАБОТА О ПРИРОДЕ   |    |
| <i>А. З. Черняк</i> .....   | 11 |

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В ИНТЕРЕСАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

|  |    |
|--|----|
| НЕПРЕРЫВНОЕ УЛУЧШЕНИЕ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ<br>В ИНТЕРЕСАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ  |    |
| <i>Г. В. Бельская</i> .....  | 15 |
| ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  |    |
| <i>В. П. Майкова, Э. М. Молчан</i> .....   | 18 |
| АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В РЕСПУБЛИКАНСКОМ ЦЕНТРЕ ГОСУ-<br>ДАРСТВЕННОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ МИНПРИРОДЫ |    |
| <i>М. С. Симонюков, Д. А. Мельниченко</i> .....  | 20 |

## МЕТОДЫ БИОМЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

|   |    |
|---|----|
| БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ СУБСТАНЦИИ ИЗ ВОДОРΟΣЛЕЙ<br>КАК ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ПРЕПАРАТЫ  |    |
| <i>О. И. Боднар, В. В. Грубинко, О. В. Галыняк</i> .....  | 24 |
| ЭКСПРЕССИЯ ГЕНОВ ЦИКЛООКСИГЕНАЗЫ-2<br>И ТИРОЗИНКИНАЗНОЙ ФОСФАТАЗЫ У ПАЦИЕНТОВ<br>С РЕЗЕКТАБЕЛЬНЫМ РАКОМ ЖЕЛУДКА ПА-IIIС СТАДИЙ                            |    |
| <i>О. А. Давыдова-Лойко, Р. М. Смолякова, М. Ю. Ревтович</i> .....  | 27 |
| РЕДКИЙ СЛУЧАЙ ГЕМОЛИТИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ НОВОРОЖДЕННОГО, ВСЛЕДСТВИЕ ИЗОИММУНИ-<br>ЗАЦИИ ПО RH"(E)-АНТИГЕНУ СИСТЕМЫ РЕЗУС                                      |    |
| <i>О. А. Платонова, Е. Н. Альферович, Л. В. Грак</i> .....  | 30 |
| ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕЦИЗИОННОЙ ТЕРМОМЕТРИИ<br>ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКА РАЗВИТИЯ ЛУЧЕВЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ У ПАЦИЕНТОВ<br>СО ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫМИ НОВООБРАЗОВАНИЯМИ КОЖИ |    |
| <i>О. С. Спиридонова, Е. Э. Константинова, Д. И. Козловский</i> .....   | 33 |
| РАЗРАБОТКА ПРЕПАРАТИВНОГО СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ЦИКЛО-ДИ-АМФ  |    |
| <i>К. С. Хмелевская, И. С. Казловский, А. И. Зинченко</i> .....   | 36 |

## ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ И ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКИ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

|   |    |
|---|----|
| ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАЗВИТИЯ РАКА ЛЕГКИХ И БРОНХОВ<br><i>А. А. Алексеева, В. В. Голикова</i> .....   | 38 |
| ПСИХОБИОТИКИ – НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ<br><i>Е. В. Жук, Л. В. Капрельяни</i> .....   | 41 |
| БИОКОНВЕРСИЯ ОТРУБЕЙ В ПИЩЕВЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ДОБАВКИ<br><i>Л. В. Капрельяни, Н. Г. Бужилов, Л. Г. Пожиткова</i> .....   | 43 |
| МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТА<br>В РАЙОНЕ БЕЛОРУССКОЙ АЭС: ГОЛОЛЕДО- И ТУМАНООБРАЗОВАНИЕ<br><i>М. Л. Михайлюк, Т. В. Михайлюк, А. Г. Трифонов</i> .....   | 46 |
| МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕНОСА И НАКОПЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ<br>В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ В ЗОНЕ НАБЛЮДЕНИЯ БЕЛОРУССКОЙ АЭС<br><i>Т. В. Михайлюк, М. Л. Михайлюк, А. Г. Трифонов</i> .....   | 48 |
| НОРМАЛИЗАЦИИ СИГНАЛА ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ<br>В ПРОГРАММЕ РYТНОН-НRM ПРИ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ОБРАЗЦОВ МЕТОДОМ<br>ВЫСОКОРАЗРЕШАЮЩЕГО ПЛАВЛЕНИЯ АМПЛИКОНОВ (НRM-АНАЛИЗ)<br><i>Е. В. Снытков, Е. Г. Смирнова, В. Н. Купень</i> ..... | 51 |
| РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ИГРОВОЙ ЗАВИСИМОСТИ<br>СРЕДИ СТУДЕНТОВ МГЭИ ИМ. А. Д. САХАРОВА БГУ<br><i>Е. В. Снытков, И. В. Григорьева, С. Б. Мельнов</i> .....  | 53 |

## АДАПТАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ЧЕЛОВЕКА К ЕСТЕСТВЕННЫМ И ЭКСТРЕМАЛЬНЫМ ФАКТОРАМ СРЕДЫ

|   |    |
|---|----|
| CATHEPSINS, GLYCOSAMINOGLYCANS AND BIOLOGICAL ROLE OF THEIR INTERACTIONS<br><i>K. Bojarski, S. Samsonov</i> .....   | 57 |
| THE EFFECT OF SOME CHEMICAL ADDITIVES ON THE FOAMING<br>PRFORMANCE OF THE PASTEURIZED LIQUID EGG WHITE<br><i>M. Özcan, V. Lemiasheuski, H. Yavuz</i> .....  | 60 |
| ТОКСИКОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ<br>ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТИРОВАНИЯ ПРЕПАРАТА<br>В ОБЪЕКТАХ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА<br><i>М. М. Бойко, В. А. Стельмах,</i> .....   | 62 |
| <b>GANODERMA LUCIDUM</b> КАК ИСТОЧНИК БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ<br><i>А. К. Лямцева, А. С. Чубарова</i> .....   | 64 |
| ИЗУЧЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЛИМФОЦИТЫ ЧЕЛОВЕКА<br>АМИЛОИДНЫХ АФИБРИЛ И КОМПЛЕКСА ИОНОВ АЛЮМИНИЯ<br>И АМИЛОИДНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ ЛИЗОЦИМА МЕТОДОМ ДНК-КОМЕТ<br><i>А. С. Скоробогатова, Е. И. Венская, Е. И. Слобожанина</i> ..... | 67 |
| ОСОБЕННОСТИ ФАРМАКОЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА<br>ПРИМЕНЕНИЯ РЕНТГЕНОКОНТРАСТНЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ<br>ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ОБСЛЕДОВАНИЯХ С КОНТРАСТНЫМ УСИЛЕНИЕМ<br><i>А. И. Шарейко, В. О. Лемешевский</i> .....                            | 70 |

## БИОЭКОЛОГИЯ. БИОИНДИКАЦИЯ. РАДИОБИОЛОГИЯ

|   |    |
|---|----|
| ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ ОРНИТОФАУНЫ ЛОШИЦКОГО<br>УСАДЕБНО-ПАРКОВОГО КОМПЛЕКСА ГОРОДА МИНСКА<br><i>А. В. Жилкевич, Е. К. Свистун, М. Г. Ясоев</i> .....                     | 74 |
| ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЦЕННОГО<br>МЕДА, ОБЛАДАЮЩЕГО РАДИОПРОТЕКТОРНЫМИ СВОЙСТВАМИ<br><i>К. О. Зоричев, М. А. Чекрыгина, О. М. Хорошкевич</i> ..... | 77 |

ПРОБЛЕМНЫМ ЛИ ВИДОМ СИНАНТРОПНЫХ ПТИЦ ЯВЛЯЕТСЯ ГРАЧ  
(*CORVUS FRUGILEGUS*) В ГОРОДЕ МИНСКЕ

*А. В. Хандогий, Д. А. Хандогий, Н. А. Жерко* ..... 80

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОПУЛЯЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ТРАВЯНОЙ ЛЯГУШКИ (*RANA TEMPORARIA*) В ПРЕДЕЛАХ БЕЛАРУСИ

*А. В. Хандогий, Д. М. Мицюра* ..... 82

СИНТЕЗ И ИСПЫТАНИЕ НА ПЕСТИЦИДНУЮ АКТИВНОСТЬ  
ПРОИЗВОДНЫХ 5,5-ДИМЕТИЛЦИКЛОГЕКСАН-1,3-ДИОНА

*В. С. Шибайло, А. Н. Пырко, В. Э. Сяхович* ..... 85

## ЯДЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОПАСНОСТИ БЫВШИХ УРАНОВЫХ ОБЪЕКТОВ ТАДЖИКИСТАНА

*М. З. Ахмедов, К. А. Эрматов, М. М. Махмудова, Х. М. Назаров, У. М. Мирсаидов* ..... 89

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ПОСТ РАДИАЦИОННОГО  
КОНТРОЛЯ ДЛЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*Е. В. Быстров, Д. Д. Дубатовка, П. Н. Васильев, А. Н. Новик* ..... 90

КОМПЛЕКТ ОБОРУДОВАНИЯ РАДИАЦИОННОГО  
КОНТРОЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПОЖАРАХ НА ЗАГРЯЗНЕННЫХ  
ТЕРРИТОРИЯХ ДЛЯ ОСНАЩЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ РАДИОЛОГИЧЕСКИХ ЛАБОРАТОРИЙ

*Е. В. Быстров, В. А. Кожемякин, С. В. Прибылев* ..... 92

## ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА ПРИРОДНЫХ И УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

INVESTIGATION OF HEAVY METAL POLLUTION IN SOIL  
SAMPLES TAKEN FROM MUGLA CITY CENTER

*А. Demirak, М. Kocakaya* ..... 95

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПУТНИКОВЫХ (ТМРА ЗВ43) И НАЗЕМНЫХ ДАННЫХ  
ДЛЯ ГОДОВЫХ СУММ ОСАДКОВ НАД ГОРНОЙ ТЕРРИТОРИЕЙ КЫРГЫЗСТАНА

*М. О. Рыскаль, О. А. Подрезов* ..... 96

ПРОБЛЕМА НАКОПЛЕНИЯ МИКРОПЛАСТИКА В ВОДОЕМАХ

*Г. В. Толкач* ..... 99

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

PLASMA TREATMENT OF MWINT-WS<sub>2</sub> FOR SYNTHESIS  
OF SINGLE WALL NANOTUBES OF WS<sub>2</sub>

*V. Brueser, R. Popovich Biro, A. Zak* ..... 103

УПРАВЛЕНИЕ РЕЖИМОМ РАБОТЫ НАКОПИТЕЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ  
В СУТОЧНОМ ЦИКЛЕ РАБОЧЕГО ДНЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕКТА АПК

*Е. П. Забелло, А. И. Шатковский, Т. Г. Базулина* ..... 104

RENEWABLE ENERGY: WORLD EXPERIENCE AND PROBLEMS OF ITS DEVELOPMENT IN BELARUS

*В. И. Русан* ..... 106

ПОТЕНЦИАЛ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В АПК

*В. И. Русан, В. П. Бирюк* ..... 109

## МЕДИЦИНСКИЕ ФИЗИКА И ЭЛЕКТРОНИКА. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТРОМБОГЕННЫХ РИСКОВ  
У ЖЕНЩИН С ГЕНЕТИЧЕСКИМИ МУТАЦИЯМИ

*Э. В. Дашкевич, Н. А. Бухвальд, О. В. Красько* ..... 113

|   |     |
|---|-----|
| ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТРАНСФУЗИОЛОГИИ И ГЕМОСТАЗИОЛОГИИ<br><i>Э. В. Дашкевич, О. В. Красько, О. Н. Бондарук</i> .....   | 114 |
| ВЫСОКОДОЗНЫЕ МЕТОДИКИ ОБЛУЧЕНИЯ ОПУХОЛЕЙ ЦНС<br>С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕДИЦИНСКИХ ЛИНЕЙНЫХ УСКОРИТЕЛЕЙ<br><i>А. И. Капрусышко, Е. В. Титович</i> .....   | 116 |
| АБСОЛЮТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ МОЩНОСТИ ПОГЛОЩЕННОЙ<br>ДОЗЫ БЕТА-ИЗЛУЧЕНИЯ. ЭКСТРАПОЛЯЦИОННАЯ КАМЕРА<br><i>К. А. Кривецкий, В. П. Зорин</i> .....   | 117 |
| О РОЛИ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ<br>В УГЛУБЛЕНИИ ИХ ЗНАНИЙ ПО ФИЗИКЕ И РАЗВИТИИ ТВОРЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ<br><i>В. Ф. Малишевский, А. А. Луцевич, Н. В. Пушкарев</i> .....   | 120 |
| РАСШИРЕННЫЙ АВТОКОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ<br>КАРДИОЛОГИЧЕСКИХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП ПАЦИЕНТОВ<br><i>Т. Н. Сакович</i> .....   | 122 |
| МОНИТОРИНГ ПСИХОФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ<br>АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОМИОГРАММ МЫШЦ ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ<br><i>И. В. Самуйлов, И. Н. Барадина, М. В. Давыдов</i> .....               | 125 |
| АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРФИРИНОВЫХ ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОРОВ МЕЖДУ<br>КОМПОНЕНТАМИ СЫВОРОТКИ КРОВИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЛУОРЕСЦЕНТНЫХ МЕТОДОВ<br><i>И. В. Яковец, К. А. Жуков, К. Н. Борисов</i> ..... | 128 |

## **ЭКОЛОГО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ ФИЗИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА**

|   |     |
|---|-----|
| НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О РАЗВИТИИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА И ЕГО ИННЕРВАЦИИ<br><i>Г. М. Броницкая</i> .....   | 132 |
| СПОРТИВНЫЕ ЕДИНОБОРСТВА В ФИЗИЧЕСКОМ ВОСПИТАНИИ СТУДЕНТОВ<br><i>А. И. Гапонов, А. В. Латышев, Н. Н. Прусов</i> .....  | 134 |
| ПРИНЦИП СИСТЕМНОСТИ В СФЕРЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОЗНАНИЯ<br><i>Л. Д. Глазырина, Т. А. Лопатик, А. А. Глазырин</i> .....  | 137 |
| ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДВИГАТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ КОЛЕННОГО<br>СУСТАВА В ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ У СПОРТСМЕНОВ<br>СРЕДСТВАМИ ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ<br><i>А. А. Михеев, Аль-Биени Фатхи Али Мохаммед</i> ..... | 139 |
| СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ И УКРЕПЛЕНИЕ<br>ЗДОРОВЬЯ СТУДЕНТОВ СРЕДСТВАМИ СПОРТИВНЫХ ИГР<br><i>А. М. Шахлай, М. М. Круталевич, А. В. Котловский</i> .....                                  | 141 |
| ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ<br>ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ НА ФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СТУДЕНТОВ<br><i>Д. А. Якубовский, К. А. Дубовик, А. В. Фомин</i> .....                               | 144 |

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИИ**

|   |     |
|---|-----|
| АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНТЕГРАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ<br>СИСТЕМ О СОСТОЯНИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ<br><i>А. О. Дикий, В. А. Горская</i> ..... | 148 |
| СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СКРЫТЫХ УТЕЧЕК В ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЯХ<br><i>А. С. Кашиба</i> .....                                       | 150 |
| ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ GPS ПРИЁМНИКОВ ANDROID УСТРОЙСТВ<br><i>Г. П. Куканков, В. В. Остапченя</i> .....    | 152 |



СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДЕШИФРИРУЕМОСТИ  
ФОТОГРАФИЧЕСКИХ И РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СНИМКОВ

*М. Ф. Курьянович* ..... 153

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ  
МОДЕЛИРОВАНИЯ МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ В ПРИРОДНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СРЕДАХ

*П. К. Шалькевич, С. П. Кундас* ..... 156

**КРУГЛЫЙ СТОЛ**  
**«АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЛИНГВИСТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ**  
**СПЕЦИАЛИСТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ**  
**К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ И МЕЖКУЛЬТУРНОЙ КОММУНИКАЦИИ»**

К ВОПРОСУ ОБ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ НЕЯЗЫКОВЫХ ВУЗОВ НЕМЕЦКИМ ФРАЗЕОЛОГИЗМАМ  
И ФОРМИРОВАНИИ У НИХ УСТАНОВКИ НА ФРАЗЕОЛОГИЗАЦИЮ ИХ РЕЧИ

*Н. А. Козловская* ..... 160

РАЗВИТИЕ СПОСОБНОСТЕЙ ПОНИМАНИЯ СМЫСЛА  
ИНОЯЗЫЧНОГО ТЕКСТА КАК СУБЪЕКТНОДЕЯТЕЛЬНОСТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ  
ФОРМИРОВАНИЯ ИНОЯЗЫЧНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ

*В. В. Царенкова, С. И. Шпановская* ..... 162

Научное издание

**«САХАРОВСКИЕ ЧТЕНИЯ 2019 ГОДА:  
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ XXI ВЕКА**

**SAKHAROV READINGS 2019:  
ENVIRONMENTAL PROBLEMS  
OF THE XXI CENTURY**

**Материалы 19-й международной научной конференции**

23–24 мая 2019 г.

г. Минск, Республика Беларусь

Электронный локальный ресурс

В авторской редакции

Корректоры: Л. М. Корневская, А. В. Красуцкая, Т. А. Лавринович

Компьютерная верстка: М. Ю. Мошкова