

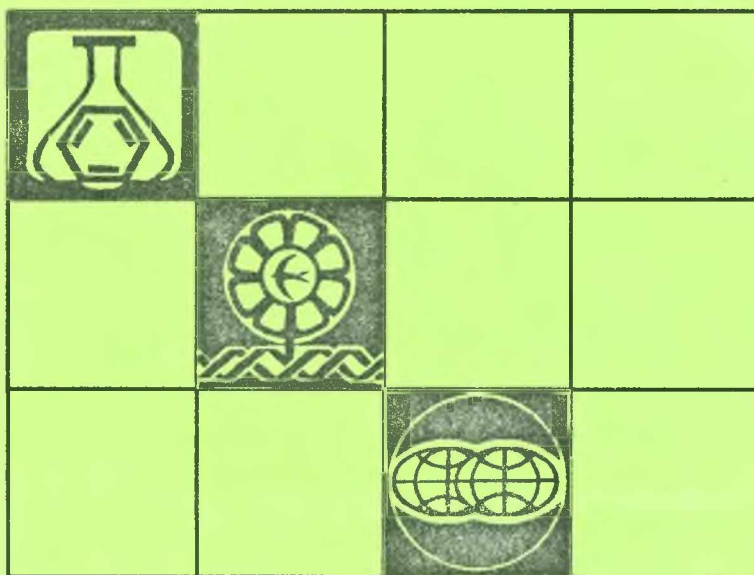
ВЕСНІК

Беларускага дзяржаўнага
універсітэта

СЕРИЯ 2

Химия
Биология
География

3/2003



СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ

Ивашкевич О.А., Нечепуренко Ю.В., Рахманов С.К. Учреждению Белорусского государственного университета «Научно-исследовательский институт физико-химических проблем» – 25 лет.....	3
Щукин Г.Л., Беланович А.Л., Савенко В.П., Карпушенков С.А. Взаимодействие силиката натрия с коллоидными полимерными системами.....	7
Щукин Г.Л., Беланович А.Л., Карпушенков С.А., Савенко В.П. Особенности формирования алюмосиликатных покрытий, модифицированных бутадиен-стирольным каучуком....	10

БИОЛОГИЯ

Иващенко Н.В., Ледак Е.А., Сенчук В.В. Активирование перекисного окисления липидов в реакции пероксидазного окисления флавонолов.....	13
Мартиневич Г.Г., Черенкевич С.Н., Денисов А.А., Молчанов П.Г., Булай П.М. Электрическая активность изолированных ганглиев моллюска <i>Lymnaea stagnalis</i> при действии пероксида водорода.....	17
Яковец О.Г., Юрин В. М., Кудряшов А. П., Лис Е. М. Модификация атразиним и симазином ион-селективных свойств плазмалеммы клеток <i>Nitella flexilis</i>	23
Кореньков А.Э., Юрин В.М. Ацидофицирующая активность ризодермы ячменя в условиях хлоридно-натриевого засоления.....	27
Тихомиров Вал.Н. Новые местонахождения редких и охраняемых видов растений в Беларуси. II.....	30
Титок М.А., Лагодич А.В., Селезнева Ю.В. Плазмидный состав бактерий <i>Bacillus subtilis</i> , выделенных из природных источников.....	35
Шалапенко Е.С., Макаревич О.А. Состояние очагов шистосомного церкариоза и фасциоза в оз. Нарочь.....	39
Буга С.В., Лукашук А.О., Петров Д.Л. Полужесткокрылые насекомые (<i>Hemiptera: Anthocoridae, Nabidae, Miridae</i>) в структуре гильдии членистоногих животных – хищников дендрофильных тлей Беларуси.....	43
Бородин О.И., Буга С.В. Сезонная динамика видового разнообразия и основные тренды динамики численности цикадовых Западно-Белорусской ландшафтно-географической провинции.....	48
Минец М.Л. Изменчивость фенетических и морфологических характеристик популяций жука-железницы <i>Carabus hortensis</i> L. (<i>Coleoptera, Carabidae</i>) на территории Беларуси.....	53

ГЕОГРАФИЯ

Губин В.Н., Курило К.А. Геоэкологические последствия эксплуатации подземной гидросферы.....	59
Кузьмин С.И. Оценка территориальной организации аграрного природопользования Беларуси (географический аспект).....	64
Герасимович С.А., Брилевский М.Н. Геоэкологическая оценка состояния геоконструкций микрорайона Веснянка г. Минска.....	70
Потаева Г.Р. Структурные особенности экономико-географического потенциала регионов США.....	76
Некриш В.В., Горева И.А., Ждановская Н.В. Пищевая промышленность Беларуси: тенденции и проблемы развития.....	81
Голубев А.П., Рудаковский И.А., Лебедев Н.Г. Современное состояние родников Минской области – памятников природы республиканского значения.....	87
Климович А.В., Шульга Н.М. Проблемы информационного обеспечения исследований влияния техногенного загрязнения окружающей среды на здоровье населения.....	92
Басик С.Н. Проблемы стандартизации географических названий западной части Белорусского Полесья.....	96
Иотко С.Г. Рейтинговая оценка регионального потенциала российско-белорусской интеграции.....	99

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

Игорь Константинович Лопатин.....	105
Алим Александрович Вечер.....	106
Тамара Михайловна Михеева.....	107
Эдуард Александрович Высоцкий.....	108
Рефераты.....	110
Указатель статей, опубликованных в 2003 г.	114



УДК 54

О.А. ИВАШКЕВИЧ, Ю.В. НЕЧЕПУРЕНКО, С.К. РАХМАНОВ

УЧРЕЖДЕНИЮ БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ» – 25 ЛЕТ

The main stages of the formation and the development of Institute in the historical aspect are considered. The major directions of fundamental and applied investigations carrying out in Institute as well as the total quantitative indices of its activities over 25 years of existence are presented.

Научно-исследовательский институт физико-химических проблем Белорусского государственного университета (НИИФХП БГУ) был организован в соответствии с постановлением Совета Министров БССР от 22 ноября 1977 г. № 371 и начал функционировать 1 марта 1978 г., а в октябре этого же года была утверждена его структура. Первоначально в состав института входили 9 научно-исследовательских лабораторий: химии фотографических процессов, физической химии целлюлозы, физической химии твердого тела, радиационной химии, высокотемпературных реакций, полупроводниковой керамики, модификации и стабилизации полимеров, органического синтеза, экстракционных и сорбционных процессов. Штат сотрудников в момент организации насчитывал 181 человека, среди них 123 научных сотрудника, в том числе 33 кандидата наук, и был укомплектован в основном за счет исследовательских групп при кафедрах химического факультета.

После государственной перерегистрации в конце 1999 г. институт называется Учреждение Белорусского государственного университета «Научно-исследовательский институт физико-химических проблем».

Основными его задачами являются:

- организация и проведение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ, инновационной и производственной деятельности по наиболее актуальным проблемам химических и смежных наук, техники и производства, развитие материально-технической и экспериментально-производственной базы научных исследований;
- подготовка совместно с учебными подразделениями БГУ высококвалифицированных специалистов по химическим специальностям, а также научно-педагогических кадров высшей квалификации (кандидатов и докторов наук) для научно-технического комплекса и народного хозяйства Республики Беларусь.

Большая работа по организации НИИФХП БГУ была проделана проректором по научной работе БГУ академиком АН БССР Л.В. Володько, заместителем министра высшего и среднего специального образования БССР Ф.Н. Капуцким (директор института в 1978–1979 гг.), Г.А. Браницким (заместитель директора по научной работе в 1978–1989 гг.) и В.В. Свиридовым

(директор института в 1979–1993 гг.). В дальнейшем институт возглавляли С.К. Рахманов (1993–1997 гг.) и с мая 1997 г. – О.А. Ивашкевич.

Решениями ГКНТ при Совете Министров СССР и Совета Министров БССР были определены два основных направления научной деятельности института: 1) исследование закономерностей химического действия света на твердые тела с целью создания новых материалов для фотохимической записи информации (научный руководитель – В.В. Свиридов); 2) разработка методов улучшения физико-химических свойств целлюлозы с целью создания новых промышленно важных материалов (Ф.Н. Капуцкий). Выполнялись также исследования по изучению свойств новых материалов специального назначения, в частности для энергетических устройств новой техники, главным образом в двух областях: химии конденсированных систем с регулируемой горючестью (А.И. Лесникович, В.В. Свиридов) и химии высокотемпературных неорганических материалов (А.А. Вечер, И.Ф. Кононюк). Наряду с основными разрабатывались и другие направления: радиационная химия (Е.П. Петряев), химия экстракционных процессов (Г.Л. Старобинец), синтез органических соединений (И.Г. Тищенко), химия высокомолекулярных соединений (П.А. Матусевич, Т.С. Притыцкая), химия низких температур (В.А. Лишневецкий). Круг решавшихся задач был обусловлен тем, что научное учреждение в рамках высшей школы должно учитывать интересы учебного процесса в целом и научные направления отдельных кафедр, определяемые их специализацией, в частности.

По мере развития института появлялись новые задачи, что нашло отражение в расширении и конкретизации тематики проводимых исследований.

Руководство НИИФХП БГУ придерживается политики, направленной на сбалансированное проведение как фундаментальных, так и прикладных исследований, и является одним из инициаторов и активным сторонником инновационного подхода к развитию науки в вузе и стране в целом. Значительная часть выполняемых научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ доводится до стадии практической реализации, а получаемые при этом средства идут в том числе и на поддержку фундаментальных разработок.

Проблематика исследований, выполняемых в институте в настоящее время, относится к следующим научным направлениям:

- физико-химия и научные основы практического применения ультрадисперсных и наноструктурированных систем, получаемых химическими и электрохимическими методами (академик НАН Беларуси А.И. Лесникович, профессор Г.А. Браницкий, доктора химических наук С.К. Рахманов, А.И. Кулак, Т.Н. Воробьева, Д.В. Свиридов);

- исследование процессов химического модифицирования природных и синтетических полимеров, в том числе целлюлозы, и создание на их основе новых материалов медицинского и технического назначения (академик НАН Беларуси Ф.Н. Капуцкий, доктор химических наук Л.П. Круль, кандидаты химических наук Т.Л. Юркштович, Д.Д. Гриншпан, В.П. Прокопович, В.В. Богданова);

- экспериментальное и теоретическое исследование термодинамических свойств органических веществ и термодинамическое обоснование энерго- и ресурсосберегающих технологий органического синтеза (профессор Г.Я. Кабо);

- разработка новых методов синтеза и исследование свойств биологически активных соединений белково-пептидной группы (доктор биологических наук В.М. Шкуматов) и соединений ряда азолов (доктора химических наук П.Н. Галоник, О.А. Ивашкевич);

- изучение радиационно-индуцированных свободнорадикальных процессов повреждения биологически важных веществ и разработка на этой основе методов создания ингибиторов гомолитических реакций с полезными медицинскими свойствами (профессор О.И. Шадыро);

- научные основы создания новых химических сенсоров (профессора Е.М. Рахманько, Г.А. Браницкий, доктор химических наук В.В. Егоров, кандидат физико-математических наук А.В. Юхневич);
- квантовохимические расчеты сложных молекулярных систем (доктор химических наук О.А. Ивашкевич, кандидат химических наук В.С. Гурин);
- разработка научных основ процессов утилизации различных видов техногенных отходов и химических методов выделения из них индивидуальных элементов и соединений, в том числе благородных металлов (доктора химических наук С.К. Рахманов, О.А. Ивашкевич, кандидат химических наук Г.М. Корзун).

Одновременно с трансформацией научных направлений происходил процесс изменения структуры института: создавались новые научные подразделения, реорганизовывались или упразднялись ранее существовавшие.

В настоящее время в составе НИИФХП БГУ насчитывается 18 научных подразделений: лаборатории физической химии и модификации целлюлозы (заведующий – академик НАН Беларуси Ф.Н. Капуцкий), лекарственных средств на основе модифицированных полисахаридов (кандидат химических наук Т.Л. Юркштович), химии ультрадисперсных и наноструктурированных систем (кандидат химических наук Г.П. Шевченко), термодинамики органических веществ (профессор Г.Я. Кабо), химии тонких пленок (профессор Г.А. Браницкий), химии конденсированных сред (доктор химических наук О.А. Ивашкевич), физической химии твердого тела (кандидат химических наук Е.Н. Наумович), ионометрии и химической метрологии (доктор химических наук В.В. Егоров), растворов целлюлозы и продуктов их переработки (кандидат химических наук Д.Д. Гриншпан), газовых сенсоров и систем мониторинга (кандидат химических наук В.Г. Гуслев), структурно-химического модифицирования полимеров (профессор Л.П. Круль), химии драгоценных металлов (кандидат химических наук Д.И. Макута), биохимии лекарственных препаратов (доктор биологических наук В.М. Шкуматов), стабилизации полимеров (кандидат химических наук В.П. Прокопович), свободнорадикальных процессов (профессор О.И. Шадыро), физико-химических методов исследования (кандидат химических наук Л.С. Ивашкевич), а также секторы огнетушащих материалов (кандидат химических наук В.В. Богданова) и неорганических сорбентов и антикоррозионных покрытий (кандидат химических наук В.О. Шабловский).

Коллективу института в последние 10 лет удалось сохранить высококвалифицированные кадры. Численность сотрудников сейчас составляет около 200 человек, включая 140 научных работников, из которых более половины – доктора и кандидаты наук.

Структура института постоянно изменяется, адаптируясь к реальным условиям. Наряду с традиционными лабораториями и секторами в последнее время получила развитие новая структурная единица – лаборатории двойного подчинения. Такие подразделения созданы совместно с Борисовским заводом медицинских препаратов, Республиканским научно-производственным унитарным предприятием «Унидрагмет БГУ» и Белорусским государственным технологическим университетом. Главная их задача – создание собственной производственной базы для практической реализации прикладных разработок института и химического факультета, а также привлечение научно-технического потенциала коллективов других научных организаций.

На базе подразделений и с целью реализации научно-технических разработок НИИФХП в 1998–2000 гг. в структуре БГУ были созданы научно-производственные унитарные предприятия «Унидрагмет БГУ», «Унитехпром БГУ», «Унихимпром БГУ» по выпуску импортозамещающих наукоемких продуктов малотоннажной химии. На этих предприятиях занято около 300 человек, а объем выпуска продукции только в 2002 г. составил в экви-

валенте более 6 млн. долл. США. Научно-производственный комплекс БГУ позволяет осуществлять полный цикл научно-инновационной деятельности – от проведения фундаментальных и прикладных исследований в области химических наук до организации и выпуска унитарными предприятиями на собственной базе широкого спектра (более 100 наименований) продуктов малотоннажной химии. В частности, основным видом деятельности РНПУП «Унидрагмет БГУ» является создание золотовалютных запасов Республики Беларусь путем поставки в Гохран банковских слитков металлов (золото, платина, палладий, серебро и др.) высокой чистоты, а также выпуск продукции технического назначения, содержащей драгоценные металлы.

Следует отметить, что с момента организации и до настоящего времени институт тесно взаимодействует с химическим факультетом БГУ. Значительная часть научных исследований выполняются по единой тематике, большое число преподавателей, аспирантов и студентов ежегодно участвуют в выполнении научно-исследовательских работ института, в то же время многие его сотрудники принимают самое активное участие в учебном процессе (чтение лекций по основным и специальным курсам; организация и проведение на базе подразделений института лабораторных и практических занятий по рентгенографии, электронной микроскопии, электронографии, ИК-спектроскопии, калориметрии, термометрии, хроматографии, биохимии и др., руководство курсовыми и дипломными работами, привлечение студентов к выполнению плановых научно-исследовательских работ института и др.). Сотрудниками института в соавторстве с преподавателями БГУ изданы 9 учебных пособий для студентов химических специальностей с грифом Министерства образования Республики Беларусь.

На протяжении всего времени существования НИИФХП проводится целенаправленная работа по подготовке кадров высшей квалификации. В 1978–2002 гг. на научной базе института подготовлены и защищены 18 докторских и 140 кандидатских диссертаций, в том числе за последние 5 лет – 7 докторских и 22 кандидатские диссертации. Институт готовит высококвалифицированных специалистов для БГУ и других учебных заведений, а также для работы в научных учреждениях и научно-производственных предприятиях страны. Так, только в 1995–2002 гг. в подразделения БГУ перешли на работу 5 докторов и 15 кандидатов наук, подготовивших диссертации в институте. Кроме этого, еще 10 докторов и кандидатов наук перешли на работу в другие организации и учреждения республики.

Созданный научный и кадровый потенциал позволил институту выдвигаться в число ведущих научных учреждений химического профиля республики. В настоящее время НИИФХП БГУ является головной организацией-исполнителем государственных научно-технических программ «Лекарственные средства» и «Малотоннажная химия», государственных программ фундаментальных исследований «Вещество-2» и «Биоорганосинтез-2» и межвузовских программ «Тонкий химический синтез» и «Композиционные материалы».

За последние 5 лет значительно расширилось сотрудничество научных подразделений института с зарубежными партнерами, среди которых наиболее тесные контакты установлены с Термодинамическим исследовательским центром Техасского А&М университета (США), Тюбингенским университетом (ФРГ), Институтом физической химии Гамбургского университета (ФРГ), Институтом физики Дортмундского университета (ФРГ), Институтом Макса Планка (г. Берлин, ФРГ), университетом г. Авейро (Португалия), Объединенным институтом ядерных исследований (г. Дубна, Российская Федерация) и др.

По результатам выполненных исследований изданы 25 монографий и сборников научных трудов, сотрудниками института опубликованы более 3500 научных статей и 3000 тезисов докладов. За последние 5 лет созданы

более 100 новых материалов и технологий, большая часть которых доведена до практического использования. Созданные в институте объекты промышленной собственности защищены 760 авторскими свидетельствами СССР и патентами на изобретения.

Научно-технический потенциал НИИФХП БГУ позволяет решать сложные комплексные проблемы в различных областях химии и химической технологии и осуществлять научно-техническое обеспечение как отдельных производств, так и некоторых отраслей в целом. Это относится к предприятиям химической и фармацевтической промышленности, а также к деятельности, связанной с переработкой различных техногенных отходов и организацией малотоннажных наукоемких химических производств.

В книге, изданной под редакцией В.В. Свиридова, «Химические проблемы создания новых материалов и технологий» (1998 г.) подробно рассмотрены основные этапы и результаты фундаментальных и прикладных исследований, выполненных в институте на протяжении первых 20 лет его существования, представлены результаты исследований, полученные в последние годы.

УДК 667.656.221:678.031.8

Г.Л. ЩУКИН, А.Л. БЕЛАНОВИЧ, В.П. САВЕНКО, С.А. КАРПУШЕНКОВ

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СИЛИКАТА НАТРИЯ С КОЛЛОИДНЫМИ ПОЛИМЕРНЫМИ СИСТЕМАМИ*

The interaction of colloidal sodium silicate with colloids latex butadiene, copolymer of acrylamide with acrylate, and bitumen in white spirit has been investigated. It is shown that the observed degradation of the mixture of organic and inorganic colloids results from the conversion of silicate ion into silica gel, this conversion being induced by water molecules stabilizing colloidal structure of sodium silicate instead of direct interaction between organic polymer with sodium silicate.

Интерес к силикатам щелочных металлов и их производным – гидрозолям кремнезема, содержащим водные дисперсии органических полимеров, в последнее время резко возрос. Это обусловлено возможностью получать на их основе качественно новые продукты, например лакокрасочные материалы, позволяющие формировать самомоющиеся покрытия с высокой стойкостью к атмосферному и температурному воздействию [1]. Составы таких композиций и в настоящее время подбираются эмпирически, без достаточного понимания механизма взаимодействия кремнийсодержащих веществ с органической составляющей. При хранении, как правило, увеличивается вязкость подобранных составов, что существенно ограничивает их применение.

Цель данной работы заключалась в изучении особенностей взаимодействия водного раствора силиката натрия с бутадиен-стирольным латексом, водным раствором сополимера акриламида с акрилатом натрия и раствором битума в нефрасе. Использовались синтетический бутадиен-стирольный латекс СКС 65-ГП (массовая доля сухого вещества – 44 %, pH – 8,0), коллоидный водный раствор сополимера акриламида с акрилатом натрия (массовая доля сухого вещества – 35 %, pH – 12,3) и 80 % раствор битума БНД 90/130 в нефрасе С4 155-200. В качестве водорастворимого силиката использовали жидкое натриевое стекло (силикатный модуль – 2,6, плотность – $1,162 \text{ г/см}^3$, концентрация Na_2SiO_3 – 17,5 %, вязкость – 3,4 спз).

Выбор для исследования коллоидных растворов обусловлен тем, что в ранее поставленных опытах была выявлена способность силиката натрия, введенного в состав бутадиен-стирольного латекса и раствора акриламида

* Авторы статьи – сотрудники кафедры неорганической химии.

с акрилатом натрия, со временем увеличивать вязкость системы и образовывать устойчивую эмульсию с раствором битума.

Выяснение причин этого явления важно не только для понимания особенностей их взаимодействия, но и для разработки новых лакокрасочных материалов, формирующих покрытия, в основе которых лежат силикатные коллоиды, модифицированные органическими соединениями [2].

Известно [3], что при взаимодействии силиката натрия с кислотами, кислыми солями и другими соединениями, снижающими pH этого коллоида, образуется гель кремниевой кислоты. Процесс гелеобразования, как правило, сопровождается увеличением вязкости раствора, что в работе [4] объясняется включением воды в образующееся пространство между силикатными мицеллами.

Вязкость определяли вискозиметром ВЗ-246 с диаметром сопла 4 мм при температуре (20 ± 2) °С, а изменение pH фиксировали иономером И-130.2 М. Смешивание растворов силиката натрия с бутадиен-стирольным латексом, сополимером акриламида с акрилатом натрия и раствором битума в нефрасе проводили вливанием при комнатной температуре раствора Na_2SiO_3 в названные коллоидные растворы различной концентрации.

Было установлено, что по мере увеличения концентрации силиката натрия с 3 до 20 % в 44 % растворе бутадиен-стирольного латекса вязкость композиции за 30 мин изменяется с 3,0 до 4,1 спз. Замечено, что изменение реологических свойств этой системы при различной концентрации силиката натрия связано с уменьшением значения pH с 11,8 до 10,3, при которой интенсивно протекает поликонденсация силикат-ионов [3].

Следует отметить, что при pH меньше 10,3 происходит не только увеличение вязкости системы, но и разрушение бутадиен-стирольного латекса с образованием «творожистого» осадка. Выяснить причины и механизм разрушения латекса в процессе поликонденсации силикат-ионов на данном этапе исследований не представляется возможным.

С увеличением концентрации силиката натрия в растворе бутадиен-стирольного латекса до 25–30 % вязкость системы за 2 ч изменяется незначительно (с 3,7 до 4,0 спз), а pH – с 11,8 до 10,8. При концентрации Na_2SiO_3 15 % в 10 % растворе латекса изменения реологических свойств системы в течение 3 сут не наблюдалось. Вместе с тем происходит ее расслаивание (в нижней части – раствор силиката натрия, в верхней – латекс), которое при встряхивании исчезает.

Увеличение вязкости системы силикат натрия – бутадиен-стирольный латекс, по-видимому, можно объяснить тем, что при малой концентрации Na_2SiO_3 происходит быстрое уменьшение ее pH до 10,3 и начинается поликонденсация силикат-ионов. Это, возможно, связано с адсорбцией ионов OH^- на поверхности бутадиен-стирольных частиц латекса [5], что приводит к образованию геля кремниевой кислоты, которая за счет проникновения компонентов латекса в пространство между силикатными мицеллами разрушает его. При избытке силиката натрия в растворе pH системы из-за высокой концентрации ионов OH^- изменяется незначительно и не влияет на устойчивость силикат-ионов в среде бутадиен-стирольного латекса.

Следует отметить, что устойчивость этой системы увеличивается и при добавлении в ее состав щелочи. Так, при добавке NaOH до pH 13,5 в систему, содержащую 20 % силиката натрия и 40 % латекса, устойчивость ее возрастает до 2 сут.

Добавка в 35 % раствор сополимера акриламида с акрилатом натрия до 20 % силиката натрия практически не оказывает влияния на pH (12,0–12,3) композиции, но вязкость ее увеличивается.

Так, добавка в 12,5 % раствор сополимера акриламида с акрилатом натрия до 15 % силиката натрия практически не влияет на вязкость системы.

В то же время при добавке такого же количества силиката натрия в 35 % раствор сополимера через 30–40 мин композиция не перемешивается. При ее разбавлении в 3–4 раза водой выпадает осадок аморфного мелкодисперсного (50–80 нм) SiO_2 , а сополимер акриламида с акрилатом натрия остается в маточном растворе.

Переход силиката натрия в гель кремниевой кислоты в концентрированных растворах сополимера акриламида и акрилата натрия, по-видимому, связан с обезвоживанием силикат-ионов в результате взаимодействия неорганических материалов (пигменты, наполнители) с коллоидными растворами Na_2SiO_3 [6].

Добавка до 20 % силиката натрия в 80 % раствор битума в нефрасе способствует образованию обратной эмульсии, реологические свойства которой при хранении не изменяются. При избытке силиката натрия (16,6 % Na_2SiO_3 и 13 % битума) система коллоидных растворов переходит в прямую эмульсию, которая при хранении расслаивается. Добавка 0,1 % неионогенного поверхностно-активного вещества «Неонол АФ 9/12» обеспечивает ее стабилизацию.

Проведенное исследование взаимодействия силиката натрия с различными по химической природе коллоидными растворами показало, что разрушение систем двух коллоидных растворов определяется переходом силикат-ионов в гель кремниевой кислоты. Этот переход инициирован взаимодействием органических полимерных компонентов коллоидных растворов не с силикат-ионами, а с компонентами системы – ионами OH^- или молекулами воды, обеспечивающими устойчивость коллоида силиката натрия.

Можно предположить, что разрушение коллоидного раствора силиката натрия в присутствии латекса бутадиен-стирольного каучука происходит за счет снижения pH до значения 10,3, при котором наступает процесс поликонденсации силикат-ионов. Если же pH коллоидной системы силикат натрия – бутадиен-стирольный латекс не изменяется, то она сохраняет устойчивость при достаточно длительном хранении.

В системе же силикат натрия – коллоид сополимера акриламида с акрилатом натрия при постоянной величине pH реализуется процесс поликонденсации силикат-ионов за счет обезвоживания коллоидного раствора силиката натрия.

В отсутствие химического взаимодействия компонентов коллоидного раствора силиката натрия с компонентами другого коллоида, например раствора битума, конденсации силикат-ионов не происходит. Силикат натрия выступает в качестве эмульгатора прямой или обратной битумной эмульсии.

Таким образом, полученные данные о взаимодействии раствора силиката натрия с коллоидными полимерными растворами различной химической природы дают основание для следующих выводов:

- увеличение вязкости таких систем может быть вызвано не только взаимодействием силикат-ионов с полимерами, находящимися в коллоидном состоянии, но и уменьшением pH до значения, при котором происходит их поликонденсация, а также нарушением водного баланса коллоидного раствора;

- в случае отсутствия какого-либо взаимодействия компонентов коллоидной системы силикат натрия может выступать в качестве эмульгатора прямой и обратной, например, битумной эмульсии.

1. Корнеев В.И., Данилов В.В. Производство и применение растворимого стекла. Л., 1991.

2. Помогайло А.О. // Успехи химии. 2000. Т. 69. № 1. С. 60.

* Научных публикаций по проблемам механизма формирования геля кремниевой кислоты в присутствии веществ, способных обезвоживать коллоидный раствор силиката натрия, авторам найти не удалось.

3. Эйтель В. Физическая химия силикатов. М., 1962.
4. Treadwell W.D., Wieland W., Helvefeen // *Chimica-Acta*. 1930. 13. P. 856.
5. Еркова Л.Н., Чепик О.С. Латексы. Л., 1983.
6. Бабушкина М.А. Жидкое стекло в строительстве. М., 1971.

Поступила в редакцию 23.01.2003.

Георгий Лукич Щукин – кандидат химических наук, старший научный сотрудник.

Анатолий Леонидович Беланович – кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник.

Виктор Петрович Савенко – научный сотрудник.

Сергей Александрович Карпушенков – младший научный сотрудник.

УДК 667.656.221:678.031.8

Г.Л. ЩУКИН, А.Л. БЕЛАНОВИЧ, С.А. КАРПУШЕНКОВ, В.П. САВЕНКО

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ ПОКРЫТИЙ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ БУТАДИЕН-СТИРОЛЬНЫМ КАУЧУКОМ*

The possibility of obtaining film structures from sodium aluminosilicate unmodified and modified by butadiene-styrene synthetic latex was investigated.

Среди множества способов получения силикатных пленочных структур одним из наиболее перспективных является золь-гель метод. В качестве исходного материала используют золи [1, 2], или коллоидные растворы [3], способность которых длительное время пребывать в жидкотекучем состоянии зависит от многих факторов: состава, концентрации, pH, порядка смешивания и т. д.

Особый интерес для получения покрытия на поверхности различных по химической природе субстратов представляют пленкообразователи, способные формировать пористые цеолитные структуры, которые представляют собой вязанный каркас с мостиковыми связями. При удалении воды в каркасе алюмосиликата образуется система регулярных каналов и полостей, входных окон, доступных для адсорбции в них молекул различной химической природы и размера [4]. Это дает возможность осуществить целенаправленное модифицирование алюмосиликатных пленочных структур органическими полимерами [5].

Цель данной работы – изучение особенностей формирования пленочных структур из немодифицированного и модифицированного бутадиен-стирольным каучуком алюмосиликата натрия.

Растворы алюмосиликата натрия готовили смешиванием 10 % растворов силиката и алюмината натрия в объемном соотношении 1:1. Раствор алюмината натрия стабилизировали добавлением едкого натра (5,8 г/л). Плотность алюмосиликатного раствора составляла 1,17 г/см³, вязкость – 3,7 спз и являлась постоянной величиной. Модификацию раствора алюмосиликата натрия проводили с помощью бутадиен-стирольного латекса СКС-65 ГПБ (массовая доля бутадиен-стирольного каучука – 48 %, pH–12,1) путем введения 1 части латекса к 9 частям раствора алюмосиликата натрия. Полученная композиция молочного цвета имела постоянную вязкость 3,2 спз.

Электронно-микроскопическое (ЭМ) исследование структуры поверхности немодифицированных и модифицированных бутадиен-стирольным каучуком покрытий проводили с помощью просвечивающего электронного микроскопа JEM-100 CX2 фирмы JEOL (Япония).

Образцы препарировали с помощью медных опорных сеток, которые погружали в немодифицированную и модифицированную алюмосиликатную

* Авторы статьи – сотрудники кафедры неорганической химии.

систему, затем помещали на фильтровальную бумагу и высушивали при комнатной температуре.

Пленочные структуры алюмосиликатов на поверхности предметного стекла формировали путем нанесения 3 мл соответствующего раствора, который равномерно распределяли по поверхности и сушили в течение 24 ч при комнатной температуре. На стеклянной подложке образовывались матовые покрытия серо-белого цвета толщиной 0,2–0,3 мм, растворявшиеся в воде в течение 3 мин, что обусловлено избытком щелочи в покрытии, которая препятствует поликонденсации алюминатных и силикатных ионов и образованию сплошной пленочной структуры [6, 7]. Промывка покрытия в течение 3–5 с в 5 % растворе соляной кислоты с последующей сушкой при комнатной температуре приводит к формированию не растворимой в воде пленочной структуры алюмосиликата.

На ЭМ-снимке (рис. 1) покрытия, полученного из немодифицированного алюмосиликата натрия, видна регулярная упорядоченная система пор (каркасная структура алюмосиликата) неправильной формы размером до 75 нм, расположенных относительно равномерно на расстоянии от 50 до 165 нм друг от друга. Покрытие состоит из агрегированных мелкодисперсных частиц размером около 10 нм.

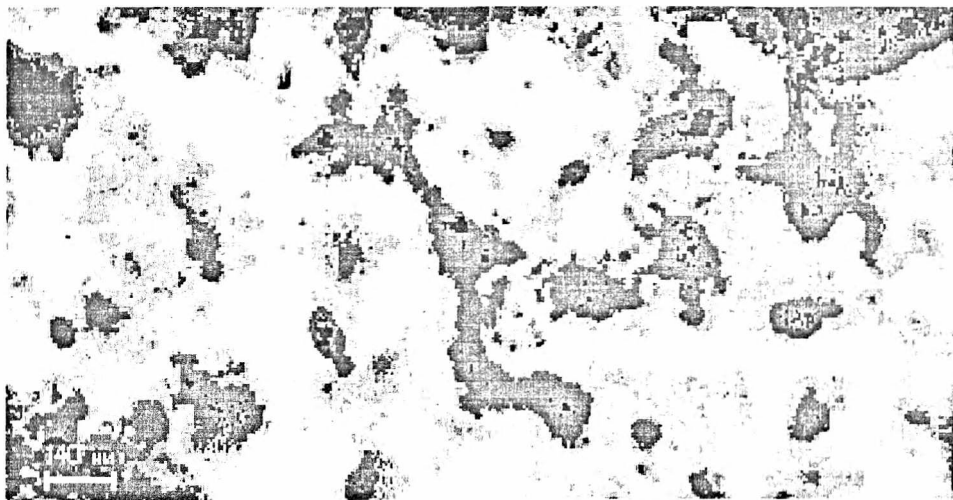


Рис. 1. ЭМ-фотография немодифицированного алюмосиликатного покрытия

При нанесении на предметное стекло раствора алюмосиликата, модифицированного дисперсией бутадиен-стирольного каучука, и его сушке в течение 24 ч при комнатной температуре формируется не растворимое в воде покрытие белого цвета.

На рис. 2 представлены ЭМ-снимки модифицированного бутадиен-стирольным каучуком алюмосиликатного покрытия (увеличение от 30 тыс. до 100 тыс. раз). Частицы каучука (см. рис. 2 а) имеют вид трещиноподобных включений глобулярного строения размером до 300 нм.

На увеличенном изображении этого образца видна структура трещиноподобных включений каучука, соединенных спайками, ширина которых колеблется от 20 до 40 нм, средняя длина составляет 200 нм, а частота расположения – до 10 на 1 мкм (см. рис. 2 б).

При дальнейшем увеличении изображения хорошо различимы ассоциаты овальных частиц, имеющих каркасную пористую структуру с размером пор 10 нм, и белые включения бутадиен-стирольного каучука (см. рис. 2 в).

Результаты исследования по выявлению особенностей формирования алюмосиликатных покрытий показали, что наличие в пленочной структуре

свободной щелочи уменьшает поликонденсацию алюмосиликатной системы и делает покрытие неустойчивым к воде. Снижение концентрации щелочи за счет реакции нейтрализации или взаимодействия ее с компонентами модификатора позволяет формировать устойчивое к воде алюмосиликатное покрытие с сетчатой структурой. Полости в сетке такой пленочной структуры расположены равномерно и имеют продолговатую форму, кроме того, в ней просматриваются поры и трещины, а также каркас из агрегативных мелкодисперсных частиц.

Алюмосиликат натрия, модифицированный латексом СКС-65 ГПБ, формирует пленочную структуру, в состав которой включены глобулы бутадиен-стирольного каучука, заполняющие полости, каналы, трещины алюмосиликатной матрицы.

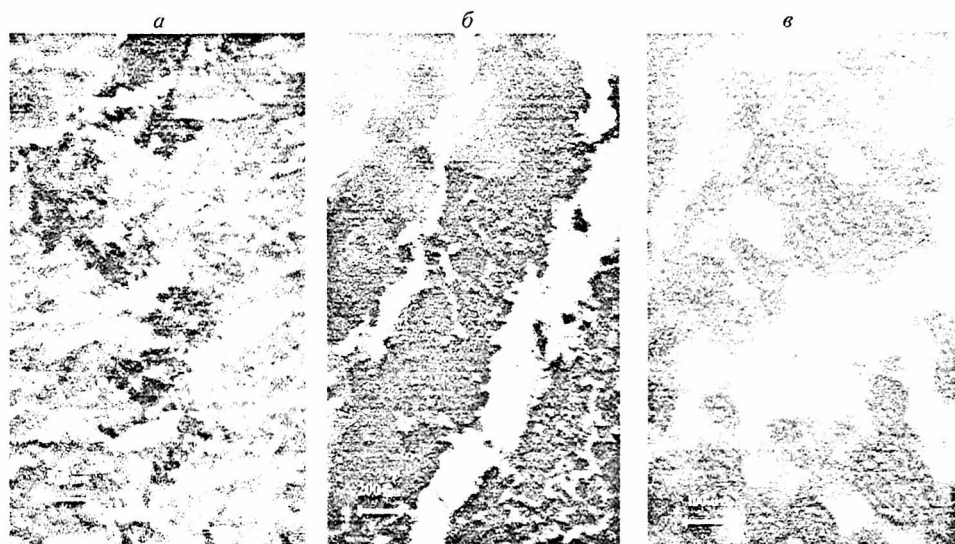


Рис. 2. ЭМ-фотографии алюмосиликатного покрытия, модифицированного бутадиен-стирольным каучуком

Таким образом, полученные данные показывают, что покрытия, сформированные на подложке из алюмосиликатных растворов, имеют каркасную структуру. Избыточная щелочь, стабилизирующая раствор алюмосиликата натрия, тормозит реакцию его поликонденсации в процессе формирования пленочного покрытия. Бутадиен-стирольный каучук, введенный в виде дисперсии в алюмосиликатный раствор, при формировании покрытия внедряется в его поры, трещины и другие полости.

1. Борисенко А.И., Николаева Л.В. Тонкослойные стеклоэмалевые и стеклокристаллические покрытия. Л., 1980.
2. Шевченко В.В. // Физика и химия стекла. 1990. Т. 16. № 4. С. 577.
3. Аткарская А.Б. // Стекло и керамика. 1998. № 3. С. 14.
4. Семчинов Ю.Д. // Сорос. образов. журн. 1996. Вып. 10. С. 60.
5. Помогайло А.Д. // Успехи химии. 2000. Т. 69. № 1. С. 60.
6. Айлер Р.К. Химия кремнезема. М., 1982.
7. Бурков К.А. Термодинамика и структура гидроксокомплексов в растворах. Л., 1983. С. 87.

Поступила в редакцию 03.03.2003.

Георгий Лукич Шукин – кандидат химических наук, старший научный сотрудник.

Анатолий Леонидович Беланович – кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник.

Сергей Александрович Карпушенков – младший научный сотрудник.

Виктор Петрович Савенко – научный сотрудник.



УДК 615.849.19

Н.В. ИВАЩЕНКО, Е.А. ЛЕДАК, В.В. СЕНЧУК

АКТИВИРОВАНИЕ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В РЕАКЦИИ ПЕРОКСИДАЗНОГО ОКИСЛЕНИЯ ФЛАВОНОЛОВ

The possibility of the induced lipid peroxidation was investigated in the reaction of peroxidase oxidation of structurally related flavonoles quercetin, rutin (quercetin-3-rutinoside) and morin. The active products and the effectivity of the induced lipid peroxidation in the peroxidase oxidation of flavonoles were examined with the methods of UV-VIS spectrophotometry and enzyme kinetics. The results of the study are analysed according to structure-activity relationships of flavonoles and their ability to one-electron oxidation.

Флавонолы составляют группу фармакологически активных полифенольных соединений, обладают выраженными антирадикальными свойствами и высокой антиоксидантной активностью в экспериментах *in vitro* и *in vivo*, ингибируя перекисное окисление липидов (ПОЛ). Антиоксидантные свойства являются важным фактором в механизме профилактического и терапевтического действия этих соединений [1, 2]. Флавонолы, особенно с *орто*-дигидроксибензольным кольцом В, при определенных условиях демонстрируют также и прооксидантные свойства. Они легко окисляются ионами Cu^{2+} , Fe^{3+} , кислородом с образованием активных продуктов одноэлектронного окисления (феноксильные радикалы и хиноны) и восстановления кислорода (супероксид анион-радикал, ОН-радикал), которые способны реагировать с биомолекулами, повреждая ДНК, РНК, белки, индуцируя ПОЛ [1–3]. Пероксидазные реакции, протекающие в организме человека и животных, являются наиболее вероятным путем биотрансформации флавонолов – деградации, образования мооядерных гидроксибензойных кислот, что ведет к инактивации флавонолов [4, 5]. Среди первичных метаболитов пероксидазной биотрансформации флавонолов обнаруживаются продукты ряда последовательных стадий одноэлектронного окисления – сначала феноксильные радикалы ($\text{PhO}\bullet$), а затем соответствующие хиноны [6]. Несмотря на многочисленные и разносторонние исследования флавонолов, прооксидантная роль реакций пероксидазной биотрансформации флавонолов мало изучена. Особый интерес у исследователей вызывают флавонолы с дигидроксибензольным кольцом В, большое количество которых сконцентрировано в растениях, входящих в рацион питания человека [1, 2]: кверцетин (2-(3,4-дигидроксифенил)-3,5,7-тригидрокси-хромен-4-он), морин (2-(2,4-дигидроксифенил)-3,5,7-тригидрокси-хромен-4-он), рутин (3-рутинозид кверцетина) и некоторые другие. В связи с этим нами предпринято исследование возможной активации ПОЛ в реакции пероксидазного окисления ряда структурно-родственных флавонолов – кверцетина, морина и рутина.

Материал и методика

В качестве субстратов пероксидаз были взяты кверцетин и рутин «Sigma» (США), морин «Merck» (Германия). Для исследования ПОЛ исполь-

зовали тиобарбитуровую кислоту «Reanal» (Венгрия). Диметилформамид применяли для приготовления концентрированных растворов флавонолов. Пероксидаза хрена (КФ 1.11.1.7) «Sigma» (США) имела оптический показатель чистоты $RZ=3,0$. Концентрацию пероксидазы определяли спектрофотометрически, используя молярный коэффициент поглощения в максимуме полосы Соре ($\lambda=403$ нм), равный $102\,000\text{ М}^{-1}\text{см}^{-1}$ [7], а концентрацию H_2O_2 – спектрофотометрически с молярным коэффициентом поглощения $\varepsilon_{240}=43,6\text{ М}^{-1}\text{см}^{-1}$ [8].

Для исследования ПОЛ были взяты препараты мембран митохондрий печени белых крыс, полученные методом дифференциального центрифугирования [9].

Окисление флавонолов пероксидом водорода с участием ПХ проводили при 37°C в термостатируемых кюветах спектрофотометра «Solar PV 1251С» (Беларусь) в среде $0,05\text{ М}$ Na-фосфатного буфера ($\text{pH}=7,4$), содержавшего препарат мембран митохондрий печени крыс, а также 1% ДМФ. Реакцию начинали добавлением H_2O_2 и затем измеряли убыль оптической плотности при λ_{max} поглощения исходного флавонола. Скорость и глубину превращения флавонолов в ходе реакции рассчитывали из зависимостей убыли поглощения от времени с использованием коэффициентов молярного поглощения флавонолов [5]: $\varepsilon_{374}=19\,529\text{ М}^{-1}\text{см}^{-1}$ – для кверцетина; $\varepsilon_{363}=19\,872\text{ М}^{-1}\text{см}^{-1}$ – для рутина; $\varepsilon_{393}=18\,501\text{ М}^{-1}\text{см}^{-1}$ – для морина. В процессе пероксидазного окисления флавонолов спектрофотометрически измеряли интенсивность ПОЛ митохондриальных мембран, используя реакцию продуктов пероксидации с тиобарбитуровой кислотой (ТБК) [10]. Содержание ТБК-активных продуктов рассчитывали по коэффициенту молярной экстинкции $\varepsilon_{532}=1,56\cdot 10^5\text{ М}^{-1}\text{см}^{-1}$ [10]. Аналогичные измерения проводили в контрольных пробах: 1) без пероксида водорода, 2) без фермента, 3) без флавонола, т. е. в условиях образования активного соединения I пероксидазы и пероксида водорода. Антиоксидантную активность флавонолов определяли по степени ингибирования Fe-аскорбат-индуцированного перекисного окисления липидов митохондриальных мембран, регистрируя образование ТБК-активных продуктов [10].

UV-VIS-спектры поглощения флавонолов и продуктов пероксидазного окисления регистрировали на спектрофотометре/спектрофлуориметре «Solar CM 2203» (Беларусь) в кварцевых кюветах ($l=1\text{ см}$).

Результаты и их обсуждение

Возможные прооксидантные эффекты, возникающие при пероксидажном окислении флавонолов, были изучены в присутствии интактных мембран митохондрий печени крыс. В этих экспериментах не использовали добавки Fe-аскорбата, НАДФН, Fe-АДФ, которые обычно применяются в качестве индукторов ПОЛ *in vitro* [10]. Такая модель позволяет зарегистрировать запуск ПОЛ под действием свободных радикалов, генерирующихся непосредственно в ходе пероксидазной реакции. К их числу принадлежат феноксильные радикалы – продукты одноэлектронного окисления фенольных соединений пероксидазами, которые в ряде случаев обладают высокой реакционной способностью и могут эффективно участвовать в иницировании ПОЛ [4–6].

Полученные нами результаты (рис. 1) показывают, что все исследуемые флавонолы с увеличением концентрации от 100 до 500 нМ стимулируют ПОЛ митохондрий печени крыс в ходе реакций их пероксидазного окисления. При концентрации флавонолов 500 нМ активирование ПОЛ достигает максимальных значений, составляющих $206,2$, $185,6$ и $159,8\%$ по сравнению с контролем для кверцетина, рутина и морина соответственно. Повидимому, это связано с тем, что во время пероксидазной реакции окисления флавонолов по одноэлектронному механизму формируются феноксильные радикалы, которые в дальнейшем (рис. 2) могут окисляться пероксидазой до соответствующих хинонов, о-бензохинона и других продуктов. Феноксильные радикалы, вступая в реакцию с O_2 , образуют активные фор-

мы кислорода (супероксид анион-радикал, ОН-радикал), способные инициировать ПОЛ [4, 6]. Предложенная схема соответствует традиционной схеме пероксидазной реакции по Чансу [4]. Образующиеся при этом феноксильные радикалы флавонолов могут выходить из активного центра пероксидазы, инициируя ПОЛ. Следовательно, эффективность активирования перекисного окисления липидов в данном случае должна определяться двумя важнейшими факторами: 1) скоростью генерирования феноксильных радикалов в реакционной среде и 2) их реакционной способностью. В связи с этим можно предположить существование зависимости активирования перекисного окисления липидов от скорости пероксидазного окисления индивидуальных флавонолов.



Рис. 1. Зависимость образования ТБК-активных продуктов ПОЛ от концентрации кверцетина (1), рутина (2) и морина (3) в реакции пероксидазной биотрансформации. Время инкубации – 20 мин

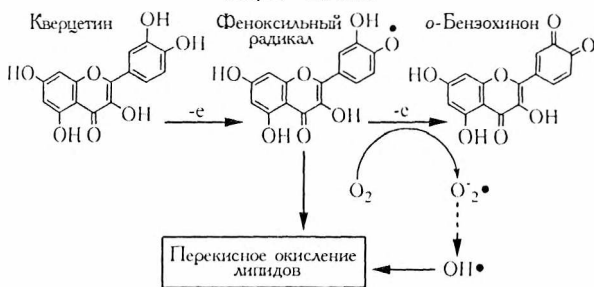


Рис. 2. Схема реакций пероксидазного окисления флавонолов, неферментативной генерации супероксид анион-радикала, ОН-радикала и активации перекисного окисления липидов

сти флавонолы располагаются в ряду кверцетин > рутин > морин в соотношении 100, 90 и 77,5 % соответственно. Таким образом, рутин выпадает из предполагаемой закономерности: окисляется в 30 раз хуже кверцетина, но при этом лишь на 10 % слабее индуцирует перекисное окисление липидов. Эта особенность поведения рутина в реакции пероксидазного окисления является следствием гликозилирования кверцетина по активному С3-гидроксилу. В результате в структуре рутина это положение дезактивировано, существенно ограничено участие С2-С3 двойной связи и γ-пиронового кольца в сопряжении ароматического ядра А и окисляемого фенольного ядра В. Следовательно, при пероксидажном окислении рутина более вероятна локализация реакции в пределах катехольного кольца. В случае кверцетина и морина возможны эффективная делокализация неспаренного электрона по системе сопряженных двойных связей и образование нескольких изомерных метилхинонов [6].

Таковы, по нашему мнению, причины необычно высокой прооксидантной активности плохо окисляемого рутина в реакции пероксидажного окисления. Относительно слабый прооксидантный эффект морина в сравнении с кверцетином объясняется тем, что пероксидажное окисление морина, а также кверцетина и рутина существенно отличается, так как реакция идет по ре-

Как известно, эффективность окисления пероксидазами разнообразных фенольных субстратов определяется не стерическими факторами, а главным образом окислительно-восстановительными потенциалами фенольных соединений [4]. Установлено, что в условиях эксперимента относительная эффективность пероксидажного окисления кверцетина, морина и рутина составляет 100, 92,2 и 3 % соответственно. Глубина окисления исходных количеств флавонолов при участии пероксидазы в присутствии митохондриальных мембран достигает 100 % для кверцетина и морина, а для рутина едва доходит до 15 %. При этом по прооксидантной активно-

зорциновому кольцу морина, а кверцетин и рутин окисляются по катехольному кольцу [5, 6, 11]. Резорциновое ядро вряд ли способно окисляться, проходя стадию семихинона (феноксильный радикал) до хинона. В этом случае в ходе пероксидазной реакции появляется С-центрированный радикал по кольцу В, который способен ковалентно атаковать ароматические аминокислоты в активном центре пероксидазы и инактивировать фермент по суицидному механизму [12]. По нашим данным, реакция пероксидазного окисления кверцетина (но не рутина или морина) начинается с образования крайне нестойкого пурпурного комплекса ($\lambda_{\max}=558$ нм), имеющего, по-видимому, радикальную природу семихинонного типа по кольцу В (рис. 3). В водных растворах пурпурное соединение исчезает в течение 10–15 с, а в этилацетате – в течение нескольких минут. Для его образования необходимо наличие *о*-дигидроксibenзольного кольца В и свободных ОН-групп в положениях 3 и 7, так как пурпурный комплекс также появляется при окислении рамнетина и изорамнетина, но не возникает в реакции с 3-рутинозидами кверцетина и изорамнетина, 3-О-метилкверцетином, 7-глюкозидом кверцетина и кемпферолом [13]. Нами установлено, что короткоживущее пурпурное соединение кверцетина окисляется по катехольному кольцу В до красного *о*-хинона с $\lambda_{\max}=509$ –512 нм, который легко переходит в этилацетат или в CHCl_3 . Следует отметить, что как прооксидантный эффект, так и появление пурпурного и красного продуктов полностью ингибируются 1 мМ аскорбатом (см. рис. 3), который способен эффективно реагировать с феноксильными радикалами и дезактивировать их [3–5].

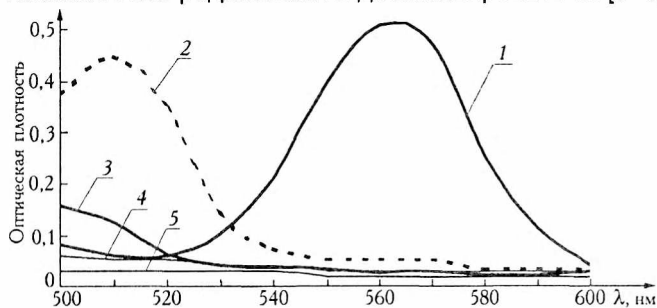


Рис. 3. UV-VIS-спектры поглощения короткоживущих продуктов пероксидазного окисления кверцетина, экстрагированные этилацетатом из реакционной среды. 1 – пурпурный продукт, через 15 с после начала пероксидазной реакции; 2 – красный продукт, через 45 с после начала пероксидазной реакции, 3 – через 120 с после начала пероксидазной реакции, 4 – через 15 с после начала пероксидазной реакции в присутствии 1 мМ аскорбата, 5 – через 45 с после начала пероксидазной реакции в присутствии 1 мМ аскорбата

В качестве возможного инициатора перекисного окисления липидов можно рассматривать еще один сильный окислитель – продукт взаимодействия пероксидазы с пероксидом водорода (соединение I; оксоферрил π -катион-радикал). Установлено, что соединение I в условиях эксперимента не вызывает активации ПОЛ митохондриальных мембран.

Как уже отмечалось, флавонолы де-

монстрируют прооксидантную активность только в низких концентрациях (от 100 до 500 нМ), тогда как при более высоких концентрациях они не индуцируют ПОЛ в этих же условиях. Установлено, что с увеличением концентрации флавонолов от 1 до 5 мкМ прооксидантный эффект пероксидазного окисления флавонолов значительно уменьшается, а при концентрациях выше 5 мкМ полностью исчезает. Интересно заметить, что прооксидантное действие флавонолов в ходе их перекисидазного окисления проявляется в том же диапазоне концентраций, что и их антиокислительные свойства, как показано в модели ингибирования Fe-аскорбат-индуцированного ПОЛ в митохондриях печени крыс (рис. 4). По-видимому, пероксидаза быстро биотрансформирует небольшие количества флавонолов до феноксильного радикала, хинонов и в конечном итоге – до гидроксibenзойных кислот. Таким образом, в реакционной среде антиокислительное действие исходных флавонолов не проявляется. Напротив, при более высоких концентрациях

(2 мкМ и выше) пероксидаза не успевает полностью окислить все молекулы флавонолов, что позволяет оставшимся сполна проявить свою антиоксидантную активность.

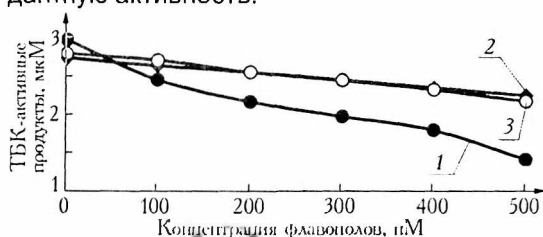


Рис. 4. Зависимость образования ТБК-активных продуктов от концентрации кверцетина (1), рутина (2) и морина (3) в реакции Fe-аскорбат-индуцированного ПОЛ митохондриальных мембран. Время инкубации – 20 мин

Таким образом, экспериментально подтверждена возможность активации флавонолов кверцетина, морина и рутина в реакциях пероксидазной биотрансформации, сопровождающихся индукцией перекисного окисления мембранных липидов. Предполагается, что активация ПОЛ в реакции пероксидазного окисления флавонолов может быть связана с интенсивностью генерации феноксильных ради-

калов флавонолов по кольцу В, т. е. в реакции одноэлектронного окисления, а также с относительной реакционной способностью этих радикалов.

1. The Flavonoids: advances in research / Ed. J.B. Harborne. London; New York, 1988.
2. Запромётов М.Н. Фенольные соединения. Распространение, метаболизм и функции в растениях. М., 1993.
3. O'Brien P.J. // Adv. Exp. Med. Biol. 1994. Vol. 366. P. 215.
4. O'Brien P.J. // Chem. Biol. Interact. 2000. Vol. 129. P. 113.
5. Ледак Е.А., Сенчук В.В. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 1. С. 30.
6. Сенчук В.В. // Достижения современной биологии и биологическое образование: Тр. 2-й междунар. науч. конф. Мн., 2003. С. 281.
7. Schonbaum G. R., Lo S. // J. Biol. Chem. 1972. Vol. 247. P. 3353.
8. Справочник химика / Под ред. Б.П. Никольского. Л., 1967. Т. 4.
9. Карузина И.И., Арчаков А.И. // Современные методы в биохимии. М., 1977. С. 49.
10. Стальная И.Д., Гаришвили Т.Г. // Там же. С. 66.
11. Awad H.M., Boersma M.G., Boeren S. et al. // Chem. Res. Toxicol. 2001. Vol. 14. P. 398.
12. Divi R., Doerge D. // Biochemistry. 1994. Vol. 33. P. 9668.
13. Жанаева Т.А., Минаева В.Г., Запромётов М.Н. // Докл. АН СССР. 1977. Т. 233. № 4. С. 722.

Поступила в редакцию 09.04.2003.

Николай Валерьевич Иващенко – младший научный сотрудник кафедры биохимии.

Елена Александровна Ледак – аспирант кафедры биохимии. Научный руководитель – В.В. Сенчук.

Вадим Валентинович Сенчук – кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой биохимии.

УДК 577.3:612.822.3

Г.Г. МАТИНОВИЧ, С.Н. ЧЕРЕНКЕВИЧ, А.А. ДЕНИСОВ, П.Г. МОЛЧАНОВ, П.М. БУЛАЙ

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ИЗОЛИРОВАННЫХ ГАНГЛИЕВ МОЛЛЮСКА *LYMNAEA STAGNALIS* ПРИ ДЕЙСТВИИ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА

In the present study the effects of hydrogen peroxide on electrical activity of isolated molluscan *Lymnaea stagnalis* ganglia were investigated by using extracellular monitoring equipment.

At concentrations of 0,5 mmole/l to up to 20 mmole/l hydrogen peroxide has induced changes in frequency and amplitude of *Lymnaea stagnalis* neurons spikes. The results have shown those effects were being depended both on oxidant concentration and exposition time to oxidant. It has been suggested that at low concentrations hydrogen peroxide plays the role of regulation factor of neuronal functional properties, while at high concentrations it acts as the damaging factor.

Среди разнообразных регуляторов функционирования клеток мозга особое место занимают активные формы кислорода (АФК). Показано, что образование АФК и окислительная модификация биологических макромолекул происходят во всех клетках и являются обязательными процессами, регулирующими многие функции организма [1]. Но при избыточном уровне АФК клетки повреждаются, что приводит к развитию многих болезней и синдромов, в том числе старения [2], атеросклероза [3], инфаркта и инсульта [4], тяжелых воспалительных заболеваний [5], СПИДа [6] и др. Показано участие АФК, и в частности H_2O_2 как наиболее стабильной формы активированного кислорода, в формировании патологических изменений в мозге при болезнях Альцгеймера, Паркинсона, Хантингтона, амиотрофическом боковом склерозе [7, 8].

Изменения электрической активности нейронов, наблюдаемые при развитии ряда патологий мозга, свидетельствуют о функциональных нарушениях состояния клеток. Показано, что паттерны электрической активности, имеющие различную длительность и частоту, посредством изменения амплитуды и продолжительности внутриклеточного кальциевого сигнала оказывают различные эффекты на экспрессию генов [9]. Исследование электрических параметров клеток при патологиях позволяет получать новые данные, важные для понимания общих закономерностей функционирования нервной ткани, а также для диагностики и профилактики заболеваний ЦНС.

Наиболее распространенные методики изучения электрической активности нейронов основаны на использовании внутриклеточных и внеклеточных микроэлектродов. Однако обычная внутриклеточная микроэлектродная техника позволяет регистрировать электрическую активность нейронов лишь в условиях острого опыта с нарушением стерильности. Кроме этого, использование стеклянных электродов при мониторинге электрической активности клеток приводит к нарушению ионной асимметрии и вызывает существенное повреждение клетки из-за разрыва мембраны. При проведении длительного мониторинга предпочтительнее использовать внеклеточной способ регистрации электрических сигналов. С этой целью могут быть использованы как обычные микроэлектроды, так и микроэлектродные планарные датчики с активными усилительными элементами, встроенными непосредственно в полупроводниковую подложку [10].

Развитие технологий интерфейса нервных клеток и полупроводниковых элементов привело к возникновению перспективного направления современной науки – нейроэлектроники, решающей многие прикладные проблемы [11]. При разработке и создании нейрочипов с использованием биологических нейросетей необходимо учитывать условия культивирования клеток на подложке. Окислительный стресс может являться одним из повреждающих факторов среды в условиях культивирования клеток на полупроводниковых элементах [12].

В настоящей работе для изучения параметров электрической активности нейронов моллюска *Lymnaea stagnalis* при действии H_2O_2 была применена разработанная нами четырехканальная система внеклеточной регистрации электрической активности нейронов.

Следует отметить, что первые исследования электрической активности нейронов моллюска *Lymnaea stagnalis* при повреждающем воздействии H_2O_2 были проведены более 10 лет назад с использованием метода внутриклеточного диализа с фиксацией потенциала. Авторы работы [13] предположили, что механизм повреждающего воздействия H_2O_2 на электрические свойства мембраны нейронов может быть опосредован перекисным окислением липидов. Однако вряд ли результаты этого исследования могут быть использованы для объяснения роли АФК в развитии патологических состояний в нервной системе, так как в работе применялись большие нефизиологические (до 400 ммоль/л) концентрации пероксида водорода.

Многочисленные работы последних лет указывают, что первичные клеточные мишени действия малых концентраций H_2O_2 находятся внутри клетки, а не на ее мембране [14]. Показано, что внеклеточный H_2O_2 легко проникает в клетку, диффундируя через мембрану [15]. Внутри клетки мишенями его действия становятся в основном сульфгидрильные группы белков, окисление которых вызывает изменение внутриклеточных сигнальных процессов [16, 17]. В исследованиях, проведенных нами, для изучения регуляторных воздействий (малых концентраций) и повреждающих воздействий (больших концентраций) H_2O_2 использовались в концентрации от 0,01 до 20 ммоль/л.

Материал и методика

Объектом электрофизиологических исследований служили ганглии ЦНС пресноводного моллюска *Lymnaea stagnalis*. Выделение ЦНС моллюска и регистрацию электрической активности проводили в сбалансированном буферном солевом растворе (СБСР) следующего состава: NaCl – 51,3, KCl – 1,7, $CaCl_2$ – 4,1, $MgCl_2$ – 1,5, Hепес – 5 ммоль/л, pH – 7,9 [18].

С помощью разработанного нами аппаратно-программного комплекса [19] исследовали параметры электрических сигналов нейронов моллюска, которые регистрировали с использованием внеклеточных вольфрамовых микроэлектродов, покрытых полиэтиленовой изоляцией. Неизолированная рабочая поверхность микроэлектрода составляла от 100 до 300 мкм. Регистрируемые сигналы усиливались, преобразовывались в цифровую форму и записывались на жесткий диск компьютера с одновременным графическим отображением на экране монитора. В данном исследовании разработанная система была применена для регистрации суммарной электрической активности (СЭА) групп нейронов отдельных ганглиев моллюска. Следует отметить, что аппаратура может применяться также и при регистрации электрической активности отдельных клеток.

Для статистической обработки полученных результатов создано специальное программное обеспечение, позволяющее считывать данные из определенной области файла, детектировать спайки пороговым методом, вычислять среднюю по выборке амплитуду спайков, их распределение, частоту, разбивать массив данных на участки и производить обработку по каждому участку общепринятыми методами вариационной статистики.

Результаты и их обсуждение

В ходе исследований обнаружено, что H_2O_2 влияет на параметры электрической активности нейронов моллюска *Lymnaea stagnalis*. На рис. 1 а, б представлены фрагменты типичной СЭА нейронов, не подвергавшихся обработке пероксидом водорода. СЭА обуславливается несколькими нейронами, находящимися на различных расстояниях от электрода. Четко видны спайки, имеющие различную амплитуду и частоту следования. Их амплитуда изменяется в диапазоне 10–50 мкВ, частота – 0,1–10 Гц; средняя частота составляла 5–6 Гц, средняя амплитуда – 20 мкВ. В условиях окислительного стресса активность нейронов изменялась. На рис. 1 в, г представлены фрагменты СЭА нейронов моллюска в СБСР, содержащем 2 ммоль/л H_2O_2 . При воздействии H_2O_2 средняя частота спайков возрастала в несколько раз. Ее изменения наблюдались для спайков с различной амплитудой.

Зависимости средней частоты и амплитуды спайков нейронов моллюска *Lymnaea stagnalis* от концентрации H_2O_2 во внеклеточном СБСР, полученные в результате статистической обработки экспериментальных данных, представлены на рис. 2. В диапазоне концентраций 0,01–0,5 ммоль/л H_2O_2 не было зафиксировано изменений средней амплитуды и частоты спайков. При концентрациях 0,5 ммоль/л и выше пероксид водорода индуцировал увеличение частоты спайков нейронов моллюска; при концентрациях выше 10 ммоль/л наблюдалось уменьшение средней частоты и амплитуды.

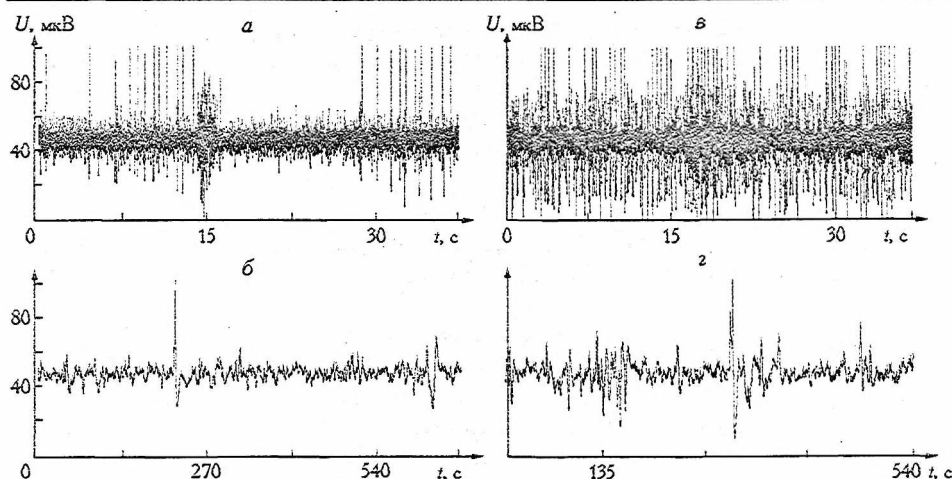


Рис. 1. Фрагменты типичной СЭА нейронов в секундном (а, в) и миллисекундном (б, г) интервалах регистрации: а, б – в СБСР, не содержащем H_2O_2 ; в, г – в СБСР, содержащем 2 ммоль/л H_2O_2

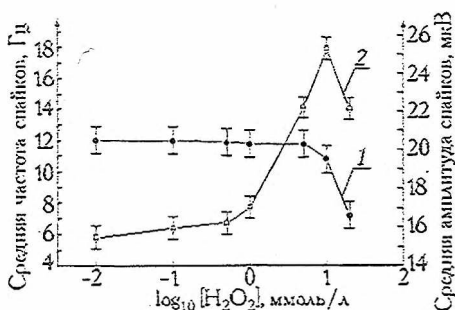


Рис. 2. Зависимость средних частоты (1) и амплитуды (2) спайков нейронов моллюска *Lymnaea stagnalis* от концентрации H_2O_2 во внеклеточном СБСР (время экспозиции – 5 мин)

Мониторингом электрической активности в течение 30 мин было установлено, что средняя амплитуда и частота спайков не зависят от времени экспозиции нейронов к H_2O_2 в концентрациях ниже 10 ммоль/л. Экспозиция клеток к концентрациям H_2O_2 выше 10 ммоль/л дает с течением времени уменьшение средних частоты и амплитуды потенциалов действия нейронов моллюска. На рис. 3 а, б представлены зависимости этих показателей при экспозиции клеток к H_2O_2 . Зависимости построены на основании статистической обработки результа-

тов исследования электрической активности нейронов при проведении экспериментов в СБСР, содержащем 2 и 20 ммоль/л H_2O_2 . Как видно из представленных данных, в случае концентрации пероксида водорода выше 10 ммоль/л наблюдается изменение электрической активности нейронов – уменьшение средних частоты и амплитуды спайков при увеличении времени инкубирования.

Такие изменения опосредованы снижением вклада отдельных нейронов в формирование регистрируемого суммарного сигнала, что свидетельствует об уменьшении физиологической активности нейронов в созданных условиях окислительного стресса.

Как следует из данных литературы, основным неферментативным источником АФК в тканях мозга являются митохондрии. На образование АФК в дыхательной цепи митохондрий расходуется около 5 % от общего количества кислорода, поглощаемого клетками [20]. Следует отметить, что мозг потребляет непропорционально большое количество (у людей – около 20 %) вдыхаемого кислорода, поэтому уровень АФК в нервной ткани может быть значительно выше в сравнении с другими тканями организма. Возможно, 1–3 ммоль/л H_2O_2 могут оказывать регуляторное действие на клетки мозга [21].

Обнаружено, что при добавлении 1,5 ммоль/л H_2O_2 ингибируется глутаматэргическая трансмиссия в гиппокампе [22]. Предполагается, что основным механизмом ответа синапсов на действие АФК является ингибирование пероксидом водорода высвобождения нейротрансмиттеров [23].

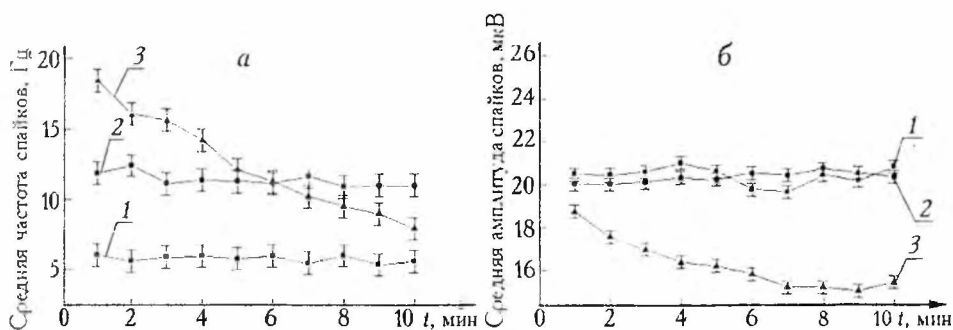


Рис. 3. Зависимость средней частоты (а) и амплитуды (б) спайков нейронов моллюска *Lymnaea stagnalis* от времени инкубирования клеток в БСР, не содержащем H_2O_2 (1), и в БСР, содержащем 2 ммоль/л H_2O_2 (2) и 20 ммоль/л H_2O_2 (3)

Результаты предыдущих наших исследований [24], а также многочисленные данные литературы [25–27] позволяют предположить, что одним из ранних ответов внутриклеточных сигнальных систем на воздействие H_2O_2 во многих типах клеток является повышение внутриклеточной концентрации несвязанного кальция. В настоящее время установлено, что H_2O_2 модифицирует кальциевый гомеостаз в нейронах, в том числе и в нейронах моллюска *Lymnaea stagnalis* [28].

Модификация кальциевого гомеостаза может вызвать изменение электрических свойств мембраны посредством активации Ca^{2+} -зависимых K^+ -каналов. В клетках эндотелия H_2O_2 при концентрациях выше 0,5 ммоль/л вызывает изменения потенциала клеточной мембраны посредством модификации тока ионов K^+ в широко представленных в тканях мозга Ca^{2+} -зависимых K^+ -каналах [29, 30]. Показано, что H_2O_2 посредством Ca^{2+} -зависимой активации фосфолипазы A_2 и митоген-активируемой протеинкиназы увеличивает высвобождение арахидоновой кислоты в нейронах [31], которая, в свою очередь, увеличивает проводимость K^+ -каналов [32].

Активация Ca^{2+} -зависимых K^+ -каналов имеет два основных функциональных значения [33]. Во-первых, их открытие может приводить к изменению формы и длительности потенциалов действия [34]; во-вторых, данные каналы, локализованные в нервных окончаниях, модулируют пресинаптическую активность и высвобождение нейротрансмиттеров [35]. Ca^{2+} -зависимые K^+ -каналы часто ассоциированы с потенциалзависимыми Ca^{2+} -каналами [36] и могут ограничивать поступление ионов Ca^{2+} в клетку, ингибируя посредством обратной связи Ca^{2+} -каналы [37]. Снижение поступления ионов уменьшает высвобождение нейротрансмиттеров и секрецию нейропептидов [38].

В настоящее время на экспериментальных моделях в условиях *in vivo* показано, что свободные радикалы индуцируют генерацию электрических разрядов в клетках при эпилепсии [39]. Попытки демонстрации эпилептогенного действия АФК в этих условиях до настоящего времени в основном не успешны и противоречивы. Например, показано, что 3,3 ммоль/л H_2O_2 вызывают гиперполяризацию пирамидальных нейронов в гиппокампе [40], 3 ммоль/л H_2O_2 в присутствии солей железа уменьшают синаптическую активность и способность пирамидальных нейронов генерировать потенциалы действия [41]. Подобные исследования не позволяют объяснить индукцию эпилепсии свободными радикалами, наблюдаемую в экспериментах *in vivo*. В то же время показан эффект возбуждения пирамидальных нейронов 0,3 ммоль/л H_2O_2 с последующим развитием эпилептиформных разрядов [42]. Такое возбуждение имело место в результате уменьшения тормозных постсинаптических потенциалов.

На основании существующих представлений о механизмах действия малых концентраций пероксида водорода на клетки можно предположить, что

наблюдаемый дозозависимый эффект его влияния на параметры электрических сигналов нейронов моллюска *Lymnaea stagnalis* опосредован изменением баланса между активностью возбуждающих и тормозных синапсов. Изменение кальциевого гомеостаза и последующая активация Ca^{2+} -зависимых K^{+} -каналов могут быть одним из механизмов действия H_2O_2 на клеточные системы. Возможно, при низких концентрациях пероксид водорода выступает в качестве фактора регуляции функциональных свойств нейронов, при высоких – как повреждающий фактор.

1. Droge W. // *Physiol. Rev.* 2002. Vol. 82. P. 47.
2. Ashok B.T., Ali R. // *Experimental Gerontology*. 1999. Vol. 34. P. 293.
3. Fu S., Davies M., Stocker R., Dean R. // *Biochem. J.* 1998. Vol. 333. P. 519.
4. Duranteau J., Chandel N., Kulisz A. et al. // *J. Biol. Chem.* 1998. Vol. 273. P. 11619.
5. Mates J., Perez-Gomez C., Nunez De Castro I. // *Clin. Biochemistry*. 1999. Vol. 32. № 8. P. 595.
6. Mollace V., Nottet H., Clayette P. et al. // *Trends in Neurosciences*. 2001. Vol. 24. № 7. P. 411.
7. Berlett B.S., Stadtman E.S. // *J. Biol. Chem.* 1997. Vol. 272. № 33. P. 20313.
8. Cohen G., Farooqui R., Kesler N. // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 1997. Vol. 94. P. 4890.
9. Buonanno A., Douglas Fields R. // *Curr. Opin. in Neurobiology*. 1999. Vol. 9. P. 110.
10. Денисов А.А., Мартинович Г.Г., Молчанов П.Г. и др. // Докл. НАН Беларуси. 2000. Т. 44. № 6. С. 53.
11. Fromherz P. // *Nonoelectronic and Information technology* / Ed. R. Waser. Berlin, 2003. P. 781.
12. Halliwell B., Clement M., Ramalingam J., Long L. // *UBMB Life*. 2000. Vol. 50. P. 251.
13. Петрашевская Н.Н., Мороз Л.Л., Будько Д.Ю., Шалатонин В.Т. // Изв. АН БССР. Сер. биол. наук. 1989. № 2. С. 60.
14. Reth M. // *Nature Immunology*. 2002. Vol. 3. P. 1129.
15. Antunesa F., Cadenasa E. // *FEBS Letters*. 2000. Vol. 475. P. 121.
16. Wolin M. S. // *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.* 2000. Vol. 20. P. 1430.
17. Finkel T. // *FEBS letters*. 2000. Vol. 476. P. 52.
18. Ridgway R.L., Syed N.I., Lukowiak K., Bulloch A. // *J. Neurobiology*. 1991. Vol. 22. № 4. P. 377.
19. Денисов А.А., Булай П.М., Мартинович Г.Г. и др. // Труды международной научно-технической конференции «Медэлектроника 2002». Мн., 2002. С. 47.
20. Arnaiz S.L., Coronel M.F., Boveris A. // *Nitric Oxide*. 1999. Vol. 3. P. 235.
21. Frantseva M.V., Perez Velazquez J.L., Carlen P.L. // *J. Neurophysiol.* 1998. Vol. 80. P. 1317.
22. Avshalumov M.V., Chen V.T., Rice M.E. // *Brain Res.* 2000. Vol. 882. P. 66.
23. Chen B. T., Avshalumov M. V., Rice M. E. // *J. Neurophysiol.* 2001. Vol. 85. P. 2468.
24. Мартинович Г.Г., Черенкевич С.С., Денисов А.А. и др. // Изв. НАН Беларуси. Сер. мед.-биол. наук. 2002. № 4. С. 70.
25. Herson P., Lee K., Pinnock R. et al. // *J. Biol. Chem.* 1999. Vol. 274. P. 833.
26. Wartenberg M., Deidershagen H., Hescheler J., Sauer H. // *Ibid.* P. 27759.
27. Tornoquist K., Vainio P., Bjorlund S. et al. // *Biochem. J.* 2000. Vol. 351. P. 47.
28. Moghadam H.F., Wintow W., Moroz L.L. // *Acta Biol. Hung.* 1995. Vol. 46. P. 145.
29. Bychkov R., Pieper K., Ried C. et al. // *Circulation*. 1999. Vol. 13. P. 1719.
30. Knaus H.G., Schwarzer C., Koch R. et al. // *J. Neurosci.* 1996. Vol. 16. P. 955.
31. Samanta S., Perkinton M., Morgan M., Williams R. // *J. of Neurochemistry*. 1998. Vol. 70. P. 2082.
32. Casavant R., Xu Z., Dryer S. // *J. Neurochem.* 2000. Vol. 74. P. 1026.
33. Sah P. // *Trends Neurosci.* 1996. Vol. 4. P. 150.
34. Zhang L., McBain C.J. // *J. Physiol. (Lond.)*. 1995. Vol. 488. P. 661.
35. Robitaille R., Chariton M.P. // *J. Neurosci.* 1992. Vol. 12. P. 297.
36. Gola M., Crest M. // *Neuron*. 1993. Vol. 10. P. 689.
37. Wisgirda M.E., Dryer S.E. // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 1994. Vol. 91. P. 2858.
38. Bielefeldt K., Jackson M.B. // *J. Neurophysiol.* 1993. Vol. 458. P. 41.
39. Jennett B. // *Scott. Med. J.* 1973. Vol. 18. P. 8.
40. Seutin V., Scuvée-Moreau J., Masotte L., Dresse A. // *Brain Res.* 1995. Vol. 683. P. 275.
41. Pellmar T.C. // *J. Neurosci. Methods*. 1995. Vol. 59. P. 93.
42. Muller M., Fontana A., Zbinden G., Gahwiler B. // *Brain Res.* 1993. Vol. 619. P. 157.

Григорий Григорьевич Мартинович – младший научный сотрудник.

Сергей Николаевич Черенкевич – доктор биологических наук, профессор.

Андрей Анатольевич Денисов – младший научный сотрудник.

Павел Геннадьевич Молчанов – младший научный сотрудник.

Павел Михайлович Булай – аспирант кафедры биофизики. Научный руководитель – С.Н. Черенкевич.

УДК 587.17

О.Г. ЯКОВЕЦ, В.М. ЮРИН, А.П. КУДРЯШОВ, Е.М. ЛИС

МОДИФИКАЦИЯ АТРАЗИНОМ И СИМАЗИНОМ ИОН-СЕЛЕКТИВНЫХ СВОЙСТВ ПЛАЗМАЛЕММЫ КЛЕТОК *NITELLA FLEXILIS*

Using electrophysiological approaches to research of ion-selective properties of plasmalemma, change of coefficient Na^+/K^+ -selectivity (α) of plasmalemma of *Nitella flexilis* cells at presence *s*-triazine herbicides atrazine and simazine is established. It was shown that the increase α at presence $2,3 \cdot 10^{-5}$ M and $9,3 \cdot 10^{-5}$ M atrazine is caused in the greater degree by reduction of permeability of plasmalemma to ions K^+ (P_K) and at presence $9,9 \cdot 10^{-5}$ M simazine increase of permeability of plasmalemma to ions of Na^+ (P_{Na}). The decrease of α at presence $4,6 \cdot 10^{-5}$ M atrazine and $2,1 \cdot 10^{-5}$ M simazine is connected with the reduction of P_{Na} . The cause of observable effects may consist in influence of *s*-triazines on K^+ -channels of plasmalemma, and/or on a condition of lipid bilayer and a *s*-triazine-ring of herbicides. Character of the changes of ion-permeability of a membrane is determined by a nature of alkylamine substituents in a *s*-triazine-ring of herbicides.

Приспособление растительного организма к условиям гербицидного стресса, заключающееся в перестройке метаболизма [1], возможно, начинается уже на уровне внешней плазматической мембраны и происходит в результате индуцированных мембранотропных процессов.

Ионная селективность, лежащая в основе барьерно-транспортных свойств плазмалеммы, обеспечивает нормальное функционирование растения, и поэтому уже незначительные ее изменения могут являться, с одной стороны, свидетельством развивающихся адаптационных процессов, а с другой – необратимых для организма последствий [2].

Ранее [3] нами уже было показано, что прометрин вызывает увеличение коэффициента Na^+/K^+ -селективности плазмалеммы, происходящее за счет уменьшения ее проницаемости к ионам K^+ . Атразин и симазин являются химическими аналогами прометрина и отличаются от него присутствием в молекуле атома хлора, а также алкиламинными заместителями. Структурные отличия молекул данных *сим*-триазиновых гербицидов могут быть причиной их качественно различного мембранотропного воздействия, степень которого можно оценить с помощью электрофизиологических методов.

Материал и методика

Эксперименты проводились на интернодальных клетках харовой водоросли *Nitella flexilis*, выращенной в лабораторных условиях на питательной среде состава: $2 \cdot 10^{-4}$ M $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, $4 \cdot 10^{-4}$ M CaCl_2 , 10^{-4} M KH_2PO_4 , 10^{-3} M NaHCO_3 .

Измерения электрических характеристик плазматической мембраны клеток осуществлялись с помощью микроэлектродной техники [4] в условиях варьирования в наружной среде концентрации ионов K^+ (C_K) за счет изменения концентрации ионов Na^+ (C_{Na}) при постоянстве концентраций хлорид иона и одновалентных катионов $C_K + C_{\text{Na}} = 1,1 \cdot 10^{-3}$ M при температуре 20 ± 2 °C. Для удаления обменных ионов Ca^{2+} из клеточной стенки предварительно отпрепарированные клетки на 1 сут помещались в 5 mM раствор NaCl [4], а затем для подавления функционирующей на плазмалемме *N. flexilis* фотоиндуцируемой H^+ АТФазной помпы выдерживались в течение 3–4 сут в темноте. Поэтому все дальнейшие манипуляции также осуществлялись в темноте.

В качестве контроля использовались 5 вариантов среды состава: I – 1,0 мМ NaCl, 0,1 мМ KCl; II – 0,8 мМ NaCl, 0,3 мМ KCl; III – 0,6 мМ NaCl, 0,5 мМ KCl; IV – 0,3 мМ NaCl, 0,8 мМ KCl; V – 0,1 мМ NaCl, 1,0 мМ KCl. Атразин и симазин добавлялись к указанным средам в виде 1 % спиртового раствора. Кислотность всех растворов на уровне 7,0 поддерживалась с помощью 1,0 мМ *трис*-буфера.

Аппроксимация экспериментально полученных данных осуществлялась с использованием программы Microsoft Excel с помощью метода наименьших квадратов.

Результаты и их обсуждение

Основными электрофизиологическими характеристиками внешней плазматической мембраны являются разность электрических потенциалов (РЭП, Ψ) и сопротивление ($\mathfrak{R}$). Величина данных параметров формируется в результате функционирования пассивных и активных ион-транспортных систем. Условия проводимых нами экспериментов предполагают преимущественное участие в этом процессе пассивных ион-транспортных систем, когда изменения РЭП и сопротивления описываются уравнениями Гольдмана, которые в условиях постоянства концентрации хлорид-ионов в наружной среде принимают следующий вид [5]:

$$\Psi = \frac{RT}{F} \ln \frac{C_K^{\text{вн}} + \alpha C_{\text{Na}}^{\text{вн}}}{C_K^{\text{вн}} + \alpha C_{\text{Na}}^{\text{вн}}} = \frac{RT}{F} \ln \frac{C_K^{\text{вн}} + \alpha C_{\text{Na}}^{\text{вн}}}{C^{\text{вн}}}, \quad (1)$$

$$\mathfrak{R} = \frac{(RT)^2}{F^3 P_K} \frac{1 - \exp(-\Psi F / RT)}{\Psi (C_K^{\text{вн}} + \alpha C_{\text{Na}}^{\text{вн}})}, \quad (2)$$

где R – универсальная газовая постоянная, T – абсолютная температура, F – постоянная Фарадея, $C_K^{\text{вн}}$ и $C_{\text{Na}}^{\text{вн}}$ – концентрации ионов K^+ и Na^+ в наружной среде соответственно, $C_K^{\text{вн}}$ и $C_{\text{Na}}^{\text{вн}}$ – концентрации ионов K^+ и Na^+ в клетке соответственно, $C^{\text{вн}}$ – суммарная концентрация ионов в клетке, α – коэффициент Na^+/K^+ -селективности ($\alpha = P_{\text{Na}}/P_K$, где P_{Na} – проницаемость плазмалеммы к ионам Na^+ , P_K – проницаемость плазмалеммы к ионам K^+).

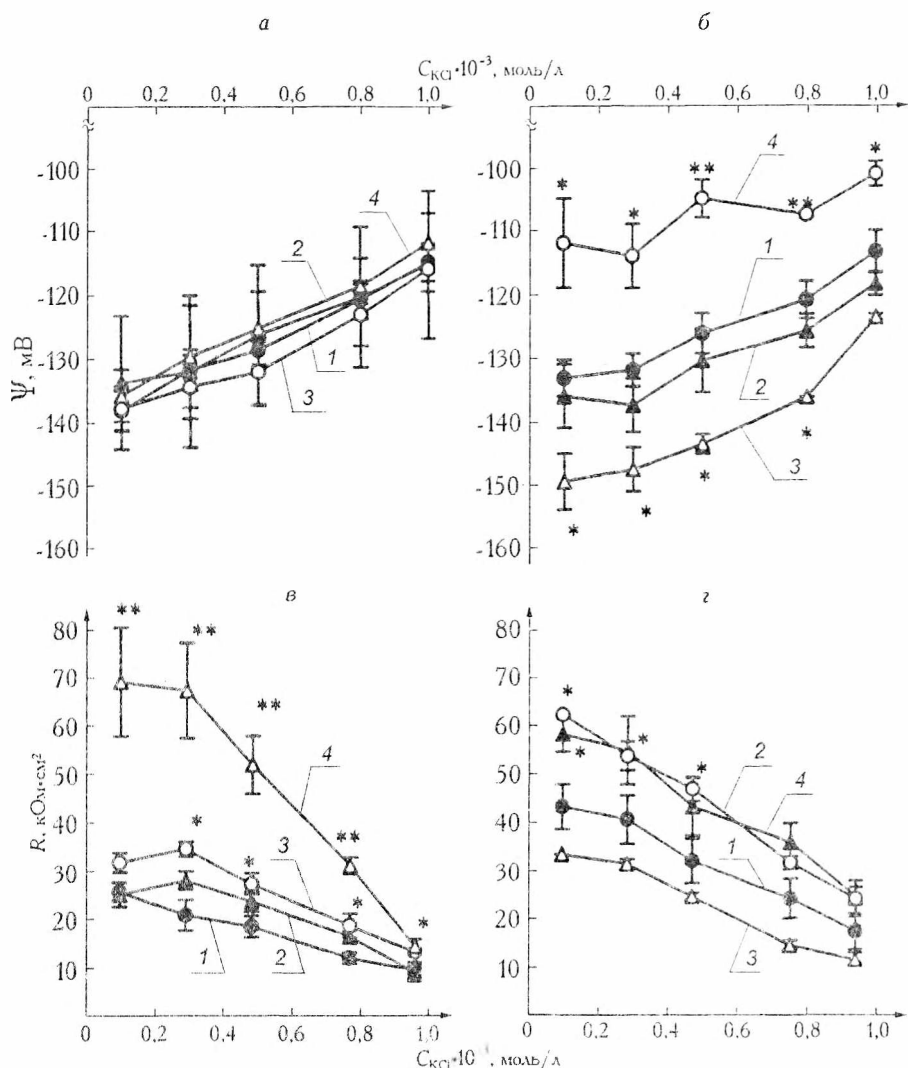
Под воздействием сим-триазинов (сразу после их появления в среде) отмечались сдвиги электрофизиологических характеристик мембраны, причем время их установления составляло 10–20 мин. Последнее свидетельствует, вероятно, о непосредственном воздействии испытываемых веществ на ион-транспортные системы плазмалеммы.

Сделанные нами ранее выводы [6, 7] нуждались в уточнении, что потребовало проведения дополнительных экспериментов, результаты которых и их обсуждение приводятся ниже.

Исследования показали, что на десятикратное увеличение концентрации ионов K^+ в среде мембрана в контроле реагировала плавной деполяризацией и уменьшением сопротивления (рисунок). Добавление гербицидов вызывало ее аналогичную реакцию, за исключением действия на сопротивление при смене среды I на среду II $2,3 \cdot 10^{-5}$ М и $4,6 \cdot 10^{-5}$ М растворов атразина. При этом наблюдалось незначительное увеличение сопротивления, которое не оказывало существенного влияния на общую картину уменьшения данного электрофизиологического параметра мембраны и дальнейшие расчеты.

Экспериментально полученные значения РЭП в контроле в присутствии $2,5 \cdot 10^{-5}$ М и $9,9 \cdot 10^{-5}$ М симазина, а также всех испытанных концентраций атразина при увеличении концентрации ионов K^+ в наружной среде хорошо аппроксимировались уравнением (1).

На основе проведенных расчетов оценены величины коэффициентов Na^+/K^+ -селективности плазмалеммы (α) в контроле и в присутствии сим-триазинов. Полученные значения α представлены в таблице.



Зависимость РЭП (а, б) и сопротивления (в, г) плазмалеммы клеток *Nitella flexilis* от концентрации калия в наружной среде при варьировании содержания атразина (а, б): 1 - контроль; 2 - $2,3 \cdot 10^{-5}$; 3 - $4,6 \cdot 10^{-5}$; 4 - $9,3 \cdot 10^{-5}$ М и симазина (б, г): 1 - контроль; 2 - $2,5 \cdot 10^{-5}$; 3 - $5,0 \cdot 10^{-5}$; 4 - $9,9 \cdot 10^{-5}$ М. Различия между средними значениями относительно контроля статистически достоверны при уровне значимости $P=0,05$ (*) и $P=0,01$ (**)

Как видно из содержащихся в ней данных, вызываемые атразином изменения величины α происходят на фоне уменьшения P_K и P_{Na} . Однако при $2,3 \cdot 10^{-5}$ М и $9,3 \cdot 10^{-5}$ М атразина рост α обусловлен преимущественным уменьшением P_K по сравнению с P_{Na} относительно контроля, а уменьшение α в присутствии $4,6 \cdot 10^{-5}$ М гербицида - более значительным уменьшением P_{Na} по сравнению с P_K относительно контроля. Присутствие симазина в концентрации $2,3 \cdot 10^{-5}$ М вызывало снижение α (см. таблицу) без существенных изменений величины P_K и связано с уменьшением P_{Na} . Увеличение концентрации симазина до $9,3 \cdot 10^{-5}$ М приводило к росту α более чем в 3 раза. Расчеты показали, что наблюдаемый эффект обусловлен преимущественным увеличением P_{Na} . При этом в растворе P_K уменьшается, а при увеличении содержания ионов K^+ в среде отмечается заметный ее рост, но меньше степени возрастания P_{Na} .

Таким образом, атразин и симазин, воздействуя на электрофизиологические параметры плазмалеммы, оказывают различное влияние на ее прони-

цаемость к ионам K^+ и Na^+ : для атразина характерна в основном одноп-
равленность воздействия, т. е. уменьшение P_K и P_{Na} ; симазин же в зависи-
мости от концентрации либо увеличивает, либо уменьшает проницаемость
мембраны.

Значения α и коэффициентов проницаемости плазмалеммы к ионам K^+ и Na^+
при варьировании содержания симметричных триазинов в среде

Концентрация гербицида, М	α	Ионная проницаемость ($\cdot 10^{-7}$, см/с)	Концентрация калия в наружной среде, мМ				
			0,1	0,3	0,5	0,8	1,0
Атразин							
0	0,337	P_K	4,42	4,36	4,08	5,15	5,90
		P_{Na}	1,49	1,47	1,37	1,74	2,00
$2,3 \cdot 10^{-5}$	0,395	P_K	4,00	2,96	2,98	3,66	6,09
		P_{Na}	1,58	1,17	1,18	1,45	2,40
$4,6 \cdot 10^{-5}$	0,309	P_K	3,84	2,72	2,78	3,32	4,28
		P_{Na}	1,19	0,84	0,86	1,03	1,32
$9,3 \cdot 10^{-5}$	0,400	P_K	1,48	1,29	1,44	2,02	4,05
		P_{Na}	0,59	0,51	0,58	0,81	1,62
Симазин							
0	0,258	P_K	3,21	2,44	2,48	2,57	3,28
		P_{Na}	0,83	0,63	0,64	0,66	0,85
$2,5 \cdot 10^{-5}$	0,211	P_K	2,67	1,86	1,87	1,70	2,21
		P_{Na}	0,57	0,39	0,39	0,36	0,47
$9,9 \cdot 10^{-5}$	0,858	P_K	1,83	1,86	2,49	4,02	5,27
		P_{Na}	1,57	1,59	2,13	3,45	4,29

На основании сопоставления полученных данных с результатами ранее
проведенного исследования [3] можно заключить, что изменение α , во-пер-
вых, зависит, вероятно, от природы алкиламинных заместителей в *сим*-три-
азиновом кольце гербицидов. Так, атразин отличается от симазина и сходен
с прометрином наличием в молекулярной структуре изопропиламинной
группы. Индуцируемые $8,4 \cdot 10^{-5}$ М прометрином [3] и $9,3 \cdot 10^{-5}$ М атразином
увеличения α за счет уменьшения P_K , а в присутствии $9,9 \cdot 10^{-5}$ М симазина –
за счет увеличения P_{Na} , свидетельствуют о решающей роли изопропила-
минной группы в молекулах прометрина и атразина в модификации струк-
тур, ответственных за проницаемость плазмалеммы к ионам K^+ . Во-вторых,
присутствие в молекуле *сим*-триазина этиламинной группы и атома хлора,
вероятно, может являться причиной модификации *сим*-триазиновыми гер-
бицидами проницаемости плазмалеммы к ионам Na^+ (в случае симазина
это очевидно, а в случае атразина данный эффект прослеживается при
концентрации $2,3 \cdot 10^{-5}$ М в средах I и V). В-третьих, направление изменения
 α зависит и от концентрации данных ксенобиотиков. Это особенно отчетли-
во видно на примере симазина, малые и большие концентрации которого
оказывают противоположное влияние на ион-селективные свойства плаз-
малеммы.

Проведенные эксперименты позволяют также заключить, что первичная
реакция растительного организма на присутствие в окружающей среде
сим-триазинов заключается в изменении ион-селективных свойств внешней
плазматической мембраны. Плазмалемма теряет свои селективные свойст-
ва, становясь менее избирательной к ионам K^+ и Na^+ . Однако, как и в рабо-
те [5], в нашем случае отмечается увеличение коэффициентов P_i с ростом
концентрации ионов K^+ в среде и соответственно с падением потенциала
как в контрольных вариантах, так и при обработке клеток испытанными гер-
бицидами. Установленные экспериментальные зависимости P_i (C_K^n) не мо-
гут быть описаны соотношениями, полученными в рамках теорий Гольдма-
на и абсолютных скоростей реакции [8], предусматривающих уменьшение P_i
с ростом C_K^n . Они могут быть объяснены при рассмотрении свойств отдель-
ных ион-транспортных систем плазмалеммы, в частности калиевых кана-

лов. В наших экспериментах ионная сила поддерживается постоянной ($C_{K^+} + C_{Na^+} = \text{const}$). В этом случае, как показано в работе [9], активационная кривая Д-типа K^+ -каналов не сдвигается вдоль оси напряжения в направлении деполяризации и по мере возрастания концентрации ионов K^+ может происходить активация каналов, что в конечном итоге и приводит к экспериментально зафиксированному увеличению P_K .

В ходе проведенных экспериментов установлен рост проницаемости мембраны к ионам K^+ и Na^+ при действии некоторых концентраций гербицидов. Это может быть обусловлено не только влиянием *сим*-триазинов на функционирование калиевых каналов, но и на состояние липидного бислоя плазмалеммы, выражающегося в модификации проводимости каналов не-селективной ионной утечки.

1. El-Sheekh M. M., Kotkat H. M., Hammouda O. H. E. // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 1994. Vol. 29. P. 349.

2. Найдун С. Н. Механизмы термоиндуцированной модификации систем пассивного транспорта плазматической мембраны растительной клетки: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. 03.00.12. Мн., 2002.

3. Яковец О. Г., Кудряшов А. П., Юрин В. М. // *Весті НАН Беларусі. Сер. біял. навук*. 2000. № 1. С. 25.

4. Костюк П. Г. Микроэлектродная техника. Киев, 1960.

5. Юрин В. М., Гончарик М. Н., Галактионов С. Г. Перенос ионов через мембраны растительных клеток. Мн., 1977.

6. Лис Е. М., Яковец О. Г., Кудряшов А. П. // *Экологической науке – творчество молодых: Материалы II Регион. науч.-практ. конф. ведущих специалистов, аспирантов и студентов*. Гомель, 2002. С. 55.

7. Яковец О. Г., Юрин В. М., Кудряшов А. П., Лис Е. М. // *Молекулярные, мембранные и клеточные основы функционирования биосистем: Материалы V съезда Бел. обществ. об-ния фотобиологов и биофизиков*. Мн., 2002. С. 105.

8. Юрин В. М., Соколик А. И., Гончарик М. Н. // *ДАН БССР*. 1973. Т. 17. С. 956.

9. Юрин В. М., Соколик А. И., Кудряшов А. П. Регуляция ионного транспорта через мембраны растительных клеток. Мн., 1991.

Поступила в редакцию 25.03.2003.

Оксана Геннадьевна Яковец – младший научный сотрудник кафедры физиологии и биохимии растений НИЛ физиологии растительной клетки.

Владимир Михайлович Юрин – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой физиологии и биохимии растений.

Анатолий Петрович Кудряшов – кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии и биохимии растений.

Елена Марьяновна Лис – студентка 5-го курса биологического факультета.

УДК 581.133.1

А.Э. КОРЕНЬКОВ, В.М. ЮРИН

АЦИДОФИЦИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ РИЗОДЕРМЫ ЯЧМЕНИ В УСЛОВИЯХ ХЛОРИДНО-НАТРИЕВОГО ЗАСОЛЕНИЯ¹

The influence of sodium salting to acidification activity of root's system of seven-days etiolated sprouts barley was investigated. Stress reaction of rhizodermic cells at sodium salting was described. Threshold values of salt concentrations, which cause activation and also partial or full suppression of a proton pump in root cells of barley, were revealed. It is established, that inhibitory influence of NaCl on H^+ -ATPase pump in rhizodermic cells of barley is mainly determined by ions of chlorine.

Процесс засоления почв с каждым годом становится все более значимой и актуальной экологической проблемой. Опустынивание, складирование отходов химических производств, использование солесодержащих смесей в зимнее время, нерациональное внесение удобрений – все это неизбежно приводит к повышению уровня солей натрия в почвенном растворе, нега-

¹ Авторы статьи – сотрудники кафедры физиологии и биохимии растений.

тивно влияет на все живое, но более всего на жизнедеятельность растительного организма, нарушая в первую очередь процессы водообмена и минерального питания [1, 2].

Для понимания взаимодействия протопласта растительной клетки с ионами окружающей среды представляется важным поиск конкретных изменений, происходящих в ходе адаптации клеток к высокому содержанию солей натрия как на уровне функционирования ферментов – H^+ -АТФаз, так и на уровне всех транспортных систем плазмалеммы.

К настоящему времени имеются лишь фрагментарные данные по исследованию воздействий натриевого засоления на процессы ионного транспорта у растений [2–4]. Остаются малоизученными вопросы воздействия повышенных концентраций солей непосредственно на функционирование отдельных транспортных систем плазмалеммы, в частности на протонсекретирующую активность ризодермы высших растений.

Авторами данной статьи была предпринята попытка исследовать влияние натриевого засоления на ацидофицирующую активность корневой системы ячменя.

Материал и методика

В эксперимент были взяты семидневные этиолированные проростки ячменя сорта "Бурштын", выращенные методом полиэтиленовых рулонов на дистиллированной воде [5]. В работе использовались водные растворы с различной концентрацией (0–0,5 н) хлорида и сульфата натрия.

Двадцать этиолированных проростков экспонировались в инкубационном растворе фиксированного объема (50 мл) с различной концентрацией ионов натрия в течение 1,5 ч. Через определенные интервалы времени с помощью стандартных рН-электродов регистрировались изменения кислотности раствора.

Для расчета потока протонов в среду определяли следующие морфологические показатели проростков: количество корней, их общую длину, среднюю толщину (диаметр) корня и площадь поверхности корней. Поскольку корни ячменя имеют форму, близкую к цилиндрической, то последний показатель рассчитывался по формуле

$$S = \pi dL,$$

где S – площадь поверхности корней (мкм^2), π – 3,14; d – средняя толщина (диаметр) корня в проростке, L – общая длина корней всех проростков

Суммарная экскреция протонов в пересчете на единицу площади поверхности корней определялась согласно формуле

$$V = N / S,$$

где V – секрция корнями ячменя протонов на единицу площади ($\text{ион}/\text{мкм}^2$), N – количество протонов в растворе.

Результаты и их обсуждение

В экспериментах с хлоридом натрия показано, что при варьировании его концентрации от 0 до 0,5 н ацидофицирующая активность ризодермы у взятых в эксперимент проростков ячменя значительно изменяется (рис. 1).

При относительно низких (менее 0,01 н) концентрациях хлорида натрия в инкубационном растворе заметных изменений кислотности по сравнению с контрольными показателями не происходит. В интервале концентраций от 0,01 до 0,1 н скорость протонной экстрезии резко возрастает. При дальнейшем повышении концентрации поллютанта вначале наблюдается некоторый спад ацидофицирующей активности (0,2 н NaCl), а по достижении уровня 0,25 н и выше – полное подавление протонной секреции. Подобные изменения рН можно связать с активацией и ингибированием ионами натрия (или хлора) в клетках ризодермы ячменя основной транспортной системы – H^+ -помпы.

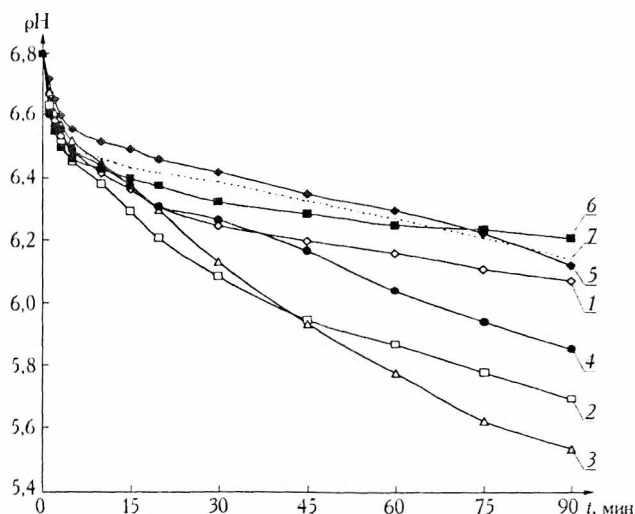


Рис. 1. Кинетика изменения pH инкубационного раствора корнями ячменя под влиянием NaCl различной концентрации. Здесь и на рис. 2, 3: 1 – 0,01 н; 2 – 0,05; 3 – 0,1; 4 – 0,2; 5 – 0,25; 6 – 0,5 н; 7 – контроль (H_2O)

но изменением протонных потоков, связанных с насыщением катионообменной емкости апопласта в клетках ризодермы [6]. Последующий линейный участок отражает стационарную фазу выделения на этом этапе H^+ со скоростью, пропорциональной мощности протонного насоса в клетках ризодермы [7].

Для периода с линейным изменением кислотности раствора рассчитывались показатели интенсивности выброса протонов в зависимости от степени хлоридно-натриевого засоления в пересчете на единицу площади корней. Кинетика подобных изменений приведена на рис. 2.

Ион/зкм²

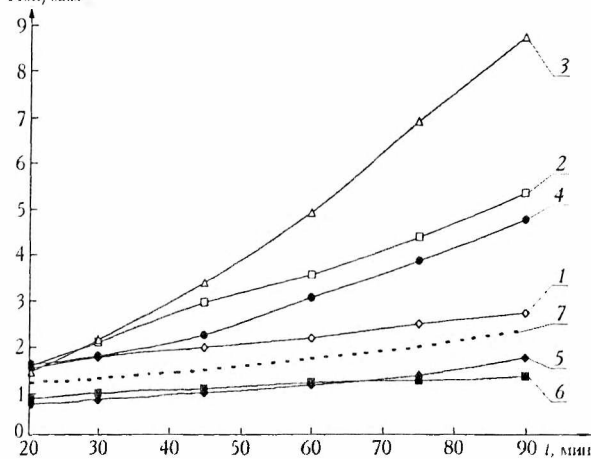


Рис. 2. Кинетика изменения концентрации ионов H^+ в инкубационном растворе под влиянием хлорида натрия на 1 мкм² площади поверхности корней ячменя

ством протонов, выбрасываемых за единицу времени на единицу площади поверхности корней при использовании в качестве засолителя Na_2SO_4 , достигает существенно больших значений (более чем в 5 раз превышает подобный выброс для NaCl).

Таким образом, ингибирующее влияние хлорида натрия на ацидофицирующую активность H^+ -АТФазной помпы можно объяснить прежде всего

В представленных экспериментах четко прослеживаются следующие тенденции: в начальный период экспозиции (0–5 мин) наблюдается резкое повышение кислотности раствора. Через 15–20 мин кривая, отражающая ацидофицирующую активность корней, приобретает линейную форму, которая сохраняется весь последующий интервал времени 20–90 мин (см. рис. 1).

Резкое повышение концентрации ионов водорода в течение первых 20 мин обусловле-

С целью выявления роли катионной и анионной составляющих хлорида натрия были проведены дополнительные эксперименты с сульфатом натрия (рис. 3). Показано, что при сульфатном засолении в целом прослеживаются те же тенденции, что и с хлоридом натрия. Однотипность ответа протонсекретирующей системы корней на данные соединения объясняется присутствием в них ионов натрия. В то же время максимальная активация H^+ -помпы, которая выражается количе-

действием хлорид-иона, поскольку хлор влияет на различные процессы жизнедеятельности растений – фотосинтез, дыхание и др. [8]. В работах [9, 10] у растений в условиях солевого стресса отмечены существенные изменения активности различных ферментов.

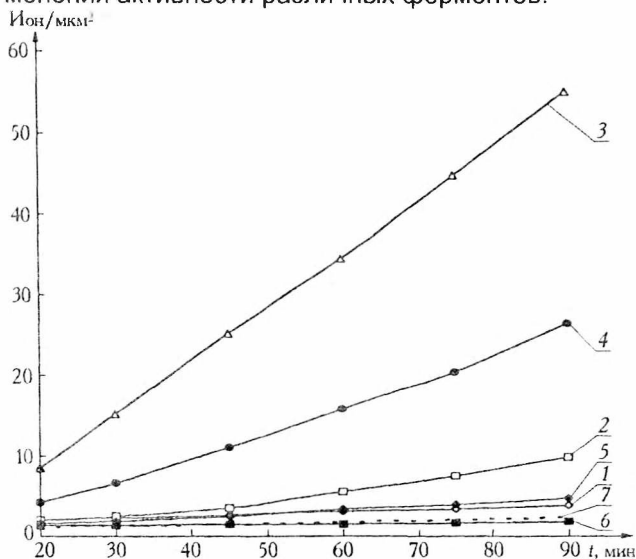


Рис. 3. Кинетика изменения концентрации ионов H^+ в инкубационном растворе под влиянием Na_2SO_4 на 1 мкм^2 площади поверхности корней ячменя

Ввиду того что активация или ингибирование H^+ -помпы проявляются уже на первых минутах эксперимента, можно предположить, что первичные изменения в транспортных свойствах корней при засолении связаны либо с изменением текучести липидов, определяющих липид-белковые взаимодействия в клетках ризодермы, либо с непосредственным взаимодействием солей натрия и H^+ -АТФаз. При этом второй механизм представляется более существенным.

Вероятно, концентрации солей натрия, превышающие 0,2 н, оказывают непосредственное ингибирующее влияние на гидролитическую активность H^+ -АТФазы ризодермы корней ячменя. При этом наиболее ярко выраженную ингибирующую активность проявляют анионы хлора, что может объясняться его усиливающим действием на сродство натрия с аллостерическим центром фермента.

1. Строгонов Б.П., Клышев Л.К., Азимов Р.А. и др. Проблемы солеустойчивости растений. Ташкент, 1989.
2. Палладина Т.А. // Успехи современной биологии. 1999. Т. 199. № 5. С. 451.
3. Стриж И.Г., Попова Л.Г., Балнокин Ю.В. // Вестн. Башк. ун-та. 2001. № 2. С. 120.
4. Blumwald E., Aharon G.S., Apse M.P. // Bioch. et Biophys. Acta. 1465. 2000. P. 140.
5. Кореньков А.Э., Юрин В.М., Кудряшов А.П. // Учен. зап. 2002. № 4. С. 32.
6. Воробьев Л.Н. // Итоги науки и техники. Сер. Физиология растений. 1988. Т. 5. С. 29.
7. Вахмистров Д.Б., Эн До О. // Физиология растений. 1993. Т. 40. № 1. С. 100.
8. Гончарик М.Н. Физиологическое влияние ионов хлора на растения. Мн., 1968. С. 57.
9. Muller M., Santarius K.A. // Plant Physiol. 1978. Vol. 62. № 3. P. 326.
10. Ли Т.Е., Липс С.Г. // Вестн. Башк. ун-та. 2001. № 2 (II). С. 90.

Поступила в редакцию 07.05.2003.

Андрей Эдуардович Кореньков – преподаватель.

Владимир Михайлович Юрин – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой.

УДК 581.9

ВАЛ.Н. ТИХОМИРОВ

НОВЫЕ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ РЕДКИХ И ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ В БЕЛАРУСИ. II

New data about distribution of rare and endargened plant species in Belarus are given. Among him *Equisetum variegatum*, *Polypodium vulgare*, *Hedera helix*, *Conioselinum tataricum*, *Ostericum palustre*, *Siella erecta*, *Gentiana cruciata*, *Pyrethrum corymbosum*, *Coeoglossum viride*, *Epipactis atrorubens* etc.

Данная публикация представляет собой вторую часть статьи, посвященной находкам на территории Беларуси редких и охраняемых видов растений [1]. Многие из этих видов являются интересными и в фитогеографическом отношении, так как по территории Беларуси проходит граница их распространения либо сведений об их распространении на территории нашей страны на сегодняшний день недостаточно и они нуждаются в уточнении. Мы надеемся, что собранные нами данные будут использованы в готовящемся третьем издании Красной Книги Республики Беларусь.

Виды в списке расположены согласно «Определителю высших растений Беларуси» [2]. В сведениях о местонахождениях автор сборов указан следующим образом: Т. В. – Тихомиров Вал. Н. Собранные гербарные материалы хранятся в Гербарии БГУ (MSKU).

***Equisetum variegatum* Schleich. ex Web. et Mohr.** Охраняемый вид, 3 категория охраны [3].

1. Минская обл., Мядельский р-н, окр. д. М. Сырмеж (1 км к Ю). Молодые посадки сосны по дну заброшенного неглубокого песчаного карьера. Сосняк мшистый с *Equisetum hyemale*. 26.06.2002. Т. В. № 01282.

2. Там же, окр. д. М. Сырмеж (3,5–4 км к ЮЗ). Дно заброшенного песчаного карьера по левому берегу руч. Средний, у дороги. 14.07.2002. Т. В. № 01484.

***Polypodium vulgare* L.** Охраняемый вид, 3 категория охраны [3].

1. Могилевская обл., Осиповичский р-н, 300 м к СЗ от безымянной могилы у дороги Слобода – Устиж. Правый крутой берег р. Свислочь, покрытый редкими старыми елями и соснами с обильным моховым покровом. 2 субпопуляции общей площадью 20х50 м, причем местами встречаются пятна чистых зарослей. 01.05.1995. Т. В.

***Pulsatilla pratensis* (L.) Mill.** Охраняемый вид, 2 категория охраны [3].

1. Минская обл., Вилейский р-н, место впадения р. Нарочь в р. Вилия. Поляна в сосняке мшистом на коренном берегу реки. 06.06.1998. Т. В. № 105.

2. Там же, сосняк мшистый по склону коренного берега р. Вилия в 250 м выше места слияния. 16.06.2001. Т. В. № 00348.

3. Там же, окр. д. Красница (300 м к Ю). Склон левого коренного берега р. Нарочь, разреженный злаковый сосняк. 17.06.2001. Т. В. № 00402.

4. Там же (2 км к Ю), правый берег р. Нарочь. Сосняк можжевельново-мшистый. 08.06.2002. Т. В. № 01198.

5. Минская обл., Молодечненский р-н, окр. д. Шиково (4 км к С). Поляна в сосняке мшистом на коренном берегу р. Вилия. 06.06.1998. Т. В. № 103.

6. Там же (3,5 км к СВ), левый берег р. Вилия. Сосняк мшистый. 08.06.2002. Т. В. № 01211.

***Pulsatilla wolfgangiana* (Besser) Juz. (*P. teklae* Zam.).** Редкий, недостаточно изученный вид, значительная часть ареала которого находится, очевидно, в Беларуси.

1. Минская обл., Вилейский р-н, место слияния р. Вилия и Нарочь. Сосняк мшистый по склону коренного берега р. Вилия в 1 км выше места слияния. 16.06.2001. Т. В. № 00357.

2. Минская обл., Молодечненский р-н, окр. д. Шиково (3,5 км к СВ), левый берег р. Вилия. Сосняк мшистый. 08.06.2002. Т. В. № 01214.

***Betula humilis* Schrank.** Редкий вид, рекомендованный для включения в 3 издание Красной Книги Республики Беларусь.

1. Минская обл., Мядельский р-н, окр. д. Радки (1 км к ССЗ). Переходное болото по западному берегу оз. Кузьмичи. 12.07.2002. Т. В. № 01440.

***Silene chlorantha* (Willd.) Ehrh.** Редкий вид, находящийся в Беларуси на северной границе своего распространения.

1. Гомельская обл., Жлобинский р-н, окр. д. Лебедевка (2 км к СВ). Просека в сосново-широколиственном лесу под ЛЭП. 22.07.2000. Т. В. № 115.

2. Могилевская обл., Бобруйский р-н, о. п. Бабино. Песчаная пустошь в полосе отчуждения ж. д., у станции. 24.06.2001. Т. В. № 00484.

***Dentaria bulbifera* L.** Охраняемый вид, 3 категория охраны [3].

1. Могилевская обл., Осиповичский р-н, окр. п. г. т. Елизово (3 км к ЮЗ). Дубрава снытево-кисличная. 26.05.2002. Т. В. № 01135.

***Cardamine parviflora* L.** Редкий вид.

1. Гомельская обл., Жлобинский р-н, окр. хут. Красная Горка (500 м к ЮВ). Обрывистый берег р. Днепр. 22.07.2000. Т. В. № 127.

***Teesdalia nudicaulis* (L.) R. Br.** Редкий вид, находящийся в Беларуси на восточной границе распространения.

1. Брестская обл., Пружанский р-н, окр. д. Заполье (1,5 км к ЮЗ), 500 м к С от левого берега оз. Паперня. Обочина дороги, в сосняке мшистом. 28.04.2002. Т. В. № 00975.

2. Гродненская обл., Дятловский р-н, окр. д. Селиванки (1 км к С), правый берег р. Молчадь. Пустошь по берегу реки, опушка сосняка лишайникового. 10.05.2002. Т. В. № 01031.

***Salix lapponum* L.** Редкий вид, рекомендованный для включения в 3 издание Красной Книги Республики Беларусь.

1. Минская обл., Мядельский р-н, окр. д. Радки (1 км к ССЗ). Переходное болото по западному берегу оз. Кузьмичи. 12.07.2002. Т. В. № 01441.

***Lotus uliginosus* Schkuhr.** Редкий вид, распространение которого на территории Беларуси практически не изучено.

1. Минская обл., Мядельский р-н, окр. д. М. Сырмеж (2,5 км к Ю), левый берег р. Малиновка. Сырая закустаренная поляна в лесу в пойме реки. 14.07.2002. Т. В. № 01491.

***Lupinaster litvinovii* (Iljin) Roskov (*Trifolium litvinovii* Iljin, *T. lupinaster* auct. non L., p. p.).** Охраняемый вид, 3 категория охраны [3].

1. Могилевская обл., Бобруйский р-н, окр. о. п. Бабино, опушка сосняка мшистого у станции. 23.06.2001. Т. В. № 00445.

2. Там же (2,5 км к ЮВ). Опушка сосняка мшистого, по обочине шоссейной дороги. 24.06.2001. Т. В. № 00475.

***Hedera helix* L.** Охраняемый вид, 3 категория охраны [3]. Был найден в следующем местообитании, где рос в массе.

1. Могилевская обл., Осиповичский р-н, окр. п. г. т. Елизово (3 км к ЗЮЗ). Березняк снытевый с черной ольхой. 26.05.2002. Т. В. № 01131.

***Conioselinum tataricum* Hoffm.** Крайне редкий вид, рекомендованный для включения в 3 издание Красной Книги Республики Беларусь.

1. Гродненская обл., Ошмянский р-н, окр. д. Дертники, у моста через р. Гольшанка. По берегу реки. 26.07.1998. Т. В. № 218.

***Ostericum palustre* (Bess.) Bess.** Крайне редкий вид, рекомендованный для включения в 3 издание Красной Книги Республики Беларусь.

1. Минская обл., Клецкий р-н, окр. г. Клецк (0,2 км к СЗ). Сырой торфянистый затопляемый луг в пойме ручья. 23.07.1998. Т. В. № 212.

***Siella erecta* (Huds.) M. Pimen.** Охраняемый вид, 3 категория охраны [3]. 1. Минская обл., Вилейский р-н, каменистый перекал на р. Нарочь в 1 км выше слияния с р. Вилия, около берега и у коряг, торчащих из воды. 17.06.2001. Т. В. № 00392.

1. Брестская обл., Пружанский р-н, окр. г. Ружаны, дорога Ружаны – Зельва (0,5 км к С от развилки на Волковыск). В ручье, текущем из болота, массово. 29.09.2002. Т. В. № 01686.

***Gentiana cruciata* L.** Охраняемый вид, 3 категория охраны [3].

1. Минская обл., Мядельский р-н, между д. Антонинсберг, Воронцы и Логовины. Верхняя часть склона остепненной моренной гряды. 03.07.2002. Т. В. № 01369.

1. Там же, окр. д. Воронцы (1 км к СВ). По склону остепненной моренной гряды. Много. 03.07.2002. Т. В. № 01382.

***Ajuga pyramidalis* L.** Охраняемый вид, 1 категория охраны [3].

1. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Лесной (500 м к С), в сторону д. Узборье, просека между кв. 46 и 47 в ельнике мшисто-мертвопокровном. Не менее 200 растений. 11.06.1997. Т. В. № 42.

***Campanula boloniensis* L.** Редкий вид, рекомендованный для включения в 3 издание Красной Книги Республики Беларусь.

1. Могилевская обл., Мстиславский р-н, окр. д. Нов. Вихряны (0,5 км к В). Ксерофитная луговина по склону коренного берега р. Вихра, на мелах. 16.08.1994. Т. В. № 224.

***C. cervicaria* L.** Редкий вид, рекомендованный для включения в 3 издание Красной Книги Республики Беларусь.

1. Могилевская обл., Мстиславский р-н, окр. д. Заречье (3 км к С). Опушка дубравы с сосной (в напочвенном покрове доминирует осока лесная), выходящая на шоссе. 25.08.2001. Т. В. № 00815.

***Anthemis ruthenica* Bieb.** Редкий вид, распространение которого на территории Беларуси недостаточно изучено.

1. Минская обл., Молодечненский р-н, д. Засковичи. Песчаная пустошь-белоусник у фермы. 16.06.2001. Т. В. № 00340.

2. Гомельская обл., Гомельский р-н, ст. Новобелица. Ж.-д. пути. 31.05.2002. Т. В. № 01138.

3. Гомельская обл., Добрушский р-н, г. Добруш. По дороге к очистным сооружениям. Остепненный луг по склону холма. 01.06.2002. Т. В. № 01175.

***Arnica montana* L.** Охраняемый вид, 2 категория охраны [3].

1. Могилевская обл., Бобруйский р-н, окр. о. п. Бабино (1,5 км к ЮВ). Сосняк мшистый. 24.06.2001. Т. В. № 00472.

2. Минская обл., Мядельский р-н, окр. д. М. Сырмеж (2 км к ЮЗ). Сосняк мшистый. 14.07.2002. Т. В. № 01461.

***Crepis biennis* L.** Редкий вид, распространение которого на территории Беларуси недостаточно изучено.

1. Минская обл., Мядельский р-н, окр. д. Черевки (1 км к ЮВ). Заказник «Пасынки». Мезофитный закустаренный луг по краю болота. 22.06.2002. Т. В. № 01254.

***Gnaphalum rossicum* Kirp.** Новый, ранее не указываемый для территории Беларуси вид, распространение которого абсолютно не изучено.

1. Гомельская обл., Жлобинский р-н, окр. хут. Красная Горка (500 м к ЮВ). Обрывистый берег р. Днепр. 22.07.2000. Т. В. № 1304.

2. Там же, окр. д. Лебедевка (1,5 км к В). По краю лужи на обочине проселочной дороги через пойменный луг. 22.07.2000. Т. В. № 106.

***Inula hirta* L.** Крайне редкий вид, рекомендованный для включения в 3 издание Красной Книги Республики Беларусь.

1. Минская обл., Вилейский р-н, окр. д. Кучки (1 км к С). Обочина лесной дороги, проходящей рядом с Вилейским водохранилищем. 10.09.1997. Т. В.

***Leucanthemum vulgare* Lam. (*L. praecox* (Horvatič) Vill.)** Редкий, недостаточно изученный вид.

1. Минская обл., Воложинский р-н, окр. д. Калдыки (300 м к СЗ), обочина дороги на д. Кутенята. Паровое поле. 12.07.2001. Т. В. № 00608.

2. Минская обл., Узденский р-н, обочина насыпной дороги между д. Бервищи и г. Узда. 19.08.2001. Т. В. № 00779.

***Petasites hybridus* (L.) Gaertn., Mey. et Schreb.** Охраняемый вид, 3 категория охраны [3].

1. Гродненская обл., Ошмянский р-н, окр. д. Дертники, у моста через р. Гольшанка. Черноольшаник по берегу реки. 26.07.1998. Т. В. № 219.

2. Могилевская обл., г. Мстиславль (СВ окраина), склон коренного берега р. Вихра. По топким берегам ручья, текущего из колодца. Образует заросли на площади 5 x 50 м. 10.05.1998. Т. В. № 38.

1. Минская обл., Мядельский р-н, д. Лыжики. В западинке на обочине проселочной дороги через деревню. 12.07.2002. Т. В. № 01416.

***Ptarmica vulgaris* Hill.** Крайне редкий вид, распространение которого на территории Беларуси практически не изучено. Ранее нами указывался для севера Витебской области [2] и Беловежской пуши [4]. Кроме этого, был найден в следующем местообитании:

1. Брестская обл., Пружанский р-н, ст. Оранчицы (1,5 км к СВ), полоса отчуждения вдоль ж. д. Сырая луговина. 19.08.1998. Т. В. № 258.

***Pyrethrum corymbosum* (L.) Scop.** Охраняемый вид, 3 категория охраны [3].

1. Могилевская обл., Осиповичский р-н, окр. о. п. Гряды (2 км к ССВ), обочина ж.-д. насыпи на участке Гряды – Деревцы. 21.06.2001. Т. В. № 00439.

***Lilium martagon* L.** Охраняемый вид, 4 категория охраны [3].

1. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Лесной (500 м к С), в сторону д. Узборье. Ельник мшисто-кисличный. Часто. 11.06.1997. Т. В. № 40.

***Gladiolus imbricatus* L.** Охраняемый вид, 3 категория охраны [3].

1. Минская обл., Молодечненский р-н, окр. д. Удранка (1,5 км к В). Болотистый луг по берегу р. Удранка. 19.07.2001. Т. В.

***Iris sibirica* L.** Охраняемый вид, 3 категория охраны [3].

1. Гомельская обл., Добрушский р-н, окр. д. Ларищево (1,5 км к С). Пойма р. Ипуть (левый берег). Пойменный луг высокого уровня, редко используемое пастбище. Берег старицы. 01.06.2002. Т. В. № 01162.

2. Могилевская обл., Осиповичский р-н, окр. д. Липень (0,5 км к ЮЗ), правый берег р. Свислочь. Прирусловый вал, вдоль уреза воды. 25.05.2002. Т. В. № 01108.

***Coeoglossum viride* (L.) C. Hartm.** Охраняемый вид, 3 категория охраны [3].

1. Минская обл., Мядельский р-н, окр. д. Воронцы (1 км к СВ). Мезофитный луг в нижней части склона, пастбище. 5–20 растений. 03.07.2002. Т. В. № 01390.

***Dactylorhiza longifolia* (L. Neum.) Aver. (*D. baltica* (Klinge) Orlova).** Охраняемый вид, 3 категория охраны [3].

1. Могилевская обл., Мстиславский р-н, окр. д. Печковка (500 м к С). Открытый берег зарастающего озерца на дне заброшенного песчаного карьера. 02.07.2001. Т. В. № 00521.

2. Минская обл., Мядельский р-н, между д. Воронцы и Логовины. Торфянистый луг по берегу ручья. 03.07.2002. Т. В. № 01374.

***D. majalis* (Reichenb.) P. F. Hunt et Summerhayes.** Охраняемый вид, 2 категория охраны [3].

1. Минская обл., Минский р-н, окр. д. Жуковка (4 км к З). Поляна в лесу на месте хутора. Мезофитный короткотравный луг. 2 растения. 27.05.2001. Т. В. № 00205.

2. Минская обл., Воложинский р-н, окр. д. Калдыки (300 м к СВ). Низинный луг с *Filipendula*, *Juncus inflexus*. 12.07.2001. Т. В. № 00614.

***Epipactis atrorubens* (Hoffm. ex Bernh.) Bess.** Охраняемый вид, 3 категория охраны [3].

1. Гомельская обл., Жлобинский р-н, окр. д. Лебедевка (2 км к СВ). Просека в сосново-широколиственном лесу под ЛЭП. 22.07.2000. Т. В. № 119.

***Listera ovata* L.** Охраняемый вид, 3 категория охраны [3].

1. Минская обл., Минский р-н, окр. д. Жуковка (4 км к З). Поляна в лесу на месте хутора. Мезофитный короткотравный луг. 27.05.2001. Т. В. № 00206.

2. Минская обл., Мядельский р-н, окр. д. Селятки (1 км к ЗСЗ). Берег р. Великий Перекоп. 16.07.2002. Т. В. № 01500.

***Juncus bulbosus* L.** Редкий вид, рекомендованный для включения в 3 издание Красной Книги Республики Беларусь.

1. Могилевская обл., Осиповичский р-н, окр. о. п. Гряды (300 м к ССВ), полоса отчуждения ж. д. на участке Гряды – Деревцы. Короткотравная оглеенная луговина, залитая водой. 21.06.2001. Т. В. № 00431.

***J. inflexus* L.** Редкий вид, встречающийся преимущественно в западных районах Беларуси.

1. Минская обл., Мядельский р-н, кур. пос. Нарочь, между Купой и новым корпусом биостанции БГУ. пляж по берегу оз. Нарочь. 11.07.2002. Т. В. № 01410.

2. Там же, окр. д. Волчино (0,7 км к С). В мелиоративном канале. 16.07.2002. Т. В. № 01517.

1. Джус М.А., Тихомиров Вал. Н. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 2. С. 26.

2. Определитель высших растений Беларуси / Под ред. В.И. Парфенова. Мн., 1999.

3. Чырвоная Кніга Рэспублікі Беларусь: Рэдкія і тыя, што знаходзяцца пад пагрозай знікнення, віды жывёл і раслін. Мн., 1993.

4. Джус М.А., Сауткина Т.А., Тихомиров Вал. Н. и др. // Бот. журн. 2001. Т. 86. № 9. С. 128.

Поступила в редакцию 28.04.2003.

Валерий Николаевич Тихомиров – кандидат биологических наук, ассистент кафедры ботаники.

УДК 575:579.852

М.А. ТИТОК, А.В. ЛАГОДИЧ, Ю.В. СЕЛЕЗНЕВА

ПЛАЗМИДНЫЙ СОСТАВ БАКТЕРИЙ *BACILLUS SUBTILIS*, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ПРИРОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ

It is shown that 20 % of the investigated strains of *B. subtilis* isolated from various natural sources in territory of Belarus contain plasmids of various sizes. Most widespread are extrachromosomal genetic elements more 90 kb in size.

Повсеместно распространенные бактерии *Bacillus subtilis*, способные утилизировать широкий спектр органических и неорганических субстратов, продуцировать различные ферменты, антибиотики, а также стимуляторы роста растений [1–3], могут рассматриваться в качестве перспективных объектов биотехнологии. Кроме того, они являются наиболее изученными грамположительными микроорганизмами [4], что создает возможности направленной регуляции и экспрессии их генетического аппарата. Одним из подходов при решении ряда фундаментальных и прикладных задач является использование внехромосомных генетических элементов, которые могут содержать гены общего бактериального метаболизма, детерминировать устойчивость к антибиотикам, определять синтез токсинов, обеспечивать деградацию органических соединений и др. [5]. Плазмиды могут служить удобными объектами при изучении молекулярных механизмов репликации, транскрипции, трансляции [6], картировании геномов, транспозонном мутагенезе, молекулярном клонировании [7–9], а также для создания эффективных векторных систем [10]. Все это аргументирует целесообразность поиска новых плазмид среди природных штаммов микроорганизмов, поскольку именно в естественных условиях возникают новые комбинации генов, детерминирующие биологически значимые признаки.

Целью данной статьи являлась характеристика плазмидного состава штаммов *B. subtilis*, выделенных из различных природных источников.

Материал и методика

В работе использовались 287 штаммов грамположительных бактерий, выделенных из различных природных источников на территории Беларуси, а также типовой штамм *B. subtilis* 168 *trpC2* из коллекции лаборатории

S.D. Ehrlich (INRA, Франция). Специфические фаги *B. subtilis* AR1, AR3, AR9, 0105, SP01 предоставлены А.А. Прозоровым (ИОГен РАН, Москва).

Бактерии выращивались в бульоне LB и на агаре LB [11]. В работе использовались коммерческие препараты антибиотиков: ампициллина (Ap) в конечной концентрации 5, 10, 20 и 50 мкг/мл, хлорамфеникола (Cm), тетрациклин гидрохлорида (Tc), триметоприма (Tp), стрептомицин сульфата (Sm), канамицина (Km), рифампицина (Rif), эритромицина (Ery) в концентрациях 5, 10 и 20 мкг/мл.

Выделение и идентификацию грамположительных спорообразующих бактерий осуществляли общепринятыми методами [12].

Чувствительность к специфическим фагам *B. subtilis* AR1, AR3, AR9, 0105, SP01 проверялась путем нанесения фаголизата в концентрации 10^9 фаг/мл на поверхность 0,7 % агаризованной среды LB, в которую предварительно вносилось 0,1 мл бактериальной культуры, выращенной до стационарной фазы. О чувствительности клеток к бактериофагам судили по наличию на газоне бактерий зон лизиса.

Обработка бактерий с целью элиминации плазмид осуществлялась трипафлавином в концентрациях 1, 5, 10 мкг/мл [11].

Компетентную культуру клеток с последующей трансформацией бактерий *B. subtilis* получали по методу, описанному в работе [13].

Плазмидную ДНК выделяли методом щелочного лизиса [14], тотальную ДНК – с использованием метода, описанного в работе [15].

Электрофоретический анализ плазмидной ДНК проводили по методике, изложенной в [16].

Рестрикцию плазмидной ДНК осуществляли согласно рекомендациям фирм – изготовителей ферментов (Boehringer Mannheim и Biolabs New Haven). В качестве реперной ДНК для определения размеров фрагментов использовали λ BstEI (производства Biolabs New Haven).

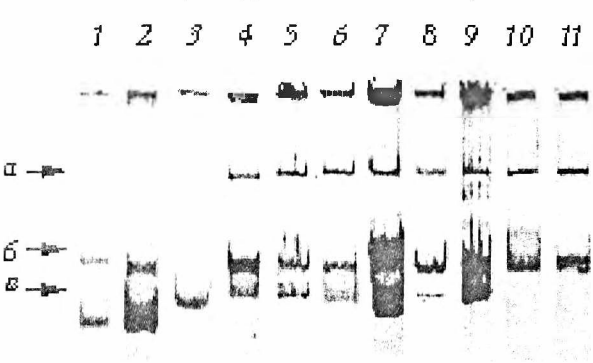
Результаты и их обсуждение

Для обнаружения бактерий *B. subtilis* из 87 образцов почвы и воды, собранных в различных регионах Беларуси, были выделены 287 штаммов грамположительных бактерий. Проверка этих бактерий на чувствительность к видоспецифическим бактериофагам AR1, AR3, AR9, 0105, SP01 показала, что 55 штаммов являются представителями *B. subtilis*, обладающими чувствительностью к одному либо к нескольким бактериофагам одновременно.

Бактерии 55 штаммов, идентифицированных как *B. subtilis*, были проверены на наличие плазмидной ДНК методом щелочного лизиса. В результате в клетках 11 штаммов были обнаружены плазмиды различной молекулярной массы, при этом клетки 6 штаммов содержали по две плазмиды (штаммы N1, 2, 4, 8, 15, 57), а 5 штаммов – по одному внехромосомному элементу (штаммы 1, 19, 72, 21Z, 4K31) (рисунок). Для более точного определения размеров выявленных внехромосомных генетических элементов проводился рестрикционный анализ плазмидной ДНК. На основании электрофоретической подвижности фрагментов, возникающих при обработке рестриктазами EcoRI, PstI, StyI, HindIII, были определены размеры мелких плазмид (табл. 1). Размер крупных плазмид был установлен ранее посредством рестрикции одной из них (pBs19) ферментами EcoRI и ClaI и составил 96,7 kb [17]. Таким образом, в результате этих исследований было установлено, что у клеток 6 штаммов с двумя плазмидами одна из них представлена молекулой ДНК размером более 90 kb, вторая – размером 8 kb (штаммы N1, 2, 4, 8, 15, 57). Бактерии 5 штаммов содержали по одной плазмиде размерами более 90 kb (штаммы 19, 72), 6,3 kb (штаммы 21Z, 4K31) и 8 kb (штамм 1) соответственно (табл. 2).

Для уточнения таксономической принадлежности изолированных плазмидсодержащих бактерий был использован трансформационный тест. С этой

целью тотальной ДНК, выделенной из плазмидсодержащих клеток, трансформировали бактерии типового штамма *B. subtilis* 168. Селекцию трансформантов осуществляли на среде, не содержащей триптофана. В результате во всех случаях было выявлено формирование *trp*⁺-рекомбинантов с частотой от 2,0·10⁵ до 1,9·10⁶, что свидетельствует о генетической гомологии изолированных микроорганизмов и является дополнительным доказательством их принадлежности к бактериям *B. subtilis* (см. табл. 2).



Электрофореграмма плазмидной ДНК, выделенной из природных штаммов *B. subtilis*:
1 – штамм 21Z; 2 – 4K31; 3 – 1; 4 – 57; 5 – N1; 6 – 2; 7 – 4; 8 – 8; 9 – 15; 10 – 19; 11 – штамм 72; а, в – плазмидная, б – хромосомальная ДНК

Проверка плазмидсодержащих штаммов на устойчивость к антибиотикам (Cm, Ap, Tc, Tr, Sm, Km, Rif, Ery в конечной концентрации 5, 10, 20 мкг/мл) позволила установить, что почти все исследуемые бактерии характеризуются чувствительностью к использованным препаратам. Исключение составляли штаммы 8, 15, 72, клетки которых способны расти в присутствии стрептомицина в концентрации 10 мкг/мл.

Элиминация признака антибиотикоустойчивости с использованием акридиновых красителей не позволила отобрать чувствительные к данному антибиотику варианты клеток. Этот факт свидетельствует о хромосомальной природе стрептомицинрезистентности и отсутствии маркеров антибиотикоустойчивости в составе плазмидных репликонов.

Таблица 1

Размеры плазмид, определенные на основании рестрикционного анализа

Плазмида	Размер, kb	Размер фрагментов рестрикции (kb), полученных с использованием ферментов			
		HindIII	EcoRI	Styl	PstII
21Z, 4K31	6,3	2,2+1,6+1,4+1,1	4,4+1,9	3,1+2,3+0,9	5,1+1,2
2, 4	8	3,0+2,0+1,6+1,4	8,0	3,5+2,1+1,3+1,1	4,7+2,0+1,3
15, N1	8	2,2+2,1+1,6+1,4+0,7	8,0	–	5,0+1,9+1,1
1, 57, 8	8	3,8+1,2+1,6+1,4	–	–	1,7+6,3

Примечание. Рестрикции плазмидной ДНК не наблюдалось (–).

Таблица 2

Характеристика плазмидсодержащих штаммов *B. subtilis*, выделенных из природных источников

Номер штамма	Источник выделения	Чувствительность к специфическим фагам <i>Bacillus subtilis</i>					Частота появления <i>trp</i> ⁺ -рекомбинантов <i>Bacillus subtilis</i> 168 (на 1 мкг ДНК)	Размер обнаруженных плазмид, kb
		AR1	AR3	AR9	Ø105	SP01		
4K31	Дождевая вода (г. Минск)	+	–	+	–	+	0,8·10 ⁵	6,3
21Z	Поле (Минская обл.)	+	–	–	–	+	1,3·10 ⁵	6,3
1	оз. Святое (Гомельская обл.)	+	–	–	–	+	0,9·10 ⁵	8,0
8	Луг (Гродненская обл.)	+	+/-	+/-	+/-	+	1,5·10 ⁵	8,0>90,0
57	р. Бобрик (Брестская обл.)	+	–	–	+/-	+	1,9·10 ⁵	8,0>90,0
2	оз. Нарочь (Минская обл.)	+	+/-	+/-	–	+	1,1·10 ⁵	8,0>90,0
4	оз. Рясловское (Гомельская обл.)	+/-	–	–	–	+/-	1,3·10 ⁵	8,0>90,0
15	оз. Рясловское (Гомельская обл.)	+/-	+/-	+/-	+/-	+	0,2·10 ⁵	8,0>90,0
N1	оз. Нарочь (Минская обл.)	+/-	–	+/-	+/-	+	0,3·10 ⁵	8,0>90,0
19	Лес (Гродненская обл.)	+/-	–	–	–	+	1,1·10 ⁵	96,7
72	Клумба (Минская обл.)	+	+	+	+	+	1,3·10 ⁵	>90,0

Примечание. Хорошо выраженные зоны лизиса (+); неотчетливые зоны лизиса (+/-); зоны лизиса отсутствуют (–).

Таким образом, в результате проведенного анализа были выделены штаммы *B. subtilis*, содержащие мелкие плазмиды (6,3 и 8,0 kb), и штаммы, наследующие крупные внехромосомные элементы (более 90 kb). Согласно данным, полученным другими авторами, для большинства штаммов *B. subtilis*, выделенных из природных источников, характерно наличие небольших по размеру криптических плазмид [18, 19]. Причем размер внехромосомных генетических элементов, как правило, коррелирует с определенным типом репликации, в частности, плазмиды размером до 10 kb в основном копируются в соответствии с механизмом «катящегося кольца» [20], тогда как плазмиды более 10 kb реплицируются через тета-структуру [21]. Следует отметить, что крупные плазмиды *B. subtilis* практически не изучены, и в настоящее время наиболее детально охарактеризована лишь одна из них – pLS20 – размером 55 kb [22]. Тем не менее именно крупные плазмиды, механизм репликации которых сходен с таковым бактериальной хромосомы, представляются наиболее перспективными для использования в различного рода генетических исследованиях, в частности для определения особенностей механизма копирования геномов *B. subtilis* [23], а также создания на их основе векторных систем, пригодных для молекулярного клонирования [21]. Собранная в процессе работы коллекция плазмидсодержащих штаммов *B. subtilis* фактически является уникальной, поскольку клетки восьми из одиннадцати штаммов содержат крупные плазмиды размером более 90 kb, что позволяет их рассматривать в качестве нового класса внехромосомных элементов *B. subtilis*.

Авторы приносят глубокую благодарность Ю.К. Фомичеву за оценку полученных результатов.

- Bernhard K., Schrempf H., Goebel W. // J. Bacteriol. 1977. Vol. 133. P. 897.
- Hardy F., Vriend G., van der Vinne B. et al. // Protein Eng. 1994. Vol. 7. P. 425.
- Leifert C., Li H., Chidburee S. et al. // J. Appl. Bacteriol. 1995. Vol. 78. P. 97.
- Kunst F., Ogasawara N., Moszer I. et al. // Nature. 1997. Vol. 20. P. 249.
- Top E.M., Moenne-Loccoz Y., Pembroke T., Thomas C.M. // The Horizontal Gene Pool: Bacterial Plasmid and Gene Spread. Amsterdam, 2000. P. 249.
- Чернин Л.С. // Итоги науки и техники. Микробиология. 1985. Т. 15. С. 150.
- Holloway B.W. // Plasmid. 1979. Vol. 2. P. 1.
- Simon R., Priefer U., Puhler A. // Biotechnology. 1983. Vol. 1. P. 784.
- Renault P., Corthier G., Goupil N. et al. // Gene. 1996. Vol. 183. P. 175.
- Baum J.M., Coyle D.M., Gilbert M.P. et al. // Appl. Environ. Microbiol. 1990. Vol. 56. P. 3420.
- Миллер Дж. Эксперименты в молекулярной генетике. М., 1976.
- Козловский Ю.Е., Прозоров А.А. // Докл. АН СССР. 1981. Т. 258. С. 1457.
- Anagnostopoulos C., Spizizen J. // J. Bacteriol. 1961. Vol. 81. P. 741.
- Birnboim H.C., Doly J. // Nucleic Acids Res. 1979. Vol. 7. P. 1513.
- Riele H., Michel B., Ehrlich S.D. // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1979. Vol. 8. P. 2541.
- Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Дж. Методы генетической инженерии. Молекулярное клонирование. М., 1984.
- Лотарева О.В., Незамединова В.З., Федорина Е.А. и др. // Генетика. 2001. Т. 37. С. 1598.
- Tanaka T., Koshikawa T. // J. Bacteriol. 1977. Vol. 131. P. 699.
- Uozumi T., Ozaki A., Beppu T., Arima K. // J. Bacteriol. 1980. Vol. 142. P. 315.
- Khan S.A. // Genetic Engineering. 1996. Vol. 18. P. 183.
- Janniere L., Gruss A., Ehrlich S.D. // *Bacillus subtilis* and other Gram-positive Bacteria: Biochemistry, Physiology and Molecular Genetics. Washington, 1993. P. 625.
- Meijer W.J.J., de Boer A.J., Tongeren S. et al. // Nucleic Acids Res. 1995. Vol. 23. P. 3214.
- Dervyn E., Suski C., Daniel R. et al. // Science. 2001. Vol. 294. P. 1716.

Поступила в редакцию 22.11.2002.

Марина Алексеевна Титок – кандидат биологических наук, доцент кафедры генетики.

Алексей Викторович Лагодич – аспирант кафедры генетики. Научный руководитель – М.А. Титок.

Юлия Валерьевна Селезнева – младший научный сотрудник кафедры микробиологии.

СОСТОЯНИЕ ОЧАГОВ ШИСТОСОМНОГО ЦЕРКАРИОЗА И ФАСЦИОЛЕЗА В оз. НАРОЧЬ

The results of study of Gastropoda species diversity in L. Naroch are given and their role in formation of the centers of schistosomae cercariosis and fascioleosis is analyzed.

Изучение очагов шистосомного церкариоза и фасциолеза на оз. Нарочь начато в 1994–1995 гг. Исследования проводились нами в июне – июле на базе биологической станции БГУ. В этот период была отмечена высокая степень (13,06 %) заражения брюхоногих моллюсков партенитами и личинками шистосоматид. По массовым видам гастропод уровень инвазии достигал 22,2–38,9 % [1]. Столь неблагоприятная ситуация сложилась в результате сочетания ряда факторов: искусственно созданного увеличения численности на водоеме утиных (прежде всего – кряквы), скопления птиц в местах рекреаций из-за прикармливания их отдыхающими и в результате резкого ухудшения санитарного состояния литорали озера. Значительное развитие комплекса гастропод – промежуточных хозяев шистосоматид и фасциолид – привело к увеличению риска заражения шистосомами неспецифического для паразитов хозяина – человека. Аналогичная ситуация была отмечена для мегаполиса г. Москвы [2]. Здесь авторами за 1991–1995 гг. высокая и средняя степень риска заражения людей была выявлена в 60 водоемах всех административных округов города, многие из которых расположены в зонах отдыха.

Рост числа людей, страдающих от шистосомного церкариоза, расширение и поддержание очага шистосоматоза в оз. Нарочь – результат усиления антропогенной нагрузки на экосистему, недооценки значения систематического эколого-паразитологического мониторинга.

В связи с возникновением и расширением очага шистосомного церкариозного дерматита на оз. Нарочь в последующие годы продолжалось изучение одного из звеньев циркуляции возбудителя – брюхоногих моллюсков – промежуточных хозяев двух видов шистосоматид: *Trichobilharzia ocellata* (La Vallette, 1854) и *Bilharziella polonica* (Kowalewsky, 1895) (*Trematoda*, *Schistosomatidae*).

Задачей наших исследований являлось установление видового состава гастропод в оз. Нарочь, выявление массовых, фоновых видов, определение характера их биотопического распределения и степени инвазированности гастропод шистосоматидами и фасциолидами.

Исследования проводились в июне – июле 1994–1998 гг., в августе 1995 г. и в течение всего вегетационного сезона 2002 г.

При обследовании литорали использовались стандартные методы. Разнообразие и распределение гастропод в 1994–1995 гг. изучалось на 10 биотопах, в 2002 г. – на 14. Участки литорали располагались по периметру озера. Они отличались характером и степенью антропогенной нагрузки, типом грунтов и развитием растительности.

За весь период исследований нами зарегистрированы 19 видов гастропод, относящихся к 5 семействам (*Lymnaeidae*, *Bulinidae*, *Planorbidae*, *Viviparidae* и *Bithyniidae*) трех отрядов (*Hydrophila*, *Architaenioglossa* и *Discopoda*) двух подклассов (*Pectinibranchia* и *Pulmonata*) (табл. 1).

В сборах преобладали 8 видов брюхоногих моллюсков-доминантов (*Lymnaea stagnalis*, *L. auricularia*, *L. ovata*, *L. corvus*, *Planorbarius corneus*, *Viviparus viviparus*, *V. contectus*, *Bithynia tentaculata*), характерных для постоянных, часто крупных, водоемов, в которых предпочитают биотопы с зарослями растений. Обычными для оз. Нарочь являются *Lymnaea palustris*, *Planor-*

barius purpura, *Anisus vortex*, несколько реже встречаются *Lymnaea glutinosa*, *L. truncatula*, *Planorbis planorbis* и *Bithynia leachi*. Следует отметить, что в 1960-е гг. *L. glutinosa* на отдельных участках литорали озера была фоновым видом (тургостиница «Нарочь»). Значительное снижение численности и встречаемости этого вида может быть связано с усилением антропогенной нагрузки и увеличением численности водоплавающих птиц, активно выедающих этого моллюска, обладающего тонкой раковиной, мощным телом и хорошо развитой, обволакивающей раковину мантией. В 1995 г. все особи этого вида были обнаружены на водной растительности у д. Степенево на грунте со слоем мелкодисперсных илов до 50–60 см. В популяции преобладали молодые особи с высотой раковины до 8–10 мм. *L. lagotis* и *A. spirorbis* – обитатели мелководий и временных водоемов – отмечены лишь в сборах 1994 г.

Таблица 1

Видовой состав брюхоногих моллюсков оз. Нарочь

Виды моллюсков	Годы исследований					
	1994	1995	1996	1997	1998	2002
Сем. Lymnaeidae						
<i>Lymnaea stagnalis</i> (Linne, 1758)	x	x	x	x	x	x
<i>L. auricularia</i> (Linne, 1758)	x	x	x	x	x	x
<i>L. palustris</i> (O.F. Muller, 1774)	x	x	x	–	x	x
<i>L. ovata</i> (Draparnaud, 1805)	x	x	x	x	x	x
<i>L. corvus</i> (Gmelin, 1791)	x	x	x	x	x	x
<i>L. lagotis</i> (Schranck, 1803)	x	–	–	–	–	–
<i>L. truncatula</i> (O.F. Muller, 1774)	x	–	x	–	–	x
<i>L. glutinosa</i> (O.F. Muller, 1774)	–	x	–	–	x	x
Сем. Bulinidae						
<i>Planorbis cornutus</i> (Linne, 1758)	x	x	x	x	x	x
<i>P. purpura</i> (O.F. Muller, 1774)	x	–	x	x	x	x
Сем. Planorbidae						
<i>Planorbis planorbis</i> (Linne, 1758)	–	–	x	–	x	x
<i>P. carinatus</i> (O.F. Muller, 1774)	x	x	–	–	–	–
<i>Anisus vortex</i> (Linne, 1758)	x	–	x	x	x	x
<i>A. vorticulus</i> (Troschel, 1834)	–	x	x	–	x	x
<i>A. spirorbis</i> (Linne, 1758)	x	–	–	–	–	–
Сем. Viviparidae						
<i>Viviparus viviparus</i> (Linne, 1758)	x	x	x	x	x	x
<i>V. contectus</i> (Millet, 1813)	x	x	x	x	x	x
Сем. Bithyniidae						
<i>Bithynia tentaculata</i> (Linne, 1758)	x	x	x	x	x	x
<i>B. leachi</i> (Sheppard, 1823)	–	–	x	–	x	x
Всего	15	12	15	10	15	16

Примечание. Здесь и в табл. 2 знак (–) обозначает отсутствие моллюсков в сборах.

Таблица 2

Разнообразие гастропод на разных участках литорали оз. Нарочь

Место сборов	Число видов моллюсков			
	1996	1997	1998	2002
Санаторий «Нарочь»	4	5	5	6
Ресторан «Озерный»	5	5	5	–
Зона отдыха «Урлики»	6	5	8	6
Тургостиница «Нарочь»	6	6	7	5
У д. Степенево	8	8	8	7
Перед косой	6	6	0	3
Коса (д. Наносы)	4	3	4	5
НДОЛ «Зубренок»	5	4	4	3
У д. Занарочь	10	8	7	7
У устья р. Нарочанка	3	–	–	7
Санаторий «Сосны»	–	–	–	7
Протока Скема	–	–	–	7
Памятник в д. Никольцы	–	–	–	6
«Мыс»	–	–	–	5
Всего	15	10	15	16

Максимальное разнообразие (16 видов) гастропод выявлено в 2002 г., что связано, вероятнее всего, с большей продолжительностью периода сборов и расширением обследуемых участков литорали (14 биотопов).

Брюхоногие моллюски отличаются избирательностью в выборе мест обитания, что достаточно четко проявилось в их биотопическом распределении на литорали озера (табл. 2).

Наибольшее видовое разнообразие отмечено во все годы исследований на участках около д. Степенево и Занарочь. Эти станции отличаются обилием растений, создающим благоприятные условия для гастропод, число видов которых в разные годы колеблется здесь от 7 до 10.

Достаточно разнообразны моллюски в местах массового отдыха – на пляжах зоны отдыха «Урлики» (в районе старой биостанции) и тургостиницы «Нарочь», а также на естественных биотопах в юго-восточной части Большого плеса. На каменистых участках литорали в районе косы, памятника и мыса отме-

чено 3–6 видов гастропод. Столько же видов моллюсков обнаружено на литорали с высокой рекреационной нагрузкой (санаторий «Нарочь», ресторан «Озерный», Национальный детский оздоровительный лагерь «Зубренок»), что, вероятно, связано со слабым развитием растительности, постоянным беспокойством и массовым выеданием моллюсков кормящимися здесь птицами.

Исследованиями многих авторов [3] установлено, что промежуточными хозяевами фасциолид могут быть не только *L. truncatula*, но и *L. stagnalis*, *L. ovata*, *L. palustris* и другие лимнеиды, а также *Planorbarius corneus*, *Planorbis planorbis* и другие виды гастропод. Результаты наших многолетних обследований гастропод на зараженность их трематодами также зафиксировали участие в этом процессе многих видов пульмонат и переднежаберных брюхоногих моллюсков.

Сравнение уровней заражения моллюсков основных семейств гастропод сосальщиками в разные годы отражено в табл. 3.

Таблица 3

Межгодовые показатели зараженности сосальщиками гастропод оз. Нарочь

Семейство	Степень зараженности моллюсков, %						средняя
	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	2002 г.	
Трематодами							
<i>Lymnaeidae</i>	30,0	50,6	42,6	28,3	24,7	22,9	33,2
<i>Bulinidae</i>	65,0	63,5	52,3	41,3	38,3	5,1	44,2
<i>Planorbidae</i>	28,0	44,3	45,7	38,8	45,4	5,1	34,5
<i>Viviparidae</i>	0,0	22,4	52,9	20,5	27,3	5,4	21,4
<i>Bithyniidae</i>	0,0	24,2	11,7	0,0	0,0	0,0	6,0
Фасциолидами							
<i>Lymnaeidae</i>	23,2	34,2	26,0	19,5	8,1	12,2	20,5
<i>Bulinidae</i>	52,0	43,1	33,6	35,0	27,2	6,0	32,8
<i>Planorbidae</i>	0,0	26,0	13,7	4,8	25,0	11,0	13,4
<i>Viviparidae</i>	0,0	24,5	3,4	0,2	1,7	4,3	5,7
<i>Bithyniidae</i>	0,0	33,8	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6
Шистосоматидами							
<i>Lymnaeidae</i>	6,8	18,9	16,7	8,6	18,2	10,7	13,3
<i>Bulinidae</i>	15,0	21,8	18,8	6,0	11,1	2,1	12,5
<i>Planorbidae</i>	0,0	12,7	7,5	12,0	0,0	7,3	6,6
<i>Viviparidae</i>	0,0	12,2	47,5	20,3	25,6	1,1	17,8
<i>Bithyniidae</i>	0,0	14,6	23,4	0,0	0,0	0,0	6,3

По полученным данным, моллюски всех представленных семейств выступают в качестве промежуточных хозяев трематод (см. табл. 3), хотя уровень их инвазированности различается. В течение всего периода исследований максимальная степень заражения была отмечена для моллюсков трех семейств (*Bulinidae*, *Planorbidae* и *Lymnaeidae*). Высокий уровень инвазии установлен в 1995–2002 гг. и для вивипарид (сем. *Viviparidae*). В 1994 г. моллюски семейств *Viviparidae* и *Bithyniidae* не обследовались на зараженность трематодами. Это было связано с тем, что обычно переднежаберные моллюски не рассматривались как промежуточные хозяева сосальщиков. Кроме того, основные скопления битиний в оз. Нарочь регистрируются на глубине 4 м и более, что неблагоприятно для личинок трематод. Однако обследование битиний на зарослях прибрежных растений в 1995–1996 гг. выявило возможность их инвазирования сосальщиками (см. табл. 3).

Анализ зараженности гастропод фасциолидами показал возможность участия в жизненном цикле этих сосальщиков моллюсков всех обследованных семейств (см. табл. 3) с максимальным поражением булинид (32,8 %) и лимнеид (20,5 % от всех обследованных моллюсков).

Наибольшая степень инвазирования шистосоматидами отмечена для вивипарид и лимнеид, средний уровень которой за все годы составил 17,8 и 13,3 % соответственно при значительных колебаниях числа зараженных моллюсков в различные годы (см. табл. 3).

Обследованные участки литорали условно могут быть разделены на три группы: зоны активной рекреационной нагрузки, участки со значительным сельскохозяйственным воздействием и станции с ненарушенными или слабоизмененными естественными комплексами, отдаленные от мест массового отдыха и поселений.

На всех станциях было проанализировано на зараженность фасциолидами и шистосоматидами 16 058 моллюсков (табл. 4), среди которых преобладали представители двух семейств (*Lymnaeidae* и *Viviparidae*).

Таблица 4

Количество обследованных брюхоногих моллюсков на литорали оз. Нарочь

Семейство	Тип биотопа			
	Зоны рекреации	Зоны с сельскохозяйственным воздействием	Естественные биотопы	Общее число моллюсков
<i>Lymnaeidae</i>	3488	3232	1359	8079
<i>Bulinidae</i>	347	1267	237	1851
<i>Planorbidae</i>	150	224	108	482
<i>Viviparidae</i>	4131	1127	75	5334
<i>Bithyniidae</i>	25	97	190	312
Общее количество гастропод	8141	5948	1969	16 058

Максимальная зараженность фасциолидами, окончательными хозяевами которых являются сельскохозяйственные животные (крупный и мелкий рогатый скот), естественно, была установлена на участках литорали, подверженных сельскохозяйственному воздействию (17,2 %), расположен-

ных у д. Степенево, Наносы и Занарочь, а также на биотопах, граничащих с этими участками либо расположенных вблизи от них (тургостиница «Нарочь», устье р. Нарочанка, санаторий «Сосны»). Средний показатель зараженности моллюсков фасциолидами по озеру составил 11,3 % от всех обследованных гастропод (табл. 5).

Таблица 5

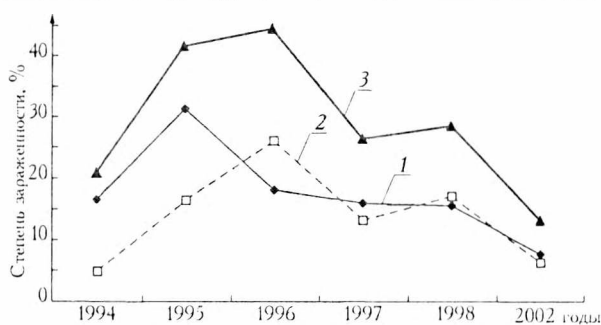
Зависимость уровня зараженности моллюсков от характера биотопов

Место сборов	Степень зараженности моллюсков, %				
	1996 г.	1997 г.	1998 г.	2002 г.	средняя
Фасциолидами					
Зоны рекреации	2,9	1,5	5,4	16,0	6,5
Зоны с сельскохозяйственным воздействием	22,8	17,8	15,5	12,9	17,2
Естественные биотопы	19,5	8,0	0,0	12,9	10,1
Средняя по озеру	15,1	9,1	7,0	13,9	11,3
Шистосоматидами					
Зоны рекреации	44,3	15,0	21,4	15,6	24,1
Зоны с сельскохозяйственным воздействием	23,0	11,9	21,5	20,5	19,2
Естественные биотопы	25,5	10,7	0,0	4,0	10,0
Средняя по озеру	30,9	12,5	14,3	13,4	17,8

Наиболее высокий уровень заражения брюхоногих моллюсков шистосоматидами в оз. Нарочь был отмечен в основных зонах рекреации: у тургостиницы «Нарочь» (17,0 %), зоны отдыха «Урлики» в районе старой биостанции (17,7 %), у санаториев «Нарочь» (14,1 %) и «Сосны» (11,6 % от всех обследованных моллюсков). Максимальный показатель этой инвазии гастропод (28,7 %) был зарегистрирован в 2002 г. на литорали у д. Степенево, что связано, на наш взгляд, с близостью зоны отдыха (тургостиницы «Нарочь») и наличием в этой части озера массовых гнездовых водоплавающих птиц.

В целом по оз. Нарочь в зонах рекреации был отмечен самый высокий уровень заражения гастропод шистосоматидами – 24,1 % (см. табл. 5).

Имеющиеся у нас данные позволяют проследить динамику уровней инвазированности брюхоногих моллюсков на литорали оз. Нарочь фасциолидами, шистосоматидами и общую пораженность их трематодами двух семейств за 1994–2002 гг. (рисунок).



Динамика межгодовых показателей зараженности гастропод оз. Нарочь фасциолидами (1), шистосоматидами (2) и общая зараженность их трематодами (3)

В 1994–1996 гг. наблюдалось повышение уровня зараженности гастропод шистосоматидами и соответственно увеличение пораженности населения шистосомным церкариозом [2]. В последующие годы отмечено постепенное снижение среднего значения инвазированности моллюсков, обусловленное принятием определенных мер,

ограждающих зоны рекреации от водоплавающих птиц, создающих на литорали очаг напряженности шистосомной церкариозной инвазии для людей.

Отмечено также и снижение уровня заражения моллюсков фасциолидами, что связано прежде всего с резким сокращением в последние годы поголовья скота в прибрежных деревнях.

Однако, учитывая то, что моллюски, имеющие многолетний цикл развития, выделяют церкариев в течение ряда лет, опасность нового расширения очага шистосомного церкариоза в оз. Нарочь вполне вероятна. Это требует непереносного продолжения мониторинговых исследований и выполнения необходимых организационных профилактических мероприятий.

Авторы благодарят сотрудников НИЛ гидроэкологии и учебно-научного центра «Нарочанская биологическая станция» Р.А. Деренговскую, Л.Т. Колик, Е.В. Лукьянову, Л.В. Никитину, В.С. Карабанович, Т.В. Жукову, Э.А. Журавлеву за помощь в обработке материала, а также А.Ю. Азаренкова за содействие в отборе проб в 2002 г.

1. Шалапенко Е.С. // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: Материалы науч. конф., Минск – Нарочь, 1999 г. Мн., 2000. С. 462.

2. Безр С.А., Солонец Т.М., Дороженкова Т.Е., Жукова Т.В. // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. М., 1995. С. 8.

3. Шумакович Е.С. Гельминтозы жвачных животных. М., 1968.

Поступила в редакцию 14.05.2003.

Елена Семеновна Шалапенко – кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии.

Олег Анатольевич Макаревич – младший научный сотрудник НИЛ гидроэкологии.

УДК 595.75 + 632.937.2 (476)

С.В. БУГА, А.О. ЛУКАШУК, Д.Л. ПЕТРОВ

ПОЛУЖЕСТКОКРЫЛЫЕ НАСЕКОМЫЕ (HEMIPTERA: ANTHOCORIDAE, NABIDAE, MIRIDAE) В СТРУКТУРЕ ГИЛЬДИИ ЧЛЕНИСТОНОГИХ ЖИВОТНЫХ – ХИЩНИКОВ ДЕНДРОФИЛЬНЫХ ТЛЕЙ БЕЛАРУСИ

During 18 years period of investigation 20 species of hemipterous insects have been registered in aggregations of dendrocolous aphid. Among them *Anthocoris gallarumulmi* Deg. and *Anthocoris minki* Dohrn. are dominant members of the aphid predator guilds. Other species are zoophytophagous form or unspecialised predators of small arthropods. *Orius vicinus* Ribaut. (*Anthocoridae*) is new for Belarus' fauna.

Высокая популяционная численность многих видов дендрофильных тлей, выраженная избирательность в локализации особей на растении-хозяине и склонность к образованию агрегаций создают предпосылки для формирования сообществ более или менее специализированных потребителей этих

насекомых – гильдий маломобильных афидофагов. В сводках и справочных пособиях по биологическому методу защиты растений [1, 2] многие представители отряда *Hemiptera* традиционно упоминаются в числе активных энтомофагов. В то же время публикации, рассматривающие различные аспекты экологии полужесткокрылых как хищников тлей, единичны. Среди них следует выделить работу Р.П. Ракаускаса, непосредственно посвященную *Hemiptera*, питающимся тлями на плодовых и ягодных культурах [3]. В связи с этим определенный интерес представляет выявление трофических связей клопов с рассматриваемой группой насекомых-фитофагов, а также определение их места в структуре гильдий членистоногих – хищников тлей древесных растений Беларуси.

В основу настоящей работы положены материалы, полученные авторами в период с 1985 по 2002 г. в результате обследования 11 тыс. агрегаций и колоний тлей разных эколого-систематических групп с целью регистрации присутствующих энтомофагов в соответствии с методикой, предложенной Р.П. Ракаускасом [4]. Кроме того, учтены данные регистрации энтомофагов в трубчатых галлах (около 200 колоний) вязово-смородиновой тли (*Eriosoma ulmi* L.), выполненной И.П. Москвиной [5]. Для оценки представительства рассматриваемых энтомофагов в структуре сообществ хищников дендрофильных тлей, а также выраженности трофических связей производился расчет показателей их относительного обилия (A) и встречаемости (P) в агрегациях. В работе использован вариант классификации полужесткокрылых, принятый в «Каталоге полужесткокрылых Беларуси и Прибалтики» [6]. Данные по географическому распространению и трофической специализации отдельных видов клопов заимствованы из сводки Дж. Перикара [7]. Ниже представлена информация о трофо-экологических связях и особенностях биоэкологии зарегистрированных в агрегациях тлей представителей отряда.

Семейство *Nabidae*

1. *Nabis ferus* F. Неспециализированный хищник мелких беспозвоночных. За период исследований имаго отмечены в колониях *Schizolachnus pineti* F. на хвое сосны *Pinus sylvestris* L. Зимуют взрослые особи.

2. *Himacerus apterus* F. Неспециализированный хищник мелких беспозвоночных. Имаго зарегистрированы в колониях *Cinara costata* Zett. на побегах ели *Picea abies* (L.) Karst. Зимуют яйца.

Семейство *Anthocoridae*

3. *Anthocoris nemorum* L. За период исследований имаго и личинки зарегистрированы в агрегациях 18 видов тлей, представляющих 5 семейств надсемейства настоящих тлей (*Aphidoidea*) и их различные экологические группы (табл. 1), что вполне соответствует имеющимся в литературе [7] характеристикам *A. nemorum* как неспециализированного хищника мелких беспозвоночных. Зимуют имаго.

4. *Anthocoris gallarumulmi* Deg. Относительно специализированный хищник насекомых. Личинки развиваются в открытых галлах *E. ulmi* и *Eriosoma lanuginosum* Hart. Имеющиеся в литературе данные о нахождении личинок в открытых галлах ясеневых листоблошек рода *Psyllopsis* Löw, свидетельствуют в пользу специализации *A. gallarumulmi* к развитию именно в открытых галлах, представляющих собой свернутые в трубку или гофрированные листовые пластинки древесных растений, в которых обитают защищенные хлопьеобразными восковыми выделениями личинки равнокрылых насекомых. При высоких плотностях *A. gallarumulmi* (более 7–10 особей на колонии) все тли оказываются потребленными до завершения развития личинок, так что последние вынуждены покидать трубчатые галлы, рассеиваясь по растениям в поисках жертв. С этим связаны единичные случаи регистрации личинок *A. gallarumulmi* в открывшихся по созреванию галлах *Colopha*

compressa Koch на вязах, а также в колониях *Dysaphis ranunculi* Kalt. на листовых пластинках боярышника однопестичного (*Crataegus monogyna* Jacq.) при их совместном с вязом компактном произрастании. В наших условиях вид моновольтинен. До и после периода размножения и развития личинок взрослые особи могут отмечаться на различных растениях, преимущественно древесных. Зимуют имаго.

Таблица 1

Видовой состав, растения-хозяева и локализация агрегаций (колоний) дендрофильных тлей, в которых зарегистрированы имаго и личинки *Anthocoris nemorum*

Дендрофильные тли	Древесные растения	Локализация агрегаций
<i>Pemphigus spyrothecae</i> Pass.	<i>Populus italica</i> Du Rue	Спиральные толстостенные закрытые галлы на черешках листьев
<i>Eriosoma ulmi</i> L.	<i>Ulmus glabra</i> 'Pendula'	Трубчатые открытые галлы, образованные сворачиваем края листа
<i>Anoecia corni</i> F.	<i>Cornus alba</i> L., <i>Cornus pumila</i> Koehne, <i>Swida sanguinea</i> (L.) Opiz.	Листовые пластинки, вершины побегов и соцветия
<i>Pterocallis alni</i> Deg.	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	Листовые пластинки
<i>Betulaphis brevopilosa</i> Börn.	<i>Betula pendula</i> Roth	Листовые пластинки
<i>Periphyllus aceris</i> L.	<i>Acer platanoides</i> L.	Листовые пластинки
<i>Chaitophorus salicti</i> Schrnk.	<i>Salix cinerea</i> L.	Листовые пластинки
<i>Pterocomma rufipes</i> Hart.	<i>Salix alba</i> L. 'Pyramidalis'	1–3-летние ветви
<i>Hyalopterus pruni</i> Geoff.	<i>Prunus domestica</i> L. hort. cv. <i>Prunus spinosa</i> L. hort. cv.	Слабodeформированные листовые пластинки, вершины побегов
<i>Rhopalosiphum padi</i> L.	<i>Padus avium</i> Mill. hort. cv.	Деформированные листовые пластинки, вершины побегов
<i>Aphis farinosa</i> Gmel.	<i>Salix caprea</i> L.	Побеги
<i>Aphis pomi</i> Deg.	<i>Malus domestica</i> Borkh. hort. cv., <i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	Листовые пластинки, вершины побегов
<i>Aphis sambuci</i> L.	<i>Sambucus nigra</i> L.	Листовые пластинки, вершины побегов
<i>Ceruraphis eriophori</i> Walk.	<i>Viburnum opulus</i> L.	Листовые пластинки
<i>Dysaphis ranunculi</i> Kalt.	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	Пузырчатые открытые галлы на листовых пластинках, недеформированные листовые пластинки
<i>Acyrtosiphon caraganae</i> Chol.	<i>Caragana arborescens</i> Lam.	Бобы
<i>Myzus padellus</i> H. R. L. & Rog.	<i>Padus avium</i> Mill. hort. cv.	Недеформированные листовые пластинки
<i>Schizolachnus pineti</i> F.	<i>Pinus sylvestris</i> L.	Иглы (хвоя)

5. *Anthocoris minki* Dohrn. (указания на *Anthocoris confusus* Reut. [5] в действительности относятся к *A. minki*). Развитие личинок протекает в закрытых галлах тополевых тлей рода *Pemphigus* Hart., что свидетельствует о высоком уровне специализации. До и после периода размножения и развития личинок взрослые особи могут отмечаться на различных растениях. Характерным является их нахождение на листьях, заселенных негаллоформирующими тополевыми тлями *Chaitophorus populeti* Panz. *A. minki* рассматривается как северносредиземноморский вид [7], и его экспансия на север обеспечивается значительным расширением ареалов ряда видов тлей-пемфигид, что стало возможным благодаря интродукции и широкому распространению в культуре черных тополей, в первую очередь тополя пирамидального.

6. *Orius minutus* L. Зоофитофаг, спектр жертв включает различных равнокрылых насекомых (тли, листоблошки, цикадовые), трипсов и клещей. Характерным является высасывание яиц чешуекрылых и клопов-пентатомид. За период исследований имаго зарегистрированы в колониях *Sch. pineti* на хвое сосны и агрегациях тлей *Chaitophorus salicti* Schrnk. на листовых пластинках ивы *Salix cinerea* L. Зимуют взрослые особи.

7. *Orius niger* Wf. Неспециализированный хищник сосущих членистоногих (растениеобитающие клещи, тли, трипсы). Питается в основном яйцами чешуекрылых и клопов-пентатомид. За период исследований имаго зарегистрированы в колониях *Sch. pineti* на хвое сосны, агрегациях тлей *Ch. salicti* на листовых пластинках *S. cinerea* и *Chaitophorus leucomelas* Koch – тополя пирамидального. Зимуют взрослые особи.

8. *Orius vicinus* Ribaut. Известен как хищник тетраниховых клещей *Schizotetranychus tiliarium* Herman и *Panonychus ulmi* C.L. Koch, а также тлей *Eucallipterus tiliae* L. на липах; регистрировалось питание и пыльцевыми зернами [7]. В ходе наших исследований единственный экземпляр был отмечен в колонии *Dysaphis plantaginea* Pass. на яблоне (12.07.1997; г. Минск, Курасовщина, участок заброшенного сада у железнодорожного остановочного пункта). Для фауны Беларуси вид указывается впервые. По данным литературы [7], зимуют взрослые самки.

Семейство Miridae

9. *Atractotomus magnicornis* Fall. Зоофаг, обитатель хвойных древесных растений. Имаго отмечены в колониях *Sch. pineti* на хвое сосны. Зимуют яйца.

10. *Campylomma verbasci* M.-D. Зоофитофаг, спектр жертв включает клещей, тлей и трипсов. За период исследований личинки зарегистрированы в колониях вязово-смородинной тли в трубчатых галлах на вязах и в скоплениях диапаузирующих личинок *Periphyllus aceris* L. на листовых пластинках клена остролистного (*Acer platanoides* L.). Зимуют яйца.

11. *Closterotomus biclavatus* H.-S. Зоофитофаг. В ходе проведенных исследований имаго отмечены в агрегациях *Acyrtosiphon caraganae* Chol. на созревающих бобах караганы древовидной (*Caragana arborescens* Lam.) и в скоплениях диапаузирующих личинок *P. aceris* на листовых пластинках *A. platanoides*. Зимуют яйца.

12. *Deraeocoris lutescens* Shill. Хищник тлей и других мелких насекомых. Личинки отмечены в колониях *E. ulmi* в трубчатых галлах на вязах. Зимуют имаго.

13. *Dryophilocoris flavoquadrinaculatus* Deg. Зоофитофаг, характерный обитатель дубов. Единичный экземпляр имаго отмечен в колонии *Anoesia corni* F. на соцветии *Cornus alba* L. Зимуют яйца.

14. *Lygus pratensis* L. Зоофитофаг. Фоновый в условиях Беларуси вид клопов-слепняков. В осенний период имаго регистрировались в агрегациях *A. corni* на листовых пластинках *C. alba*, *Cornus pumila* Koehne и *Cornus mas* L., а также в колониях *D. ranunculi* на листовых пластинках *C. monogyna*. Зимуют взрослые особи.

15. *Lygus rugulipennis* Porp. Зоофитофаг. Фоновый в условиях Беларуси вид клопов-слепняков. В осенний период имаго регистрировались в агрегациях *A. corni* на листовых пластинках *C. alba*, *C. mas*, в колониях *D. ranunculi* на листовых пластинках *C. monogyna*, а также в агрегациях тлей рода *Capitophorus* van der Goot на листовых пластинках облепихи крушиновой (*Hippophae rhamnoides* L.). Зимуют взрослые особи.

16. *Orthotylus viridinervis* Kbm. Зоофитофаг. Личинки отмечены в колониях вязово-смородинной тли в трубчатых галлах на вязах. Зимуют яйца.

17. *Orthotylus marginalis* Reut. Зоофитофаг. Имаго зарегистрированы в колониях *Aphis pomi* Deg. на саженцах сортов яблонь. Зимуют яйца.

18. *Pilophorus* sp. (вероятно, *Pilophorus cinnamopterus* Kbm.). Представители рода являются хищниками тлей и других мелких насекомых. За период исследований личинки отмечены в колониях тлей *Cinara pinea* Mordv. на сеголетнем приросте сосны обыкновенной. Попытки вывести имаго оказались безуспешными.

19. *Psallus ambiguus* Fall. Зоофитофаг. Основной группой потребляемых членистоногих являются листоблошки, обитающие на лиственных деревьях.

Имаго регистрировались в колониях *Dysaphis sorbi* Kalt. на поберах рябины *Sorbus aucuparia* L., а также в агрегациях тлей *Pterocallis alni* Deg. на листовых пластинках ольхи *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. Зимуют яйца.

20. *Psallus variabilis* Fall. Зоофитофаг. Личинки отмечены в колониях язово-смородинной тли в трубчатых галлах на вязах. Зимуют яйца.

Таким образом, в состав гильдии хищников дендрофильных тлей в условиях Беларуси входят по меньшей мере 20 видов полужесткокрылых насекомых. Большинство из них не проявляют высокой степени специализации к локальным местообитаниям, существование которых связано с жизнедеятельностью тлей (галлы, деформированные листовые пластинки и т. п.), а также к питанию данной категорией жертв. Более того, половина видов принадлежит к трофоэкологической группе зоофитофагов, еще 8 рассматриваются в качестве малоспециализированных хищников мелких членистоногих. И лишь 2 вида клопов-антокорид – *A. gallarumulmi* и *A. minki* – специализированы к развитию в галлах тлей семейства *Pemphigidae*, составляя основу гильдий хищников этих тлей [5]. Так, встречаемость имаго и личинок *A. Gallarumulmi* в колониях *E. ulmi* составляла 61,9 % при относительном обилии 93,21 %. Встречаемость *A. minki* в сформированных *P. spyrothecae* галлах низка – 3,85 %, но достаточно высокое значение показателя относительного обилия (73,77 %) указывает на доминирующее положение данного вида в составе соответствующей гильдии. Малоспециализированные представители семейств *Anthocoridae*, *Nabidae* и *Miridae*, напротив, характеризуются невысокими уровнями встречаемости и относительного обилия в агрегациях дендрофильных тлей разных эколого-систематических групп (табл. 2). Это вполне закономерно, так как тли представляют для этих насекомых лишь один из многих кормовых объектов.

Таблица 2

Представительство полужесткокрылых насекомых в структуре сообществ (гильдий) хищников дендрофильных тлей: *Anoecia corni* (Anoeciidae), *Betulaphis brevipilosa* и *Periphyllus aceris* (Drepanosiphidae), *Dysaphis ranunculi* (Aphididae), *Schizolachnus pineti* и *Cinara costata* (Lachnidae)

Семейства полужесткокрылых	<i>Anoecia corni</i>		<i>Betulaphis brevipilosa</i>		<i>Periphyllus aceris</i>		<i>Dysaphis ranunculi</i>		<i>Schizolachnus pineti</i>		<i>Cinara costata</i>	
	A. %	P. %	A. %	P. %	A. %	P. %	A. %	P. %	A. %	P. %	A	P
<i>Nabidae</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1,64	0,23	6,67	0,31
<i>Anthocoridae</i>	0,73	0,23	4,08	0,20	4,17	0,26	5,97	1,12	6,56	0,93	—	—
<i>Miridae</i>	0,27	0,09	—	—	6,24	0,39	—	—	3,28	0,47	—	—
Общая встречаемость хищников, %	20,10		4,51		5,69		12,97		14,25		4,63	
Число обследованных колоний	3462		997		774		717		428		324	

Следовательно, среди полужесткокрылых, входящих в состав гильдий маломобильных хищников дендрофильных тлей, можно выделить две группы с диаметрально противоположными особенностями биоэкологии. Во-первых, это высокоспециализированные формы, развитие которых протекает в галлах, сформированных отдельными видами тлей-пемфигид, причем они доминируют в составе гильдий их энтомофагов. К данной группе в условиях Беларуси относится ограниченный круг клопов-антокорид: *A. Gallarumulmi*, *A. minki* и, возможно, *A. confusus*. Во-вторых, это малоспециализированные энтомофаги, а также зоофитофаги, пребывание которых в агрегациях дендрофильных тлей можно считать эпизодичным, на что указывает низкий (менее 1,5 %) уровень их встречаемости. Представленные в настоящей статье данные позволяют отнести к этой группе по меньшей мере 18 видов полужесткокрылых, но дальнейшие исследования могут значительно дополнить их список.

1. Полезная фауна плодового сада: Справ. М., 1989. С. 319.

2. Голуб В. Б. // Определитель вредных и полезных насекомых и клещей плодовых и ягодных культур в СССР. М., 1984. С. 87.

3. Ракаускас Р. П. // Тр. АН ЛитССР. Сер. В (С). 1984. № 2. С. 45.
4. Там же. 1980. № 2. С. 33.
5. Москвина И. П., Петров Д. Л., Буга С. В. // Разнообразие животного мира Беларуси. Итоги изучения и перспективы сохранения: Материалы междунар. науч. конф. Мн., 2001. С. 117.
6. Lukashuk A. Annotated list of *Heteroptera* of Belarus' and Baltia. St. Peterburg, 1997. P. 44.
7. Péricart J. // Fauna de l'Europe et du Bassin Méditerranéen. Paris, 1972. Vol. 7. P. 404.

Поступила в редакцию 27.05.2003.

Сергей Владимирович Буга – доктор биологических наук, профессор кафедры зоологии.
Александр Олегович Лукашук – старший научный сотрудник Государственного природоохранного учреждения «Березинский биосферный заповедник».
Дмитрий Леонидович Петров – аспирант кафедры зоологии. Научный руководитель – С. В. Буга.

УДК 591.5:595.753 (476)

О. И. БОРОДИН, С. В. БУГА

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ И ОСНОВНЫЕ ТРЕНДЫ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ ЦИКАДОВЫХ ЗАПАДНО-БЕЛОРУССКОЙ ЛАНДШАФТНО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ПРОВИНЦИИ^{*}

Seasonal dynamics of a species diversity of Auchenorrhyncha imago of the Western Belarus landscape-geographical province is tracked on the basis of the five years' data. The maximum of a species variety falls at 3 decade of July, on the diagram its dynamics is described by a dome-shaped curve. 4 phenological groups of Auchenorrhyncha are displayed, typical trends of seasonal dynamics of number of their representatives are shown.

Долгое время фауна цикадовых (*Homoptera: Auchenorrhyncha*) Беларуси оставалась слабоизученной [1, 2]. С 1997 г. нами выполнялись целенаправленные исследования, позволившие получить данные о таксономическом составе цикадовых Березинского биосферного заповедника, заказника «Налибокская пуца», прилегающих к ним территорий, а также об отдельных особенностях биологии и экологии этих насекомых в условиях Беларуси [3–7]. Особое внимание было уделено изучению цикадовых Западно-Белорусской ландшафтно-географической провинции, объединяющей территории Гродненской, Волковысской, Новогрудской, Минской и Копыльской возвышенностей, Вилейской низины и Белорусского Понеманья. Эта провинция характеризуется большим разнообразием природных комплексов при высокой мозаичности ландшафтов [8], что увеличивает прогностическую ценность получаемой информации. К настоящему времени накоплены достаточно полные сведения о таксономическом составе региональной фауны цикадовых [3–6], что создает предпосылки для перехода к рассмотрению ее структурных особенностей.

Материал и методика

Исследование сезонной динамики видового разнообразия имаго цикадовых базируется на сборах, выполненных в период 1997–2002 гг. в условиях всех основных типов фитоценозов, характерных для Западно-Белорусской провинции. Данные разных полевых сезонов пулировались [9].

Основные тренды сезонной динамики численности имаго отдельных видов цикадовых устанавливались по результатам регулярных учетов кошением стандартным энтомологическим сачком (диаметр обруча – 22 см, длина рукояти – 1 м; 5 повторностей по 25 полных, т. е. двойных взмахов) в стационарах, располагающихся в пределах Верхненеманской низины на

^{*} Авторы статьи – сотрудники кафедры зоологии.

территории Воложинского района Минской области и Ивьевского района Гродненской области.

Результаты и их обсуждение

За период исследований разными методами коллектирования зарегистрированы имаго 319 видов *Auchenorrhyncha*. Анализ структуры сборов с десятидневным составлением видовых списков позволяет проследить ход сезонной динамики видового разнообразия имаго цикадовых (рис. 1).

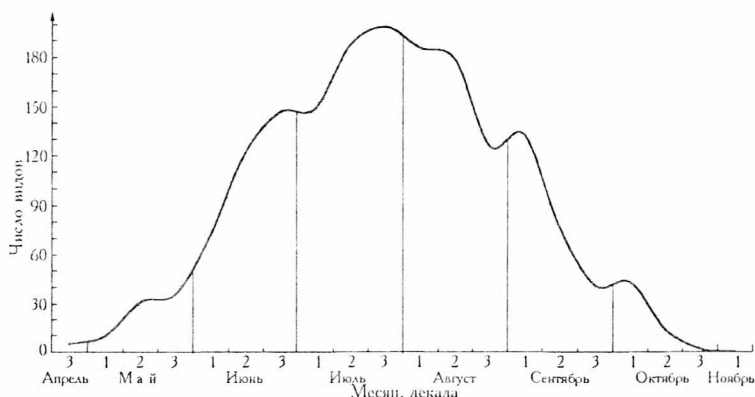


Рис. 1. Динамика видового разнообразия цикадовых Западно-Белорусской ландшафтно-географической провинции

В третьей декаде апреля – первой декаде мая регистрируются единичные особи ограниченного числа видов цикадовых, зимующих на имагинальной стадии. С третьей декады мая видовое разнообразие *Auchenorrhyncha* резко возрастает и достигает максимального уровня (198 видов) в конце июля, после чего наблюдается постепенное снижение. В последней декаде октября – первой декаде ноября, что примерно соответствует времени наступления продолжительных периодов похолоданий с отрицательными дневными температурами, активность сохраняют имаго единичных видов.

В годы с теплой затяжной осенью отдельные представители группы могут регистрироваться в активном состоянии в течение еще нескольких недель. Так, в 2001 г. в окрестностях г. Минска имаго *Edwardsiana rosae* L. присутствовали на сохранивших зеленую окраску листовых пластинках сортовых роз вплоть до середины декабря, когда наступило сильное похолодание и сформировался устойчивый снежный покров.

Таким образом, динамика видового разнообразия имаго цикадовых в условиях Западно-Белорусской географической провинции описывается несколько асимметричной колоколообразной кривой, что в целом характерно для многих групп растительноядных насекомых (см. рис. 1).

Для установления основных типов трендов сезонной динамики численности имаго *Auchenorrhyncha* более корректно использовать усредненные многолетние данные для ряда модельных видов, которые получены на единой группе стационаров и однозначно репрезентативны.

Максимумы (пики) сезонной динамики численности весной и в начале лета характерны лишь для немногих цикадовых Западно-Белорусской ландшафтно-географической провинции. К их числу относятся два вида семейства *Cicadellidae* – *Speudotettix subfuscus* Fal. и *Thamnotettix confinis* Zett. Первый принадлежит к числу лесных мезофилов, второй тяготеет к биотопам с большим уровнем увлажнения. В условиях региона оба вида коллектировались преимущественно в пойменных дубравах. Низкий уровень численности ($\leq 0,4$ экз./учет) *Th. confinis* также неоднократно отмечался на низинных болотах.

Для хода сезонной динамики *Th. confinis* свойствен менее выраженный максимум в начале июня с постепенным снижением численности имаго к концу месяца, после чего минимальный уровень (0,1–0,9 экз./учет) удерживался вплоть до конца сентября.

Имаго *S. subfuscus* присутствуют в сборах уже с третьей декады апреля, первоначально в невысокой численности (0,1–0,9 экз./учет). Затем этот показатель стремительно возрастает до уровня 1,5–2,75 экз./учет в первой декаде мая и до 5,83 экз./учет во второй – начале третьей. В этот период вид зачастую занимает доминирующее положение в структуре сообществ цикадовых дубрав (относительное обилие (А) варьирует от 25,0 до 100 %). В третьей декаде мая наблюдается слом динамики численности имаго *S. subfuscus*, а первая декада июня характеризуется ее резким падением. Затем вплоть до конца сентября она, осциллируя, удерживается на невысоком уровне ($\leq 1,1$ экз./учет).

Таким образом, численность *S. subfuscus* характеризуется одним максимумом активности имаго в весенне-летний период и присутствием взрослых особей в течение всего вегетационного сезона. По мнению некоторых европейских авторов [10], зимующей стадией этого вида являются личинки. Однако, исходя из описанного характера динамики численности, более вероятной в условиях региона представляется зимовка одновременно имаго и личинок старших возрастов. Только зимовкой имаго можно объяснить их присутствие в сборах уже с середины весны. Первоначально поступательный рост численности *S. subfuscus* обеспечивается выходящими из гибернации взрослыми особями. После завершения этого процесса дальнейший рост определяется уже линькой на имагинальную стадию зимовавших личинок старших возрастов. Наблюдаемое в начале июня падение численности связано в том числе и с гибелью зимовавших взрослых особей.

Рассмотренные виды цикадовых являются представителями немногочисленной весенне-летней группы *Auchenorrhyncha*.

Следующая феногруппа сформирована цикадовыми, максимальная численность имаго которых отмечается в середине лета. Характерными представителями данной фенологической группы являются *Philaenus spumarius* L. (*Aphrophoridae*) и *Stiroma affinis* Fieb. (*Delphacidae*), графики динамики численности имаго которых приведены на рис. 2.

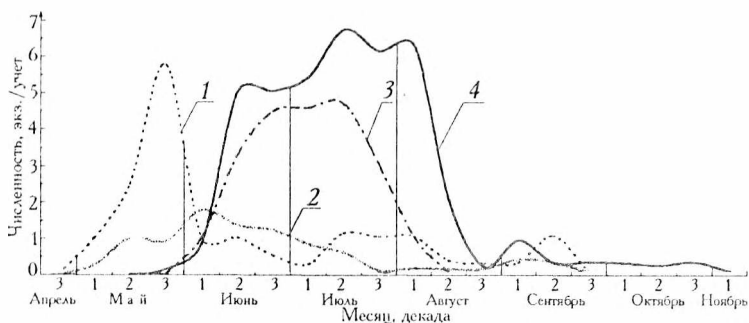


Рис. 2. Динамика численности имаго цикадовых с весенним и летним пиками активности:

1 – *Speudotettix subfuscus* Fal., 2 – *Thamnotettix confinis* Zett., 3 – *Stiroma affinis* Fieb., 4 – *Philaenus spumarius* L.

Пенница слюнявая – *Ph. spumarius* – в условиях региона регулярно выступает в качестве доминанты сообществ цикадовых различных биотопов с высоким уровнем увлажнения. В отдельных случаях численность этого вида может достигать 70 экз./учет (июль 2002 г., низинное осоковое болото в окрестностях хут. Поташня Ивьевского района Гродненской области); при этом на его долю приходится до 40,0–50,0 % общего числа имаго

Auchenorrhyncha в сборах. Подобная ситуация неоднократно наблюдалась и в условиях других регионов Беларуси, в частности на низинных болотах Припятского и Брестского Полесья (Лунинецкий и Дрогичинский районы Брестской области). Тем не менее в большинстве заселяемых местообитаний усредненный максимальный уровень численности *Ph. spumarius* во второй декаде июля не превышал 6,7 экз./учет.

Общая схема динамики численности имаго *Ph. spumarius* представлена на рис. 2. Первые взрослые особи пенницы регистрируются в середине мая. В течение третьей декады их численность не превышала 0,14 экз./учет, также было незначительным и долевое участие вида в формировании соответствующих сообществ цикадовых: относительное обилие (*A*) варьировало от 0,1 % (ольшаник кочедыжниковый) до 15,0 % (низинное осоковое болото). Резкий подъем численности с 0,83 до 5,0 экз./учет наблюдается в первой половине июня. Вплоть до первой декады августа отмечается сравнительно высокая численность *Ph. spumarius* в различных биотопах, причем максимальна она в сообществах с незначительным видовым разнообразием цикадовых.

В течение августа происходит существенное снижение уровня численности имаго пенницы слюнявой с 6,24 экз./учет в первой декаде месяца до 2,03 и 0,17 экз./учет во второй и третьей соответственно. Впоследствии имаго *Ph. spumarius* регулярно регистрируются в сборах до первой декады ноября (крайняя дата – 09.11.2000, окр. г. п. Раков, Воложинский район), однако их число в этот период не превышает 0,27 экз./учет.

Исходя из описанного характера динамики численности, учитывая тот факт, что личинки младшего возраста в условиях региона начинают регистрироваться с конца апреля, можно полагать, что *Ph. spumarius* является моновольтинной формой, у которой зимуют яйца, находящиеся на последних этапах эмбрионального развития. Наши выводы вполне согласуются с данными, полученными в других частях ареала вида [12].

Дельфацида *S. affinis*, согласно литературным сведениям [13], в условиях Западной Европы зимует на стадии личинки. Анализируя полученные нами данные можно предположить, что на этой же стадии вид зимует и в условиях Западно-Белорусской географической провинции. Вероятно, откладка яиц происходит в период с конца июня до середины июля, когда отмечается максимальная численность имаго (4,46–4,67 экз./учет). Затем наблюдается резкое снижение их численности – до 2,97 экз./учет в конце июня и всего лишь 0,13 экз./учет во второй половине августа. С середины августа имаго *S. affinis* не регистрируется вплоть до конца мая следующего года. Отрождение личинок происходит в конце лета – начале осени. На зимовку они уходят на разных стадиях развития.

В состав третьей фенологической группы входят цикадовые, пик имажинальной активности которых наблюдается осенью. В качестве примера насекомых данной феногруппы можно назвать *Balclutha punctata* F. (*Cicadellidae*). Максимальная численность имаго отмечается во второй декаде сентября (рис. 3). В начале сентября наблюдается резкий подъем учетной численности до уровня 3,5–3,6 экз./учет. В середине месяца происходит слом динамики, и численность плавно снижается вплоть до полного отсутствия регистрации в конце октября, что может быть объяснено постепенным уходом насекомых на зимовку. Гибернизация имаго свойственна *B. punctata* и в других частях ареала, например Фенноскандии [14].

Четвертую фенологическую группу составляют цикадовые, у которых сезонная динамика численности имеет два и более максимумов. В общем случае у бивольтинных видов первый из них приходится на весенне-летний, а второй – на летне-осенний периоды. Примером может служить сезонная динамика численности имаго развивающейся на осоковых (*Cyperaceae*)

тифлоцибины *Forcipata forcipata* Flor (см. рис. 3). Первый пик (4,25 экз./учет) отмечается в середине июня, второй, еще более резкий (5,67 экз./учет), – во второй декаде сентября. В период между ними взрослые цикадки регулярно коллектируются в различных лесных и луговых биотопах, однако их учетная численность в течение июля – августа удерживается на невысоком уровне (до 1,41 экз./учет).

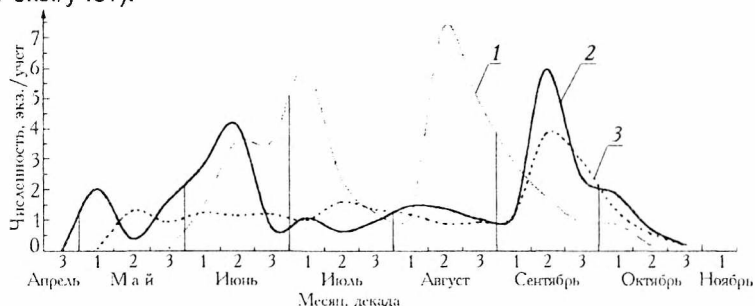


Рис. 3. Динамика численности имаго цикадовых с единичным осенним и несколькими сезонными пиками активности:
1 – *Cicadella viridis* L., 2 – *Forcipata forcipata* Flor., 3 – *Balclutha punctata* F.

Еще более сближены раннелетний и позднелетний пики численности цикадки *Cicadella viridis* L. Тем не менее наличие резкого спада числа имаго в конце июля – начале августа, подтверждаемое многолетними данными, свидетельствует в пользу предположения о бивольтинности *C. viridis* в условиях Беларуси.

Таким образом, в составе фауны *Auchenorrhyncha* Западно-Белорусской ландшафтно-географической провинции на основе анализа многолетних данных по характеру сезонной динамики численности имаго можно выделить четыре фенологические группы:

- весенне-летнюю с максимумом численности имаго в мае – июне;
- летнюю с максимумом численности в течение летнего периода;
- осеннюю с максимумом численности в конце лета – начале осени;
- группу поливольтинных форм, сезонная динамика численности имаго у которых имеет два максимума и более.

Наибольшее число видов объединяет летняя фенологическая группа, что хорошо согласуется с ранее представленными данными о сезонной динамике видового разнообразия цикадовых. Одновременно в летний период наблюдается максимальная учетная численность имаго *Auchenorrhyncha* в целом.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проекты № Б00М-090, Б03-143).

1. Nast J. Palaearctic *Auchenorrhyncha* (Homoptera), an annotated check list. Warszawa, 1972.
2. Буга С.В., Каминский В.А., Бородин О.И. // Достижения современной биологии и биологическое образование. Мн., 1997. С. 50.
3. Бородин О.И. // Третья республиканская научная конференция студентов РБ. Мн., 1997. С. 20.
4. Чумаков Л.С., Бородин О.И. Проблемы энтомологии в России: Сб. науч. тр. Рус. энтомол. о-ва. СПб., 1998. Т. 2. С. 206.
5. Бородин О.И. // Беловежская пуща на рубеже третьего тысячелетия: Материалы науч.-практ. конф. Мн., 1999. С. 356.
6. Бородин О.И. // Достижения современной биологии и биологическое образование: Тр. науч.-практ. конф. Мн., 2002. С. 19.
7. Чумаков Л.С., Бородин О.И. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2002. Вып. 2. С. 33.
8. Марцинкевич Г.И., Клицунова Н.К., Счастная И.И., Якушко О.Ф. // Выбранные науч. работы БДУ. Мн., 2001. Т. 7. С. 333.
9. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М., 1982.

10. Schiements H. // Faun. Abh. st. Mus. Tierk. 1976. Bd. 6. S. 39.
11. Remane R. // Z. angew. Ent. 1958. Bd. 42. S. 353.
12. Kontkanen P. // Soc. Vanamo Arch. 1954. Vol. 8. P. 150.
13. Ossiannilsson F. // Fauna Entomologica Scandinavica. 1978. Vol. 7. Pt. 1. P. 1.
14. Raatikainen M., Vasarainen A. // Annales Zoologici Fennica. 1976. Vol. 13. P. 1.

Поступила в редакцию 27.05.2003.

Олег Игоревич Бородин – ассистент.

Сергей Владимирович Буга – доктор биологических наук, профессор.

УДК 595.762.47

М.Л. МИНЕЦ

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ФЕНЕТИЧЕСКИХ И МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОПУЛЯЦИЙ ЖУЖЕЛИЦЫ *CARABUS HORTENSIS* L. (*COLEOPTERA, CARABIDAE*) НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Analysis of changeability of species on morphometrical description (pronotal length, pronotal width, elytral length, elytral width, ratio: pronotal length to the pronotal width, elytral length to the elytral width, elytral length to the pronotal width) and number of punctures on the second primary distance left elytrum has been carried out. Differences of morphometrical parameters by regions, biotops and years collection have been discovered. The populations of beetles from south-east of Belarus have been phenetically isolated.

Изучение межпопуляционной изменчивости отдельных видов насекомых представляет интерес для решения различных теоретических и практических проблем биологии. Особенно актуальны такие исследования для установления границ популяций и выявления реальных изолирующих барьеров между ними. Известно, что популяции внутри любого вида генетически отличаются друг от друга по частоте проявления различных аллелей, что внешне часто выражается в различной концентрации разных фенотипов. Поэтому, если при пространственном исследовании населения какого-либо вида в природе обнаруживается резкий перепад в частоте каких-либо фенотипов, можно обоснованно предполагать существование здесь межпопуляционной границы [1].

Целью данной работы явилось изучение изменчивости популяций имаго жужелицы *Carabus hortensis* L. по полиморфному признаку «число ямок на втором первичном промежутке левого надкрылья» и некоторым морфометрическим показателям популяций из разных регионов Беларуси.

Материал и методика

Объектом исследования была выбрана жужелица *Carabus hortensis* L. – европейский мезофильный вид, один из наиболее массовых и типичных видов жужелиц в лесах разных типов Беларуси. Сбор материала проводился в 1997–2001 гг. на территории хвойных и лиственных лесов ряда лесничеств: Друйское (национальный парк «Браславские озера», июль – август 1999 г.), Фащевское (Шкловский р-н, Могилевская обл., июнь – сентябрь 2000 г.), Волмянское (Минский р-н, Минская обл., сентябрь – октябрь 1999 г.), Негорельское (Столбцовский р-н, Минская обл., полевые сезоны 1997–1999 гг.), Деревновское (Слонимский р-н, Гродненская обл., июль 2000 г.), Хвойникское (национальный парк «Беловежская пуща», полевые сезоны 1997–1998 гг.), Чонкинское (Гомельский р-н, Гомельская область, июль – август 2001 г.).

Жужелицы отлавливались модифицированным методом почвенных ловушек Барбера [2].

Исследовалась изменчивость двух групп параметров: морфологических размеров тела и микрорельефа поверхности тела. Изучение морфометрических показателей проводилось на основании общепринятых стандартных промеров тела для жесткокрылых [3, 4]: длина переднеспинки (А), ши-

рина переднеспинки (В), длина надкрылий (С), ширина надкрылий (Д). Кроме того, вычислялось отношение длины переднеспинки к ее ширине (А/В), длины надкрылий к их ширине (С/Д) и длины надкрылий к длине переднеспинки (С/А). Измерено 3138 особей (1598 самцов, 1540 самок) штангенциркулем с точностью до 0,1 мм. Для максимально объективного метода анализа изменчивости проведено исследование возможных отличий выборок, обусловленных влиянием: региона, биотопа, региона и биотопа вместе, года сбора и года сбора и биотопа вместе.

В работе также изложены результаты изучения материала с целью выяснения спектров изменчивости количества ямок на втором первичном промежулке левого надкрылья.

Статистическая обработка данных проводилась по общепринятой методике с использованием пакетов программ Microsoft Excel и Statistica.

Результаты и их обсуждение

В связи с отсутствием в литературе сведений о средних для *C. hortensis* размерах указанных частей тела мы исходили из величин, полученных в ходе измерений. Во всех изученных популяциях самки крупнее самцов по всем приведенным показателям ($p<0,05$).

Вначале мы исследовали материал для выявления изменчивости возможных морфометрических отличий выборок, обусловленных влиянием региона и биотопа вместе, а также каждым из этих факторов в отдельности. Анализ проведен на базе полевых сборов 1999 г. в ельниках и сосняках, расположенных в Друйском, Волмянском и Негорельском лесничествах. В результате двухфакторного дисперсионного анализа было обнаружено, что практически на все названные ранее морфометрические параметры для самцов и самок *C. hortensis* значительное влияние оказали не только регион обитания и биотоп в отдельности, но также и действие обоих этих факторов (табл. 1).

Таблица 1

Анализ достоверности принадлежности жукелицы *C. hortensis* разным генеральным совокупностям

Фактор	А	В	С	Д	А/В	С/Д	С/А
Различия морфометрических характеристик выборок жукелицы <i>C. hortensis</i> разных регионов Беларуси							
Влияние региона							
Самцы	$p<<0,001$	$p>0,05$	$p<0,05$	$p>0,05$	$p<<0,001$	$p<<0,001$	$p<<0,001$
Самки	$p<<0,001$	$p<<0,001$	$p<<0,001$	$p<0,05$	$p<<0,001$	$p<<0,001$	$p<<0,001$
Влияние биотопа							
Самцы	$p>0,05$	$p<0,05$	$p>0,05$	$p<0,05$	$p>0,05$	$p<<0,001$	$p>0,05$
Самки	$p<0,05$	$p<0,05$	$p>0,05$	$p<0,05$	$p>0,05$	$p<0,05$	$p<<0,001$
Влияние обоих факторов							
Самцы	$p>0,05$	$p<<0,001$	$p<<0,001$	$p<0,05$	$p<0,05$	$p<0,05$	$p<<0,001$
Самки	$p<0,05$	$p<0,05$	$p<<0,001$	$p<0,05$	$p>0,05$	$p<0,05$	$p>0,05$
Различия морфометрических характеристик выборок жукелицы <i>C. hortensis</i> разных лет сбора							
Влияние года сбора							
Самцы	$p<<0,001$	$p<0,05$	$p>0,05$	$p<<0,001$	$p<<0,001$	$p<<0,001$	$p<0,05$
Самки	$p<<0,001$	$p>0,05$	$p>0,05$	$p<0,05$	$p<<0,001$	$p<<0,001$	$p<<0,001$
Влияние биотопа							
Самцы	$p>0,05$	$p>0,05$	$p>0,05$	$p<0,05$	$p>0,05$	$p>0,05$	$p<0,05$
Самки	$p>0,05$	$p>0,05$	$p>0,05$	$p>0,05$	$p<0,05$	$p>0,05$	$p>0,05$
Влияние обоих факторов							
Самцы	$p>0,05$	$p>0,05$	$p<0,05$	$p>0,05$	$p>0,05$	$p>0,05$	$p<0,05$
Самки	$p<0,05$	$p>0,05$	$p<0,05$	$p>0,05$	$p<<0,001$	$p<0,05$	$p>0,05$

Для выяснения степени влияния года сбора материала, биотопа и действия этих факторов вместе на морфометрические параметры использовались полевые сборы 1997–1999 гг. из ельника кисличного и сосняка мшистого с территории Негорельского лесничества. Двухфакторный дисперсионный анализ показал, что год сбора оказывает самое значительное влия-

Таблица 2

Средняя арифметическая морфометрических показателей жужелицы *C. hortensis*, мм
(выборки из северо-западных и центральных районов Беларуси)

Показатели	Лесничество, год сбора, биотоп									
	Друйское		Волмянское		1997 г.		Негорельское		1999 г.	
	1999 г.		1999 г.		1997 г.		1998 г.		1999 г.	
	1	2	1	3	1	2	1	2	1	2
Самцы (n)	150	150	150	146	70	70	70	63	70	74
Самки (n)	150	150	150	84	70	64	70	56	70	86
Самцы (А)	4,65±0,018	4,72±0,019	4,78±0,019	4,81±0,018	4,76±0,027	4,71±0,025	4,74±0,020	4,78±0,027	4,83±0,021	4,82±0,027
Самки (А)	4,72±0,021	4,86±0,020	4,92±0,019	5,00±0,025	4,85±0,030	4,98±0,033	4,84±0,026	4,83±0,033	4,97±0,025	4,93±0,026
Самцы (В)	6,28±0,022	6,46±0,020	6,41±0,025	6,45±0,026	6,43±0,035	6,44±0,037	6,47±0,025	6,52±0,037	6,42±0,030	6,39±0,033
Самки (В)	6,59±0,029	6,77±0,025	6,80±0,024	6,86±0,035	6,77±0,037	6,78±0,043	6,81±0,029	6,83±0,040	6,78±0,035	6,75±0,033
Самцы (А/В)	0,74±0,002	0,73±0,002	0,74±0,002	0,75±0,002	0,74±0,003	0,73±0,003	0,73±0,002	0,73±0,003	0,75±0,003	0,75±0,003
Самки (А/В)	0,72±0,002	0,72±0,002	0,72±0,002	0,73±0,002	0,72±0,002	0,73±0,002	0,71±0,002	0,71±0,002	0,73±0,002	0,73±0,003
Самцы (С)	14,91±0,042	15,28±0,044	15,13±0,052	15,06±0,050	15,07±0,072	15,13±0,070	15,0±0,057	15,32±0,075	15,34±0,063	15,18±0,069
Самки (С)	15,93±0,061	16,25±0,057	16,20±0,053	16,26±0,072	16,22±0,073	16,46±0,090	16,29±0,072	16,24±0,095	16,47±0,070	16,30±0,077
Самцы (Д)	8,97±0,031	9,18±0,029	9,02±0,032	9,05±0,035	9,09±0,048	9,15±0,045	9,08±0,040	9,25±0,046	8,99±0,037	9,00±0,049
Самки (Д)	9,79±0,044	10,02±0,037	10,01±0,034	10,03±0,049	10,00±0,054	10,11±0,064	10,04±0,047	10,70±0,058	9,91±0,049	9,92±0,049
Самцы (С/Д)	1,66±0,003	1,66±0,003	1,68±0,003	1,66±0,003	1,66±0,005	1,65±0,004	1,65±0,003	1,66±0,004	1,70±0,004	1,69±0,005
Самки (С/Д)	1,63±0,003	1,62±0,003	1,62±0,003	1,62±0,004	1,62±0,004	1,63±0,005	1,62±0,004	1,61±0,006	1,66±0,005	1,64±0,004
Самцы (С/А)	3,21±0,008	3,24±0,009	3,17±0,008	3,13±0,008	3,17±0,011	3,21±0,011	3,16±0,008	3,20±0,011	3,17±0,010	3,15±0,010
Самки (С/А)	3,37±0,007	3,34±0,007	3,29±0,008	3,25±0,009	3,35±0,011	3,31±0,011	3,36±0,010	3,37±0,016	3,32±0,010	3,31±0,011

Примечание. Биотопы: 1 – ельник кисличный; 2 – сосняк мшистый; 3 – сосняк черничный.

ние на большинство морфометрических промеров самцов и самок жужелицы *C. hortensis* (см. табл. 1).

Поскольку на изменчивость указанных морфометрических признаков влияет ряд выделенных факторов, средние арифметические значения показателей (табл. 2) были сгруппированы и обработаны с помощью однофакторного дисперсионного анализа.

Места сбора рассматриваемых выборок локализованы в северо-западных, центральных, юго-западных и юго-восточных районах Беларуси. Обнаружены достоверные отличия средней арифметической размеров тела жужелицы из указанных популяций как для самцов, так и для самок. Статистически достоверны различия (однофакторный дисперсионный анализ, $p < 0,001$) для самок из ельника кисличного (сбор 1999 г.) по всем указанным морфометрическим показателям; самцы этого биотопа достоверно различны ($p < 0,001$) по параметрам А, В, С, А/В, С/Д, С/А. Однако самки из сосняка мшистого (сбор 1999 г.) достоверно отличаются друг от друга лишь по параметрам А ($p < 0,05$), С/Д и С/А ($p < 0,001$), в то время как самцы – по всем показателям, за исключением В: по морфометрическим промерам А, С, Д ($p < 0,05$) и по относительным индексам А/В, С/Д, С/А ($p < 0,001$).

Год сбора материала (полевые сборы 1997–1999 гг., Негорельское лесничество) в большей степени оказал влияние на изменчивость относительных индексов А/В, С/Д, С/А ($p < 0,001$) для самок и А/В, С/Д ($p < 0,001$) для самцов, в то время как влияние биотопа на морфометрические промеры А, В, С, Д по-разному отразилось на их изменчивости: для самцов и самок, населяющих ельник кисличный, достоверны отличия по параметрам А и С ($p < 0,05$); для самцов и самок, населяющих сосняк мшистый, – по параметрам А и Д ($p < 0,05$).

Таблица 3

Средняя арифметическая морфометрических показателей жужелицы *C. hortensis*, мм (выборки из восточных, юго-западных и юго-восточных районов Беларуси)

Показатели	Лесничество, год сбора, биотоп			
	Фашевское	Деревновское		Хвойничское
	2000 г	2000 г		1997 г
	1	2	3	4
Самцы (n)	150	97	53	135
Самки (n)	150	103	47	140
Самцы (А)	4,74±0,017	4,75±0,020	4,70±0,027	4,76±0,018
Самки (А)	4,88±0,020	4,87±0,022	4,94±0,032	4,94±0,024
Самцы (В)	6,37±0,023	6,46±0,024	6,61±0,031	6,45±0,021
Самки (В)	6,75±0,026	6,84±0,029	7,02±0,042	6,85±0,030
Самцы (А/В)	0,74±0,002	0,73±0,002	0,71±0,003	0,74±0,002
Самки (А/В)	0,72±0,002	0,71±0,002	0,70±0,003	0,72±0,002
Самцы (С)	15,1±0,050	15,21±0,052	15,29±0,060	15,31±0,045
Самки (С)	16,23±0,052	16,39±0,061	16,0±0,112	16,49±0,056
Самцы (Д)	9,01±0,034	9,06±0,035	9,19±0,047	9,07±0,030
Самки (Д)	9,94±0,034	10,05±0,046	10,29±0,068	10,06±0,041
Самцы (С/Д)	1,68±0,003	1,68±0,003	1,66±0,005	1,69±0,003
Самки (С/Д)	1,63±0,003	1,63±0,005	1,61±0,006	1,64±0,004
Самцы (С/А)	3,19±0,006	3,21±0,009	3,25±0,014	3,22±0,008
Самки (С/А)	3,33±0,007	3,37±0,010	3,36±0,012	3,34±0,010

Примечание. 1 – березняк разнотравный, 2 – ельник мертвопокровный, 3 – сосняк мшистый, 4 – дубрава грабовая.

Выборки жужелицы *C. hortensis* сосняка мшистого и ельника мертвопокровного Деревновского лесничества (табл. 3) также достоверно отличаются по некоторым параметрам (однофакторный дисперсионный анализ) как для самцов, так и для самок: по относительным индексам А/В, С/Д, С/А самцы сосняка кисличного и ельника мертвопокровного достоверно отличаются друг от друга ($p < 0,001$). Различие же самок прослеживается лишь по

индексам A/B и C/D при $p < 0,05$. Изменчивость морфометрических промеров самцов и самок характерна для показателей В ($p < 0,001$) и Д ($p < 0,05$).

Так как статистический анализ изменчивости морфометрических параметров выявил значительное влияние не только совместного действия факторов регион – биотоп и регион – год, но и каждого из них в отдельности, морфометрические параметры жулици *C. hortensis* из остальных регионов сбора материала (см. табл. 3) нами приводятся без анализа изменчивости.

В исследовании изменчивости жулици *C. hortensis* использован фенетический подход, который заключается в учете и анализе соотношения в выборках из разных популяций фенотипов – дискретных, видимых обычным глазом признаков. Важнейшим признаком в диагностике *Carabus* является скульптура надкрылий. Каждое надкрылье имеет три ряда первичных ямок, прерывающихся первичными промежутками, между которыми располагаются еще от 3 до 7 промежутков, именуемых вторичными, третичными и четвертичными [5]. Изменчивость количества ямок на надкрыльях у жулици *C. hortensis* является типичным примером проявления флуктуирующей асимметрии или незначительных ненаправленных отклонений от строгой билатеральной симметрии [6]. У *C. hortensis* скульптура надкрылий выражена достаточно четко. В данной работе отражены результаты анализа изменчивости числа ямок на втором первичном промежутке левого надкрылья с целью стандартизации методики и упрощения распределения фенотипов *C. hortensis* по морфам, так как число ямок на первых, вторых и третьих первичных промежутках на левом и правом надкрыльях у жулици *C. hortensis* может быть различным (флуктуирующая асимметрия билатеральных морфологических структур).

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа с целью выяснения влияния факторов регион – биотоп и регион – год на изменчивость числа ямок (табл. 4) не были достоверны ($p > 0,05$), поэтому нами проведена статистическая обработка данных без учета влияния биотопа и года сбора материала.

Таблица 4

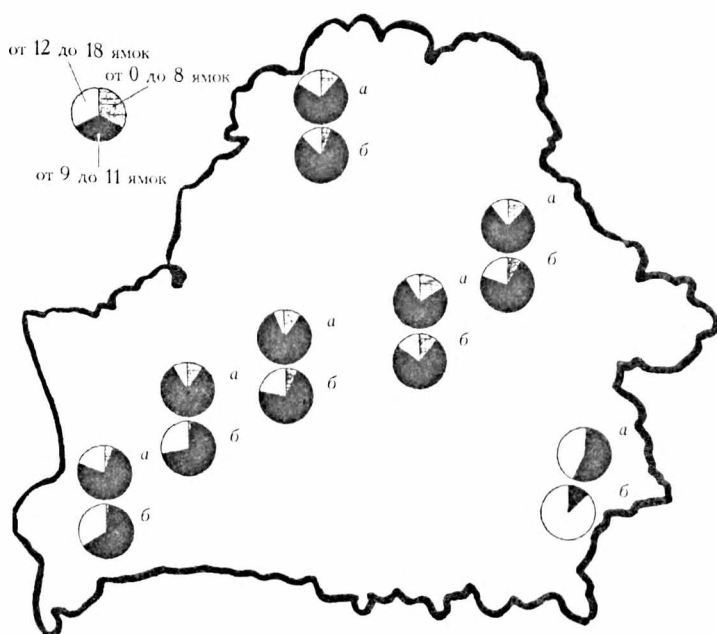
Средняя арифметическая признака «число ямок второго первичного промежутка левого надкрылья» жулици *C. hortensis*

Показатели	Лесничество, год учета, биотоп									
	Друйское		Волмянское		1997 г		Негорельское		1999 г	
	1999 г.		1999 г.		1997 г		1998 г.		1999 г	
	1	2	1	3	1	2	1	2	1	2
Самцы (n)	150	150	150	146	70	70	70	63	70	74
Самки (n)	150	150	150	84	70	64	70	56	70	86
Самцы	10,0	9,9	9,7	10,0	9,6	9,8	9,8	10,0	9,7	10,0
	$\pm 0,11$	$\pm 0,09$	$\pm 0,11$	$\pm 0,12$	$\pm 0,13$	$\pm 0,18$	$\pm 0,15$	$\pm 0,17$	$\pm 0,14$	$\pm 0,13$
Самки	10,2	10,5	10,2	10,5	10,3	10,4	10,2	10,3	10,2	9,93
	$\pm 0,10$	$\pm 0,12$	$\pm 0,11$	$\pm 0,14$	$\pm 0,16$	$\pm 0,18$	$\pm 0,19$	$\pm 0,19$	$\pm 0,16$	$\pm 0,14$

Примечание. 1 – ельник кисличный; 2 – сосняк мшистый; 3 – сосняк черничный.

Число ямок на втором первичном промежутке левого надкрылья варьирует от 0 до 18, т. е. представлено 19 вариантов (фенов) этого признака. Поскольку статистический анализ одновременно по всем частотам вариантов общего количества ямок весьма сложен, мы сгруппировали вариации признака на основании сумм частот вариантов: 1) от 0 до 8 ямок, 2) от 9 до 11, 3) от 12 до 18 ямок (рисунок).

Достоверность отличий частот указанных признаков для самцов и самок жулици *C. hortensis* была подтверждена G-тестом [7], значения которого сравнивались с табличным значением χ^2 при $p = 0,05$ [8]. Несмотря на отсутствие морфологических отличий на всем географическом пространстве Беларуси, существуют фенетические различия, которые указывают, возможно, на генетические различия популяций юго-востока Беларуси.



Частота встречаемости признака «число ямок второго первичного про-
межутка левого надкрылья» у самцов (а) и самок (б) в популяциях
Carabus hortensis Бенаруси

Изменение фенофона популяций *C. hortensis* в направлении с северо-запада на юго-восток и с юго-запада на юго-восток можно считать отражением феноеографической дифференцированности популяций данного вида, населяющих южные области Беларуси. Вероятно, зона перепада частот, намечающая границы двух популяционных комплексов [1], проходит северо-западнее г. Гомеля.

1. Во всех изученных популяциях самки крупнее самцов по всем приведенным параметрам.

2. По нашим данным, на уровень морфометрической изменчивости выборок жужелицы *C. hortensis* оказывает влияние регион, биотоп и год сбора.

3. Изменчивости по годам в большей степени подвержены относительные индексы А/В, С/Д, С/А, чем морфометрические параметры А, В, С, Д.

4. На территории Республики Беларусь в направлениях с северо-запада на юго-восток и с юго-запада на юго-восток зафиксированы изменения фенофонов популяций *C. hortensis*, отражающие феноеографическую дифференцированность жужелиц, населяющих южные области Беларуси, от популяций ее остальной территории.

1. Яблоков А. В., Ларина Н. И. Введение в фенетику популяций. Новый подход к изучению природных популяций. М., 1985. С. 131.

2. Минец Р. Л. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2000. № 2. С. 55.

3. Новоженков Ю. И. // Зоол. журн. 1978. Т. 57. Вып. 6. С. 857.

4. Минец Р. Л. // Разнообразие животного мира Беларуси: итоги изучения и перспективы сохранения: Материалы междунар. науч. конф., Минск, 28–30 нояб. 2001 г. Мн., 2001. С. 107.

5. Шиленков В. Г. Жужелицы рода *Carabus* L. (Coleoptera, Carabidae) Южной Сибири. Иркутск, 1996. С. 14.

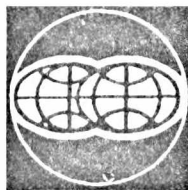
6. Захаров В. М. Асимметрия животных. М., 1987. С. 17.

7. Sokal R. R., Rohlf J. F. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. New York, 2001. P. 738.

8. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Мн., 1967. С. 321.

Поступила в редакцию 19.05.2003.

Маргарита Леонидовна Минец – ассистент кафедры общей экологии и методики преподавания биологии.



УДК 551.491.504(476)

В.Н. ГУБИН, К.А. КУРИЛО

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЗЕМНОЙ ГИДРОСФЕРЫ

The approaches to assessing and forecasting of geoecological consequences of exploitation of underground hydrosphere have been outlined in the paper. The estimation of ground water budget in natural conditions and its changes under water intake development has been discussed on the base creating regional mathematical model. The estimation of consequences of the effect intensive ground water development on the river discharge and subsurface water. The general regional regularities of the formation of safe ground water yield have been determined. The computation of migration of contamination components through zone of aeration and incomplete hydrosaturation has been carried. The prediction of variations in underground water quality has been carried out with taking account of a water quality changes in areas of contamination of the water run-off and subsurface water.

Основным источником централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения городских агломераций являются подземные напорные воды. Их отбор осуществляется групповыми водозаборами и одиночными ведомственными скважинами, в результате чего нарушается естественный режим гидросферы. Интенсивный отбор напорных подземных вод приводит к формированию региональных и локальных депрессионных воронок (снижение уровня грунтовых и напорных вод за счет уменьшения пластового давления в балансово-гидродинамической системе), осушению грунтового водоносного горизонта, уменьшению стока рек, оседанию земной поверхности. В ряде случаев подобное техногенное воздействие изменяет качество питьевой воды из-за слабой защищенности водоносных горизонтов от прямых источников загрязнения, расположенных в зоне формирования запасов пресных вод [1]. Поэтому изучение состояния зоны аэрации и подземных вод, а также прогнозирование негативных трансформаций геологической среды в целом – одна из важнейших геоэкологических проблем, решение которой возможно лишь на базе компьютерных технологий и математического моделирования [2].

Для геофильтрационных моделей оценки геоэкологических последствий эксплуатации подземной гидросферы нами предлагается технологическая схема, а также методический подход, состоящий из четырех этапов. Первый этап включает анализ и систематизацию априорного фактологического материала об экологическом состоянии почвенного слоя, зоны аэрации, поверхностных и подземных вод исследуемой территории, характеристику гидрогеологических и геоморфологических условий, а также источников (объектов) загрязнения подземных вод. Схематизация гидрогеологических данных исследуемой части подземной гидросферы заключается в выборе и обосновании расчетной модели, специализированного картографирования ее составляющих. Обоснование гидродинамических и гидрохимических границ проводится на втором этапе. На третьем выполняется идентификация

модели и природных условий в естественном и нарушенном режимах, в результате которой достигается максимальное сближение фактических и модельных данных по уровням подземных вод в контрольных блоках и расходам рек в пределах гидрологических створов, оценивается современное состояние подземной гидросферы и негативные последствия существующего водоотбора на изменение ее режима. Прогнозная оценка геоэкологических последствий на период до 30 лет эксплуатации подземной гидросферы осуществляется на четвертом этапе работ.

Предложенная технология апробирована на примере Минской агломерации. На базе разработанных [2, 4] геофильтрационных и геомиграционных моделей, а также дешифрирования материалов аэрокосмических съемок решен ряд прогнозных геоэкологических задач.

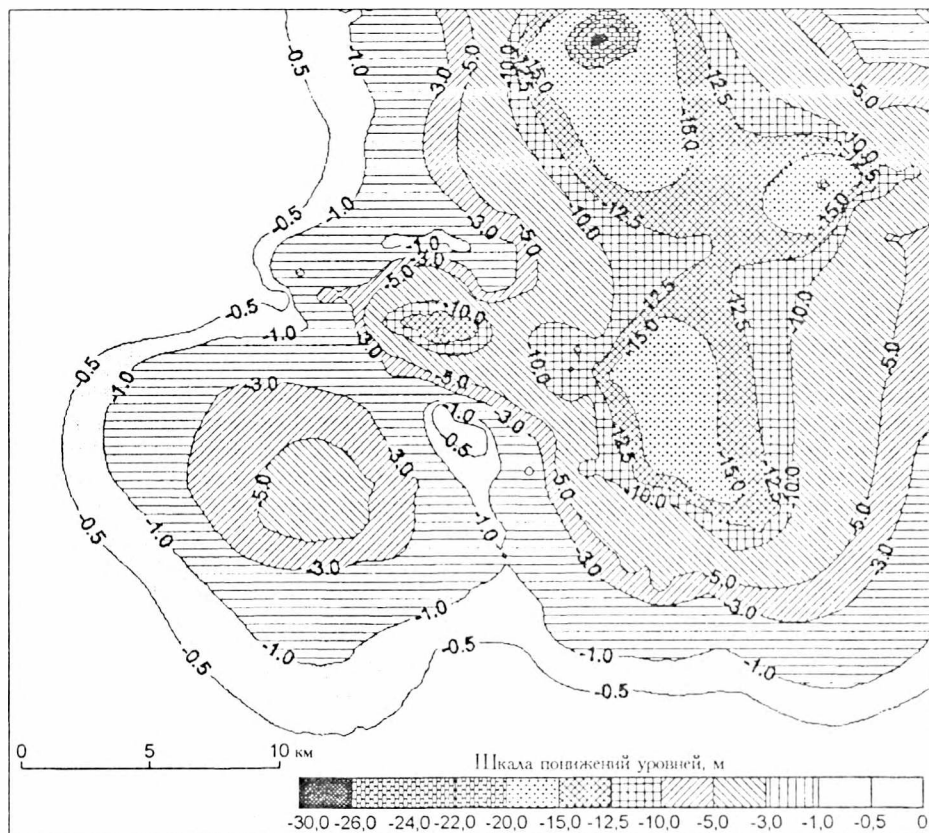


Рис. 1. Депрессионная воронка уровня подземных вод в днепровско-сожском водоносном комплексе в окрестностях г. Минска на 2010 г.

Оценка изменений уровенного режима подземных вод и трансформаций земной поверхности. По данным математического моделирования рассчитан баланс подземных вод при эксплуатации водозаборов. С использованием программы SURFER построены карты прогнозных изменений уровня подземных вод в водоносных горизонтах. В результате понижения уровня в днепровско-сожском водоносном горизонте на территории Минской агломерации (рис. 1) в направлении с юго-запада на северо-восток формируется региональная депрессионная воронка. Максимальные радиусы подобного влияния составляют 25–30 км, минимальные – 5–8 км вдоль русел рек и водохранилищ. Самые значительные понижения региональной депрессии в напорных водах приурочены к центральным частям групповых водозаборов, вокруг которых сформировались локальные депрессии. Наиболее крупная из них – до 30–35 км – сформируется в результате совмест-

ной работы водозаборов «Боровляны» и «Волма». По прогнозным оценкам авторов, в центре депрессии водозабора «Боровляны» понижения уровня составят более 30 м, а в центре водозабора «Волма» будут достигать 25 м.

На водозаборе «Новинки» понижения в центральной части могут превышать 15 м. Депрессия от 3–5 до 8–9 км вытянута вдоль долины р. Свислочь. Воронка асимметричная. Ее развитие на юге, западе и северо-востоке ограничивается каскадом водохранилищ, на севере сдерживается р. Цна, на востоке эта воронка соединяется с другими, образованными в результате эксплуатации водозаборов «Боровляны», «Волма», «Дражня», «Зеленовка».

На водозаборе «Петровщина» депрессионная воронка в напорных водах из-за проектного дебита более пологая, вытянута с севера на юг. На востоке она сливается с депрессией от работы водозаборов, расположенных в районе мотовелозавода и камвольного комбината. Максимальные понижения достигают 5–8 м, радиус влияния – до 8 км.

В грунтовых водах сформировалась также региональная депрессия, максимальные понижения которой на 10–20 % меньше, чем в напорных водах. Воронки более пологие с меньшим радиусом влияния и подчинены развитию речной сети на исследуемой территории. В верхнепротерозойском водоносном горизонте воронка депрессии более глубокая и охватывает большую площадь [3].

Основным источником формирования эксплуатационных запасов при водоотборе являются естественные и привлекаемые ресурсы, гравитационные запасы на прогнозный период составляют 700 м³/сут, а упругие – 100 м³/сут.

Влияние водоотбора на речной сток зависит от непосредственного притока из рек и инверсии разгрузки подземных вод. Как показали результаты моделирования типовых месторождений, суммарное влияние всегда близко к расходу водозабора и зависит от взаимосвязи эксплуатируемых водоносных пластов с грунтовыми и поверхностными водами.

Учитывая баланс подземных вод в естественных и нарушенных условиях, влияние водоотбора на речной сток ($Q_{вп}$) при условии задания на верхней границе модели постоянного инфильтрационного питания, соответствующего естественным ресурсам исследуемой области фильтрации пресных подземных вод, можно представить в виде следующего уравнения [4]:

$$Q_{вп} = \Delta Q_p + Q_{пв} + \Delta P,$$

где Q_p – уменьшение разгрузки подземных вод в реки и озера; $Q_{пв}$ – приток поверхностных вод; ΔP – сокращение напорной разгрузки в грунтовый горизонт.

Результаты оценки влияния водоотбора на речной сток при использовании месторождений подземных вод на территории в целом приведены в табл. 1, из которой видно, что при эксплуатации водозаборов г. Минска в настоящий момент боковой приток увеличивается на 45,8 тыс. м³/сут, а в перспективе – на 52,5 тыс. м³/сут. В то же время боковой отток подземных вод уменьшается на 7,9 и 10,7 тыс. м³/сут, а разгрузка в реки – с 236,1 (естественный режим) до 123,0 (настоящий момент) и 107,9 тыс. м³/сут (прогнозный период), при этом питание речными водами (непосредственный приток из реки) увеличивается на 148,2 (1998 г.) и 263,2 тыс. м³/сут (прогноз).

Из изложенного следует: уменьшение речного стока от среднесноголетней его величины находится в пределах 10–20 %, что подтверждает сохранение существования речной сети и обеспеченность г. Минска хозяйственно-питьевыми водами на перспективу. Исключением являются участки расположения месторождений подземных вод в верховье мелкой речной сети, где эксплуатация подземной гидросферы сказывается в большей степени (водозабор «Волма»). Результаты моделирования показали, что в пределах области влияния водозабора происходит полная инверсия естественного потока и поглощение речного стока, т. е. исчезновение русла реки (рис. 2). Модельные данные подтверждаются режимными наблюдениями в процессе эксплуатации месторождения.

Таблица 1

Влияние водоотбора на речной сток при эксплуатации подземных вод в районе Минской агломерации

Элементы баланса	Расход, тыс. м ³ /сут				
	В естественных условиях	При водоотборе на постоянный момент	Разница (+, -)	При водоотборе на прогнозный период	Разница (+, -)
Питание					
Боковой приток	162,9	208,7	45,8	215,4	52,5
Площадное питание	144,9	144,8	-0,1	144,7	-0,2
Питание речными водами	54,7	202,9	148,2	317,9	263,2
Всего	362,5	556,4	193,9	678	315,5
Расход					
Боковой отток	126,5	118,6	-7,9	115,8	-10,7
Разгрузка в реки	236,1	123,0	-113,1	107,9	-128,2
Водоотбор	0	306,9	306,9	459,1	459,1
Всего	362,6	548,5	185,9	682,8	320,2

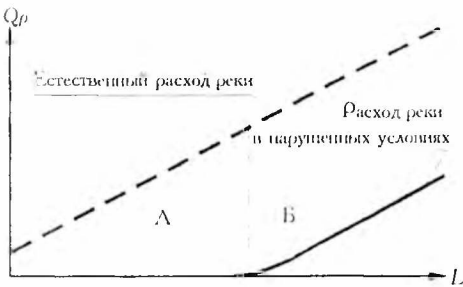


Рис. 2. Изменение расхода воды в реке в зоне влияния водозабора «Волма»: А – зона полной инверсии разгрузки естественного потока и поглощения речного стока, Б – зона частичной инверсии разгрузки подземных вод и сокращения расхода реки

Формирование запасов на таком месторождении происходит за счет привлекаемых ресурсов (дополнительного инфильтрационного питания – уменьшения испарения и перетекания из нижележащих горизонтов).

В настоящее время весьма актуальны вопросы прогнозирования оседания земной поверхности и другие изменения геологической среды в условиях интенсивной эксплуатации подземных вод. Для получения и накопления информации об этих процессах необходимы создание и

оборудование сети соответствующих скважин и реперов, а также проведение систематических режимных наблюдений и аэрокосмических исследований. Специальные наблюдения по реперам, фиксирующим оседание земной поверхности, ранее проводились в районе г. Минска. Гидрогеологическое дешифрирование аэрофотоснимков и фотографий из космоса осуществлялось при эколого-геологическом картографировании Минского региона [5]. В данном случае комплексно изучались природные морфолитосистемы, объединяющие рельеф земной поверхности и геологический субстрат. Различаемые на аэро- и космических снимках по ландшафтным признакам изменения морфолитосистем вызваны эксплуатацией водозаборов «Боровляны» и «Волма»: были выявлены участки снижения уровня грунтовых вод и оседания земной поверхности над депрессионными воронками.

Прогноз влияния источников загрязнения на подземные воды. Основной целью моделирования геомиграции в региональном плане является оценка возможного изменения химического состава и качества подземных вод за счет поступления загрязненных поверхностных, грунтовых и подтока минеральных вод за период эксплуатации месторождений в районе исследований на ближайшую перспективу.

Для решения поставленной задачи в первом от поверхности водоносном горизонте и на водных объектах в пределах Минской агломерации заданы участки (площади) загрязнения грунтовых и поверхностных вод. Основным компонентом загрязнения принят условный мигрант (поллютант), содержание которого на этих площадях выше предельно допустимых концентраций (ПДК) в пять раз. В качестве загрязняющего мигранта может быть принят любой компонент: тяжелые металлы, сульфаты, хлориды, органические соединения, радиоактивные элементы и т. д. В р. Свислочь концентрация загрязняющего мигранта, превышающего ПДК в три раза, задана на модели в пределах третьей промышленной зоны г. Минска, где расположен приру-

словый водозабор. Условно выделены две зоны с различными значениями величины концентрации загрязняющего мигранта: $C_1=0,5$, $C_2=5$ мг/л. В напорных и разделяющих пластах его содержание принято равным 0,5 мг/л и задано по всей площади. Эта величина концентрации мигранта по отношению к ПДК, принятой 1 мг/л, также является условной. После введения в модель массивов мощности, пористости и концентрации загрязняющего мигранта параллельно с фильтрационной решена геомиграционная задача на прогнозный период до 2010 г. Результаты исследований показали, что в процессе интенсивного водоотбора происходит продвижение контуров загрязнения к водозаборам и увеличение в подземных водах содержания загрязняющего мигранта. Однако его содержание в эксплуатируемых водоносных горизонтах не превысит ПДК, за исключением незащищенных участков напорного днепровско-сожского водоносного комплекса (места отсутствия супесчано-глинистых покровных отложений и наличия гидрогеологических «окон»). На расчетный год увеличение содержания загрязняющего мигранта выше ПДК в два раза произойдет в районе водозабора «Зеленовка», прируслового водозабора «Свислочь» и ряде скважин водозабора «Дражня». Нужно подчеркнуть, что моделировались условия, когда загрязняющий мигрант находится уже на поверхности уровня грунтовых вод.

Для расчета времени поступления в них загрязняющих веществ нами выполнено районирование территории по условиям дренированности. Это связано с тем, что загрязнение грунтовых вод обычно происходит за счет поступления загрязняющих веществ путем инфильтрации с поверхности земли через зону аэрации мощностью от 0–2 до 10–20 м и более (табл. 2) и через зону неполного водонасыщения в пределах депрессии в грунтовом горизонте.

Таблица 2

Районирование территории по условиям дренированности грунтовых вод в ненарушенных условиях (Z_0 – глубина залегания УГВ)

Область	Подобласть и ее особенности				
	Весьма слабо-дренированная ($Z_0 = 0-2$ м)	Слабо-дренированная ($Z_0 = 2-5$ м)	Дренированная ($Z_0 = 5-10$ м)	Хорошо дренированная ($Z_0 = 10$ м)	Интенсивно дренированная ($Z_0 = 20$ м)
Минская краевая ледниковая возвышенность	Приурочена к узким (до 0,5–0,8 км) поймам рек	Выделяется в нижней части склона долины в виде нешироких полос до 0,5–0,8 км	Выделяется в виде нешироких полос на склонах	Занимает обширные площади, приуроченные к конечно-моренным и моренным формам рельефа	Охватывает конечно-моренные водораздельные пространства

Зона аэрации в пределах исследуемого района имеет сложное строение и представлена чередованием песчаных разностей с глинистыми и суглинистыми отложениями. Средние значения коэффициентов фильтрации и пористости песков равны 8 м/сут и 0,2, супесей – 0,05 м/сут и 0,25, суглинков – 0,005 м/сут и 0,35 соответственно. На пониженных участках рельефа и в долинах рек часто встречаются болотные образования (торф, гиттии).

Для аналитического расчета времени миграции загрязняющих веществ через зону аэрации на основе карты глубин залегания грунтовых вод и напоров в блоках под источниками загрязнения выделены три площади зоны аэрации, представленные песками, супесями, суглинками мощностью $m_a=1,4$ и 8 м соответственно. Оценивая время переноса в каждой характерной зоне потока, предположим, что в основном перенос осуществляется конвективным путем без учета сорбционных процессов.

Время t_a конвективного переноса загрязняющего мигранта через зону аэрации мощностью m_a определяется выражением [6]:

$$t_a = \frac{m_a \cdot n_a}{\sqrt[3]{W^2 k_a}},$$

где k_a и n_a – коэффициент фильтрации и активная пористость отложений в зоне аэрации; W – интенсивность инфильтрации (по результатам моделирования $W_1=1,6 \cdot 10^{-4}$, $W_2=2,2 \cdot 10^{-4}$, $W_3=2,7 \cdot 10^{-4}$ м/сут).

Время конвективного массопереноса для каждой площади при значениях указанных параметров равно: $t_{a1}=34$, $t_{a2}=1600$, $t_{a3}=3940$ сут. Далее загрязнение мигрирует в зоне неполного водонасыщения в области воронки депрессии в грунтовом горизонте, представленном в основном слабопроницаемыми отложениями, в связи с чем поток здесь можно считать вертикальным. Время миграции загрязнения определим выражением

$$t_n = m_n n_g / W,$$

где m_n и n_g – средняя мощность и активная пористость пород грунтового горизонта в области воронки депрессии.

По результатам решения геофильтрационной задачи на настоящий момент среднее значение снижения уровня грунтовых вод в области расположения источников загрязнения составляет 4 м, а среднее значение $W=2,2 \cdot 10^{-4}$ м/сут. Время миграции в зоне неполного водонасыщения равно 4500 сут. На основе комплексирования методов расчета (аналитический и моделирования) установлено, что полное время переноса загрязнения от земной поверхности до уровня грунтовых вод в среднем составит 6100 сут (около 17 лет), а изменения качества подземных вод днепровско-сожского комплекса следует ожидать через 25 лет.

На основе математических моделей гидродинамических и гидрохимических параметров водоносных горизонтов в условиях интенсивного водоотбора дана эффективная оценка и сделан прогноз геоэкологических последствий эксплуатации подземной гидросферы. Установлены особенности пространственной дифференциации и количественные показатели депрессионных воронок уровня грунтовых и напорных вод, деформации земной поверхности в пределах действующих водозаборов. Геомиграционное моделирование позволяет оценить изменение химического состава и качества подземных вод при эксплуатации месторождений.

1. Губин В. Н., Ковалев А. А., Сладкопевцев С. А., Ясовеев М. Г. Экология геологической среды. Мн., 2002.
2. Гудак С.П., Курило К.А., Аношко Я.И., Пушкина С.А. // Природопользование и охрана окружающей среды. Мн., 1998. С. 39.
3. Полезные ископаемые Беларуси. Мн., 2002.
4. Курило К. А. // Природные ресурсы. 2000. № 4. С. 34.
5. Губин В.Н., Фадеева М.В., Волков В.Е. Методика среднемасштабного эколого-геологического картографирования. Мн., 1994.
6. Шестаков В.М., Кравченко И.П., Штенгелов Р.С. Практикум по динамике подземных вод. М., 1987.

Поступила в редакцию 17.06.2003.

Валерий Николаевич Губин – доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой динамической геологии.

Казимир Адольфович Курило – кандидат геолого-минералогических наук, заведующий отделом мониторинга геологической среды БелНИГРИ.

УДК 911.2:551.4

С.И. КУЗЬМИН

ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ АГРАРНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ БЕЛАРУСИ (ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АСПЕКТ)

Problems of agrarian nature use organization are considered in the article. The assessment of soil and geomorphological factors influence on the territorial organization of agrilandscapes is developed as well as interrelation of agricultural development and such economic parameters as aggregate estimation value and normative clear income is analyses for different natural conditions.

Использование природно-ресурсного потенциала территории с целью получения сельскохозяйственной продукции является для Беларуси традиционным. В структуре земельного фонда страны на 01.01.2002 г. доля земель сельскохозяйственного назначения составляла 44,3 %, из которых 62,5 % являлись пахотными [1]. Распределение сельскохозяйственных земель в пределах административных областей Беларуси отличается от среднереспубликанского показателя и равен для Гомельской и Витебской областей 35,5 и 41,0, Минской – 47,6, Брестской – 44,9 %, а для Могилевской и Гродненской областей – соответственно 50,5 и 51,0 % [2]. Еще большие различия наблюдаются на уровне административных районов, например в Мозырском районе доля земель сельскохозяйственного назначения составляет 27,5, Лидском – 56,4, Горецком – 72,3 %. В связи с этим задача исследования заключалась в выяснении причин неоднородного использования земель, оценке территориальной организации аграрного природопользования Беларуси в различных природно-геоморфологических условиях и в установлении причинно-следственных связей, определивших сложившуюся ситуацию.

Исследования проводились на региональном (масштаб – от 1:400 000 до 1:600 000) и локальном уровнях (масштаб – 1:10 000). Основным фактическим материалом служили результаты полевых и камеральных исследований. Использовались геоморфологическая и ландшафтная карты Беларуси [3, 4], картографические и статистические материалы института «Белгипрозем», а также результаты кадастрово-бонитировочных оценок земель [5].

При проведении исследований применялся комплекс методов: картографический, морфометрический, морфогенетический, сравнительно-географический, статистический и корреляционный анализы, а также факторный анализ сложившихся границ сельскохозяйственных угодий.

Анализировались два основных фактора – рельеф и почвы. Изначально предполагалось, что плодородие почв влияет главным образом на характер сельскохозяйственного использования территории, а геоморфологические условия являются лимитирующим фактором, оказывающим воздействие на особенности территориального размещения сельскохозяйственных угодий, пространственную структуру агроландшафтов Беларуси. Кроме собственно природных факторов, учитывались также и экономические показатели – нормативный чистый доход и общий балл кадастровой оценки сельскохозяйственных земель, отражающие экономическую целесообразность их использования в аграрных целях.

Оценка аграрного использования территории Беларуси проводилась для земель разного таксономического ранга – групп и подгрупп, выделенных по комплексу геоморфологических критериев.

Наивысшей типологической единицей являлись группы сельскохозяйственных земель, различающиеся по величине вертикального расчленения их поверхности. Всего было выделено три группы земель: 1) со слаборасчлененным; 2) со среднерасчлененным и 3) с сильнорасчлененным рельефом. Низший таксономический ранг – подгруппа земель – включал 18 разновидностей, отличающихся уклоном и длиной склонов, набором форм рельефа, их размерностью и занимаемой площадью (табл. 1).

В результате исследований установлено, что на характер распределения сельскохозяйственных земель разного таксономического ранга наложили отпечаток общие особенности геоморфологического строения Беларуси. В территориальной структуре агроландшафтов республики преобладают земли со средне- (48,1 %) и слаборасчлененным (37,1 %) рельефом. Субдоминантное положение занимают аграрные территории с сильнорасчлененным (14,8 %) рельефом. Сельскохозяйственные земли на уровне групп наиболее равномерно представлены в Белорусском Поозерье (земли со

слабо-, средне- и сильнорасчлененным рельефом занимают соответственно 38,4, 41,4 и 20,2 % ее территории). В пределах центральнобелорусских гряд преобладают агроландшафты со среднерасчлененным рельефом – 64,5 %, Белорусского Полесья – земли со слаборасчлененным рельефом (64,2 %).

Таблица 1

Типология сельскохозяйственных земель по геоморфологическим признакам

Таксономическая единица земель	Типологические критерии	Сельскохозяйственные земли		
Группа	Вертикальное расчленение дневной поверхности, м/км ²	Со слаборасчлененным рельефом		
		Со среднерасчлененным рельефом		
		С сильнорасчлененным рельефом		
Подгруппа	Угол наклона дневной поверхности, %, длина склонов, м, набор определенных форм рельефа, их размерность и доля от занимаемой площади, %	В пределах группы земель	со слаборасчлененным рельефом	С плоским рельефом
				С плоскогивистым рельефом
				С плоскобугристым рельефом
				С плоскоувалистым рельефом
				С плосковолнистым рельефом
			со среднерасчлененным рельефом	С волнистым рельефом
				С волнисто-западинным рельефом
				С волнисто-увалистым рельефом
				С платообразным рельефом
				С волнисто-бугристым рельефом
				С волнисто-холмистым рельефом
			с сильнорасчлененным рельефом	С мелкохолмистым рельефом
				С мелкохолмисто-грядовым рельефом
				С мелкохолмисто-увалистым рельефом
				Со среднехолмистым рельефом
				Со среднехолмисто-грядовым рельефом
				С крупнохолмистым рельефом
				С крупнохолмисто-грядовым рельефом

Результаты оценки сельскохозяйственной освоенности агроландшафтов показали, что группы земель по степени сельскохозяйственной освоенности ранжируются следующим образом: земли со слаборасчлененным рельефом ($K_{осв}=50\%$), со среднерасчлененным рельефом ($K_{осв}=59\%$) и земли с сильнорасчлененным рельефом ($K_{осв}=66\%$). В пределах группы земель с преобладанием сильнорасчлененного рельефа доля сельскохозяйственных угодий для подгрупп составляет (в %): с мелкохолмистым рельефом – 54, с мелкохолмисто-грядовым – 56, с мелкохолмисто-увалистым – 73, со среднехолмистым – 63, со среднехолмисто-грядовым – 73, с крупнохолмистым – 74, с крупнохолмисто-грядовым рельефом – 71. В пределах группы земель со среднерасчлененным рельефом (в %): с волнистым рельефом – 44, волнисто-западинным – 89, волнисто-увалистым – 66, с платообразным – 73, волнисто-бугристым – 30, волнисто-холмистым рельефом – 54. Для земель со слаборасчлененным типом рельефа (в %): с плоским – 42, плоскогивистым – 59, плоскобугристым – 32, плоскоувалистым – 75, с плосковолнистым – 39 (рис. 1).

Для выделенных подгрупп земель на основании данных республиканской кадастровой оценки земель проводился расчет средневзвешенных показателей: балла бонитета почв, нормативного чистого дохода и общего балла кадастровой оценки (табл. 2). Корреляционный анализ рассчитанных показателей и степени сельскохозяйственной освоенности показал, что в современных условиях при использовании земель в аграрных целях экономические показатели превалируют над природными. Хотя тесной зависимости и не наблюдается, но прослеживается определенная тенденция в этом направлении: коэффициент корреляции ($K_{кор}$) между освоенностью и нормативным доходом приближается к 0,5, в то время как между показателями плодородия почв и освоенностью земель существует лишь слабая связь

($K_{кор}$ составляет всего 0,2). Полученные результаты подтверждаются также данными рис. 2 и служат одновременно подтверждением существовавших до недавнего времени в республике приоритетов при организации аграрного землепользования, а именно при широкомасштабном включении в состав сельскохозяйственных угодий новых земель – от переувлажненных болотных массивов и рекультивированных карьеров до закустаренных земель и придорожных полос. В то же время корреляционный анализ показал, что общий балл кадастровой оценки земель тесно связан с плодородием почв ($K_{кор}=0,9$).

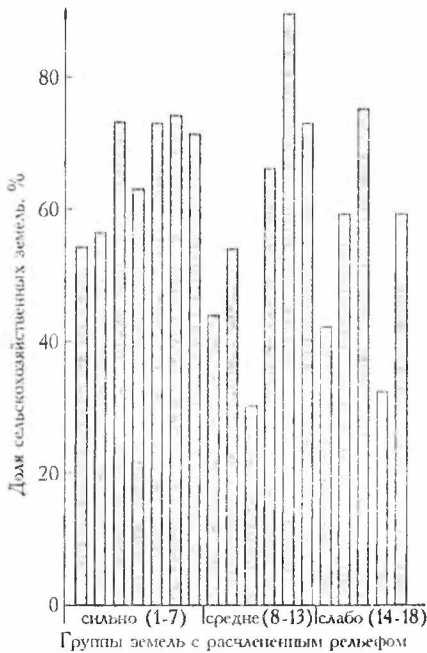


Рис. 1. Распределение сельскохозяйственных угодий в пределах земель, однородных по морфологическим свойствам рельефа.

Рельеф сельскохозяйственных земель: 1 – мелкохолмистый, 2 – мелкохолмисто-грядовый, 3 – мелкохолмисто-увалистый, 4 – среднехолмистый, 5 – среднехолмисто-грядовый, 6 – крупнохолмистый, 7 – крупнохолмисто-грядовый, 8 – волнистый, 9 – волнисто-холмистый, 10 – волнисто-бугристый, 11 – волнисто-увалистый, 12 – волнисто-западинный, 13 – платообразный, 14 – плоский, 15 – плосковалистый, 16 – плоскобугристый, 17 – плоскоувалистый, 18 – плоскогрядистый

существует тесной прямой зависимости ($K_{кор}=0,5$), а в некоторых случаях наблюдается обратная зависимость. Наибольшая освоенность характерна для группы районов основной морены – $K_{осв}=61\%$, для сельскохозяйственных земель краевой морены $K_{осв}=58\%$. В пределах водно-ледниковых и озерно-ледниковых районов этот показатель находится приблизительно на одном уровне – 45 и 43 %, наименее всего в сельскохозяйственных целях используются земли группы районов озерно-аллювиальной аккумуляции – $K_{осв}=24\%$ (см. рис. 2).

На основе индекса геоморфологической неоднородности, учитывающего контурность и вертикальную расчлененность угодий, была проведена оценка земель с позиции благоприятности их использования в сельском хозяйстве. В зависимости от условий рельефа, влияющих на пространственно-технологические свойства угодий, выделены четыре степени этого показателя (рис. 3).

Наивысшая степень благоприятности характерна для районов, имеющих низкий индекс геоморфологической неоднородности. При этом с увеличением индекса геоморфологической неоднородности ухудшаются технологические свойства угодий и обработка земель требует привлечения дополни-

Сельскохозяйственная освоенность территории республики на уровне генетических комплексов рельефа оценивалась на основе карты геоморфологического районирования Беларуси. Районы были объединены в 5 групп: конечной морены, основной морены, водно-ледниковой, озерно-ледниковой и озерно-аллювиальной аккумуляций (см. табл. 2).

В пределах генетических групп и отдельных геоморфологических районов рассчитывались коэффициенты, характеризующие дробность, дифференциацию площадей, изрезанность границ и сложность рельефа сельскохозяйственных угодий.

Была установлена различная степень сложности геоморфологических условий ($K_{сл}$) групп аграрных земель: конечной морены ($K_{сл}=0,225$), основной морены ($K_{сл}=0,155$), водно-ледниковой аккумуляции ($K_{сл}=0,135$), озерно-ледниковой аккумуляции ($K_{сл}=0,123$), озерно-аллювиальной аккумуляции ($K_{сл}=0,065$). Корреляционный анализ соотношения индексов сложности рельефа групп земель и их сельскохозяйственной освоенности показал, что между этими показателями не

тельных материальных средств. Результаты проведенных исследований подтверждают, что сельскохозяйственное использование не всегда основывается на учете геоморфологического строения территории (см. рис. 3).

Таблица 2

Анализ результатов республиканской кадастровой оценки земель и сельскохозяйственной освоенности в пределах подгрупп, однородных по геоморфологическим параметрам

Подгруппа земель	Балл плодородия почв, у. е.	Нормативный чистый доход, у. е.	Общий балл кадастровой оценки, у. е.	Доля сельскохозяйственных земель, %
С плоским рельефом	27,9	61,2	28,0	42
С плоскогивистым рельефом	26,3	64,3	26,5	59
С плоскобугристым рельефом	24,3	41,8	24,7	32
С плоскоувалистым рельефом	25,8	64,1	25,7	75
С плосковолнистым рельефом	28,4	72,1	28,6	39
С волнистым рельефом	27,2	88,4	27,5	44
С волнисто-западинным рельефом	28,2	120	27,8	89
С волнисто-увалистым рельефом	35,8	112,4	36,3	66
С платообразным рельефом	33,5	118,7	33,4	73
С волнисто-бугристым рельефом	32,6	110,1	32,5	30
С волнисто-холмистым рельефом	28,2	88,1	30,9	54
С мелкохолмистым рельефом	28,6	76,6	28,2	54
С мелкохолмисто-грядовым рельефом	27,7	68,3	27,3	56
С мелкохолмисто-увалистым рельефом	31,7	108,5	29,4	73
Со среднехолмистым рельефом	27,4	72,2	26,6	63
Со среднехолмисто-грядовым рельефом	27,2	72,6	27,4	73
С крупнохолмистым рельефом	29,6	99,7	30,9	74
С крупнохолмисто-грядовым рельефом	28,2	71,4	27,8	71

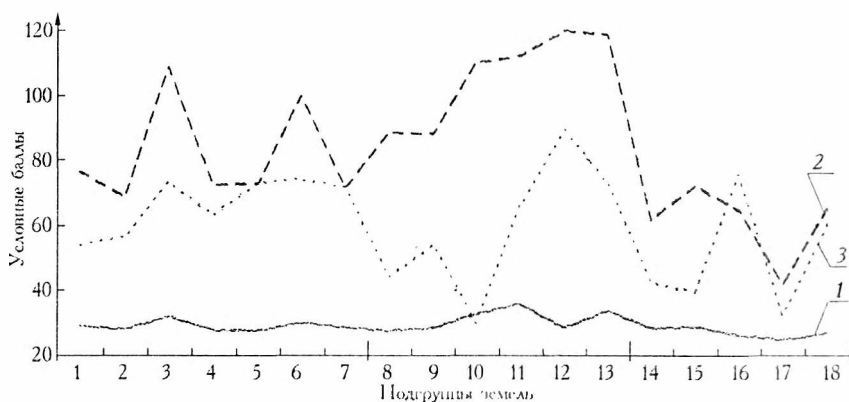


Рис. 2. Связь сельскохозяйственной освоенности земель с результатами кадастровой оценки:

1 – балл плодородия почвы (у. е.), 2 – нормативный чистый доход (у. е.), 3 – доля сельскохозяйственных земель. Подгруппы земель аналогичны рис. 1

На региональном уровне прослеживается тенденция к увеличению показателей нормативного чистого дохода, получаемого на сельскохозяйственных землях, по мере перехода геоморфологических условий от плоского (слаборасчлененного) типа к пологоволнистому (среднерасчлененному). С усложнением морфологического строения рельефа и переходом его к холмистому (сильнорасчлененному) типу величина нормативного дохода понижается. Особенно отчетливо это прослеживается на землях с мелкохолмистым рельефом. Такая же тенденция характерна и для другого показателя – балла плодородия почв. Исключением являются земли с крупнохолмистым рельефом, для которых свойственны максимальные отметки. Выявлена общая закономерность увеличения значений обобщающего балла кадастровой оценки для земель с пологоволнистым рельефом и уменьшения его

при преобладании холмистого (за исключением крупнохолмистого) и плоского типов рельефа.

С целью определения основных причин, оказавших воздействие на формирование современной территориальной структуры агроландшафтов проводился анализ границ сельскохозяйственных земель в пределах ключевых хозяйств, приуроченных к трем разновозрастным геоморфологическим областям: Белорусскому Поозерью, Белорусской гряде и Белорусскому Полесью.

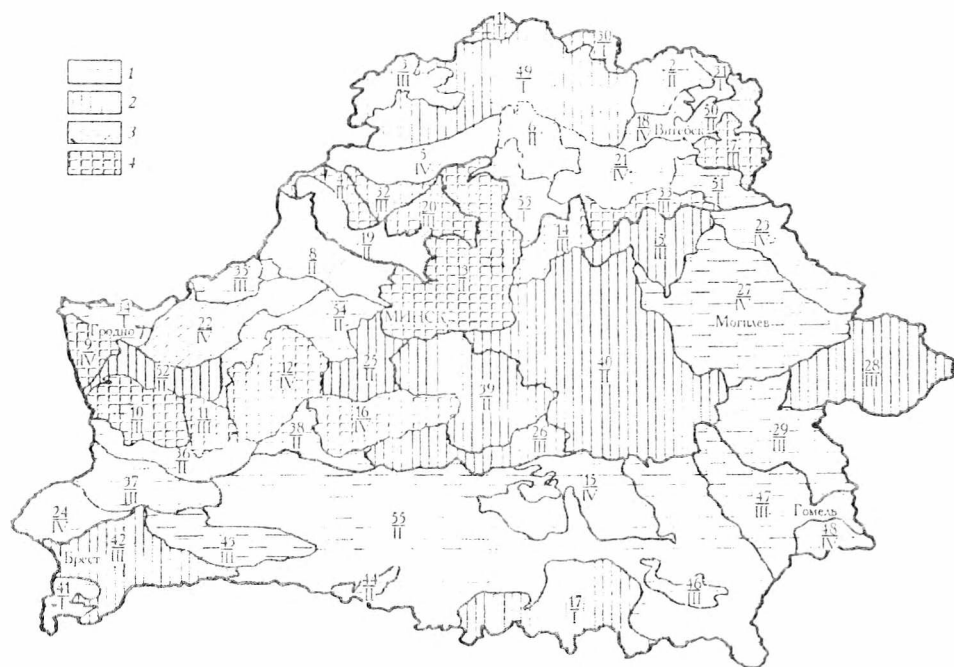


Рис. 3. Геоморфологическая оценка территории Беларуси по степени благоприятности аграрного использования и современной сельскохозяйственной освоенности.

1–17 – возвышенности краевой морены, 18–29 – равнины основной морены, 30–48 – равнины флювиогляциальной аккумуляции, 49–52 – равнины озерно-ледниковой аккумуляции, 53–55 – равнины озерно-аллювиальной аккумуляции. Доля земель: I – низкая (до 35,1 %), II – средняя (35,1–55,0 %), III – высокая (55,1–70,0 %), IV – очень высокая (более 70,0 %). Степень благоприятности условий рельефа: 1 – высокая (от 0 до 0,10), 2 – средняя (от 0,11 до 0,20), 3 – низкая (от 0,21 до 0,30), 4 – весьма низкая (более 0,30).

В результате оценки сельскохозяйственных угодий были выделены два типа границеформирующих факторов: организационно-хозяйственный (т. е. собственно антропогенный) и природный. Природный тип определялся по гранулометрическому составу почв, режиму их увлажнения и морфологии рельефа. При этом, если на каком-то отрезке граница угодий совпадала с одной из трех названных природных границ, то при ее установлении доминирующим являлся природный фактор. Природные границы были подразделены на семь подтипов: морфогенный, гидрогенный, литогенный, морфогидрогенный, морфолитогенный, морфогидролитогенный и гидролитогенный.

Результаты оценки показали: в пределах ключевых хозяйств организационно-хозяйственный тип границ сельскохозяйственных земель является преобладающим. Он доминирует во всех хозяйствах. Его доля составляет 62 % в совхозе «Оболь» Городокского района Витебской области и увеличивается до 84 % в совхозе «Голевичи» Калинковичского района Гомельской области.

О недостаточности учета природного фактора при формировании границ рабочих участков сельскохозяйственных земель в условиях средне- и сильно-расчлененного рельефа говорит тот факт, что только треть границ в той или иной мере коррелируют с природными условиями. При анализе распределения природных границ установлено: не существует одного четко

выраженного преобладающего природного типа. В то же время практически на всех участках присутствует гидрогенный тип границ. При сложившейся структуре угодий вторым по значимости природным фактором, оказавшим влияние на формирование границ сельскохозяйственных земель, является литогенный. Его доля составляет порядка 20 %. Результаты анализа указывают на то, что роль рельефа возрастает в совокупности с почвенным и гидрогенным факторами и составляет 15 % в совхозе «Оболь» и 11 % в совхозе «Советский» Минского района Минской области. Важно отметить, что увеличение роли геоморфологического фактора наблюдается с ростом густоты горизонтального расчленения территорий ключевых хозяйств.

В условиях полесского хозяйства (совхоз «Голевичи») единственным природным фактором, оказавшим влияние на формирование границ угодий, явился фактор увлажнения почв.

Таким образом, результаты исследований показали, что в условиях Беларуси организация аграрного природопользования основывается в большинстве случаев на экономических интересах, в то время как природные факторы учитываются не в полной мере, а в некоторых случаях и вовсе игнорируются.

1. Государственный земельный кадастр Республики Беларусь (по состоянию на 01 января 2002 г.). Мн., 2001.

2. Земля Беларуси. 2001 / И.М. Багдевич и др. Мн., 2002.

3. Геоморфологическая карта Белорусской ССР, масштаб 1: 500 000. Мн., 1988.

4. Ландшафтная карта Белорусской ССР, масштаб 1: 600 000. Мн., 1983.

5. Кадастровая оценка земель сельскохозяйственных предприятий и крестьянских (фермерских) хозяйств / Г.И. Кузнецов, Г.М. Мороз, Н.И. Смян и др. Мн., 2000.

Поступила в редакцию 11.06.2003.

Савелий Игнатьевич Кузьмин – кандидат географических наук, старший научный сотрудник НИП экологии ландшафтов географического факультета БГУ.

УДК 504.06(1-21):001.8

С.А. ГЕРАСИМОВИЧ, М.Н. БРИЛЕВСКИЙ

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ГЕОКОМПЛЕКСОВ МИКРОРАЙОНА ВЕСНЯНКА г. МИНСКА

The problem of geoeological estimation of urban territories was considering and the own method of the conduction of complex geoeological analysis was elaborating. The mechanism of the conduction of factorial analysis of the environmental condition was illustrated on the example of Viasnianka district of Minsk. The complex geoeological map was created as a result of science investigations and geochemical survey.

Основной целью геоэкологической оценки урбанизированных территорий является создание и сохранение оптимальных условий жизнедеятельности человеческого общества при минимальной трансформации окружающей среды. В настоящее время уже около половины населения Земли сосредоточено в городах, поэтому одной из основных задач современности становится обеспечение экономических, социальных и экологических прав горожан.

Особый интерес представляет комплексная геоэкологическая оценка крупных городов. Существует ряд разработок [1–3], однако единая методика отсутствует, следовательно, при геоэкологической оценке конкретной территории необходимо заново подбирать ее критерии и параметры.

Среди городов Беларуси особый интерес представляет столица – г. Минск – крупнейший мегаполис и индустриальный центр, где сосредоточена треть промышленного потенциала республики и проживает каждый шестой ее житель. Если комплексная геоэкологическая оценка г. Минска в целом уже проводилась [1, 2, 4, 5], то анализ экологического состояния от-

дельных микрорайонов – нет. В этой связи актуальна геоэкологическая оценка состояния микрорайонов, в которых, как правило, нет крупных промышленных и других предприятий, где проживает значительная часть минчан. Одним из таких микрорайонов является Веснянка – довольно крупный микрорайон с населением около 30 тыс. человек, развитой инфраструктурой, большим количеством строящихся объектов и новостроек (жилой комплекс Олимпийский, жилые массивы Ждановичи, Лебяжий) и перспективами быстрого расширения до границ Минской кольцевой автомобильной дороги в следующем десятилетии. Микрорайон отличается сравнительной удаленностью от городских пунктов геоэкологического мониторинга, близким расположением таких гигантов отечественной промышленности, как ОАО «Атлант» и Минский завод отопительного оборудования (МЗОО), и одним из самых высоких в городе показателем доли автостоянок на единицу площади. Огромное влияние на состояние окружающей среды оказывают железная дорога, ограничивающая микрорайон с юга, и такие оживленные транспортные магистрали, как ул. Тимирязева, Заславское шоссе и просп. Машерова.

Нами предложена методика комплексной геоэкологической оценки окружающей среды микрорайона Веснянка, разработанная на основе схемы Н.А. Капельщикова и В.Г. Кондратюка [6] и дополненная пунктами, связанными с местными особенностями территории и осуществлением параллельного картографирования данных анализа (рис. 1).



Рис. 1. Структурно-логическая схема комплексной геоэкологической оценки урбанизированных территорий (на примере микрорайона Веснянка)

Первоначально изучались природные условия и степень преобразованности территории. В геоморфологическом отношении микрорайон имеет довольно сложное строение. Южная периферийная часть характеризуется максимальными высотами. Наибольшая высота – 226,6 м – отмечена в районе, примыкающем к центральному участку ул. Леси Украинки. Здесь представлен типичный холмисто-эрозионный рельеф Минской возвышенности, преобладают четвертичные отложения моренного комплекса сожско-

го возраста. Рельеф местности в пределах жилых массивов преобразован коренным образом, первоначальный почвенный покров почти полностью разрушен и перекрыт насыпными песчаными грунтами. Северная часть микрорайона Веснянка занимает долину р. Свислочи, включая пойму и надпойменную террасу, сложенные преимущественно аллювиальными отложениями. Наиболее низкие участки – пойма р. Свислочи и район ул. Радужной с минимальной отметкой 196,5 м.

Территория между Академгородком АФВС и ул. Радужной была осушена 12 лет назад с целью создания рекреационной зоны. На мелиорированных землях сооружена спортивная площадка Детско-юношеского центра олимпийского резерва по футболу. На юге участка распространены дерново-подзолистые суглинистые почвы, на основной части – мелиорированные дерново-глееватые и торфяно-глеевые почвы, перекрытые мощным слоем насыпного грунта.

Нами построена ландшафтная карта, на которой выделены 8 видов ландшафтов, объединенных в 4 рода: холмисто-моренно-эрозионный (юго-запад микрорайона), моренно-эрозионный (юго-восток), водно-ледниковый (северо-запад), нерасчлененных речных долин (северо-восток).

Учитывая степень преобразованности природных комплексов, различное функциональное использование городских территорий, а следовательно, и различную степень воздействия на окружающую среду, в условиях урбанизированных территорий объектами геоэкологической оценки должны быть не природные ландшафты, а природно-антропогенные геокомплексы.

Проведенное функциональное зонирование территории микрорайона Веснянка позволило выделить 4 зоны, которые по особенностям использования, природным и техногенным условиям были разделены на 17 геокомплексов (таблица).

Начальным этапом любого геоэкологического анализа является пофакторная оценка состояния отдельных природных компонентов: воздушного бассейна, поверхностных вод, почвенного покрова и растительности. При этом приоритет следует отдавать геохимической оценке сред, учитывающей естественную дифференциацию территории, отражающей изменения параметров, влияющих на формирование геохимической обстановки и миграцию элементов, выявляющей степень концентрации элементов в различных компонентах и средах, характеризующей интенсивность техногенеза.

Состояние природной среды определяется санитарно-гигиеническими показателями. Наибольший интерес представляют вещества, выброс, распространение и загрязнение которыми носит массовый характер, а также токсичные соединения. Основными показателями при характеристике степени загрязнения среды являются предельно допустимые концентрации (ПДК) и предельно допустимые выбросы (ПДВ), однако последние не отражают в полной мере территориальной дифференциации загрязнения, поэтому для геоэкологической оценки применялись ПДК, т. е. концентрации, не оказывающие прямого или косвенного вредного воздействия на экологического реципиента.

Показателем геоэкологического состояния воздушного бассейна в городах является индекс загрязнения атмосферы (ИЗА). Данные наблюдений на стационарной станции мониторинга атмосферного воздуха СС № 4 и для МЗОО показывают, что показатели ИЗА меняются на территории микрорайона от 2,8 на юго-востоке, что соответствует классу слабозагрязненной атмосферы, до 0,8 на северо-западе – класс чистой атмосферы. Наибольшее влияние на величину ИЗА оказывают формальдегид и оксид углерода, поступающие от передвижных источников. Содержание формальдегида в районе транспортных магистралей и в прилегающих зонах зависит от интенсивности движения, скорости и плотности автомобилепотока. Так, для наи-

Геоэкологическая оценка геокомплексов микрорайона Веснянка

Геокомплекс	ИЗА, балл	ИХЗА, балл	Z _с , балл	K _{пл} , балл	ИГУ, балл	ЭУ, балл	ПХЗ вод, балл	СД, балл	Итого
1. Комплекс индивидуальной застройки Пионерский поселок на волнистой водно-ледниковой равнине	1	1	1	1	1,5	1,5	–	2	9
2. Академгородок АФВС на спланированной холмисто-моренно-эрозионной возвышенности	1	1	1,5	1	1	1,5	–	1	8
3. Рекреационный комплекс Радужный на пологой водно-ледниковой равнине с парковой растительностью	1	1,5	1,5	0	2	1,5	+1	2	10,5
4. Жилой комплекс Олимпийский на спланированной холмисто-моренно-эрозионной возвышенности	1	1,5	1,5	2	1	2	–	2	11
5. Комплекс индивидуальной застройки и общественного назначения Глинище с измененным холмисто-моренно-эрозионным рельефом	1	1,5	2	0,5	1	1,5	–	1	8,5
6. Зона влияния железной дороги на спланированной холмисто-моренно-эрозионной возвышенности	2	2	2	2	1	2	–	2	13
7. Жилой массив Веснянка-1 на волнистой водно-ледниковой сильнотрансформированной возвышенности	2	2	1,5	2	1	2	–	2	12,5
8. Жилой массив Веснянка-2 на преобразованной моренной среднехолмистой возвышенности	1	1,5	2	2	2	2	–	2	12,5
9. Рекреационный комплекс Дрозды на холмисто-моренно-эрозионной возвышенности	1	1,5	1,5	0	2	1	–1	1	7
10. Рекреационный комплекс Дрозды на плоской флювиогляциальной равнине	1	2	2	0	2	1	–	1	9
11. Рекреационный комплекс Дрозды на волнистой камово-моренной возвышенности	1	2	1	0	2	1	–	1	8
12. Рекреационный комплекс Дрозды на плоской пойме	2	2,5	1,5	0	1	1	–	1	9
13. Спортивная площадка ДЮЦОР на сглаженной водно-ледниковой равнине с культурным газоном	1	1,5	2	1	2	2	–	2	11,5
14. Автостоянка на спланированной холмисто-моренно-эрозионной возвышенности	2	1,5	2	2	2	2	–	2	13,5
15. Кладбище на останцовом моренном холме под реликтовым хвойным лесом	1	1,5	1,5	0	1	1	–	2	8
16. Мемориал ВОВ на холмисто-моренно-эрозионной возвышенности под реликтовым хвойным лесом	1	1	2	0,5	1	1	–	2	8,5
17. Зона отдыха Радужная на моренном холме с широколиственным лесом	1	1,5	2	0	1	1	–	1	7,5

более оживленной транспортной артерии – ул. Орловской и расположенной возле нее АЗС кратность ПДК для формальдегида достигает 5, ул. Тимирязева и просп. Машерова – 4, ул. Радужной и Нарочанской – 3 при фоновом показателе 1,4. Таким образом, юго-восточный участок территории микрорайона Веснянка характеризуется слабозагрязненной атмосферой, а участок, прилегающий к ул. Орловской, – даже загрязненной атмосферой, на остальной территории – условно чистый.

На состояние воздушного бассейна микрорайона Веснянка значительное влияние оказывают выбросы токсичных веществ – специфических загрязнителей ОАО «Атлант»: бутилацетата (4 класс опасности), сольвента (класс ОБУВ), ацетальдегида (3 класс опасности). На исследуемой территории содержание сольвента превышает ПДК в 5,5–2 раза, ацетальдегида – в 3,5–1,5, бутилацетата – в 3,8–1 раз. Для оценки суммарного загрязнения воздушного бассейна микрорайона Веснянка введен показатель индекса химического загрязнения атмосферы (ИХЗА₃). По результатам исследований и анализа карт рассеивания специфических загрязнителей Минского завода холодильников (МЗХ) было установлено, что атмосферный воздух восточной части района, находящейся в непосредственной близости от санитарной зоны МЗХ, имеет показатели загрязненной атмосферы, а западной – слабозагрязненной.

Оценка состояния поверхностных вод микрорайона Веснянка и прилегающей территории проводилась по результатам геохимической съемки 2000–2001 гг. Были исследованы 7 водоемов: р. Свислочь, кл. Криничка, руч. Радужный и Дрозды, пруды Радужный, Крупцы, Пионерский, для которых определен показатель химического загрязнения (ПХЗ). Выявлено, что малые водоемы и р. Свислочь в пределах исследуемой территории относятся к классу условно чистых водоемов, хотя далее по течению река считается умеренно загрязненной. Среди малых водоемов наиболее чистыми водами характеризуются руч. Дрозды и кл. Криничка (ПХЗ₅ – до 0,25), максимальное же загрязнение отмечено для пруда Радужный.

Превышение ПДК в малых водоемах микрорайона Веснянка было установлено только по БПК₅ (пруды Радужный и Крупцы) и по растворенному кислороду (кл. Криничка). Наиболее чистыми водами характеризуется руч. Дрозды (ПХЗ₅ – 0,26), максимальное же загрязнение отмечено для пруда Радужный. Установлены большие показатели загрязнения водоемов, чем водотоков.

Оценка состояния почвенного покрова микрорайона Веснянка проводилась по результатам детальной почвенно-геохимической съемки, выполненной ИПИПРЭ НАН Беларуси совместно с Центром радиационного контроля и мониторинга природной среды Госкомгидромета, дополнительных полевых исследований авторов. Был рассчитан суммарный показатель загрязнения почв Z_c , который дифференцируется на территории микрорайона следующим образом: зона влияния железной дороги, жилой массив Веснянка-2 и центральная часть рекреационной зоны Дрозды относятся к наиболее загрязненным территориям ($Z_c=4-6$ и более). Академгородок АФВС, рекреационная зона Радужная, периферийные участки рекреационной зоны Дрозды и большая часть жилого массива Веснянка-1 имеют слабую степень загрязнения ($Z_c=2-4$). Большую часть Пионерского поселка и северо-восточный участок рекреационной зоны Дрозды можно отнести к условно чистым территориям ($Z_c<2$).

Основным показателем экологического состояния древостоя является степень дефолиации (СД). Содержание тяжелых металлов в листве и опаде наиболее чистой рекреационной зоны Дрозды незначительно – СД менее 10. Довольно высокое содержание загрязняющих веществ зафиксировано в деревьях, растущих в придорожной полосе просп. Машерова и ул. Тимиряз-

зевы, что обусловлено интенсивностью движения транспорта. Степень дефолиации здесь, как и в жилом массиве Веснянка, не превышает 10. Сравнительно высока степень дефолиации в переспелых хвойных сообществах кладбищ.

Для комплексной геоэкологической оценки состояния любой территории важным этапом является определение ее устойчивости – способности сохранять структуру под воздействием возмущающих внешних и внутренних факторов. Для геокомплексов микрорайона были определены показатели экологической (ЭУ) и инженерно-геологической устойчивости (ИГУ). Установлено, что наиболее уязвимыми являются прилегающие к р. Свислочи пойменные участки, что связано как со слабой природной устойчивостью аллювиальных почв, так и с интенсивной миграцией загрязнителей с более высоких гипсометрических ярусов. Примерно такие же характеристики имеют и мелиорированные земли. Большой инженерно-геологической устойчивостью обладают геокомплексы с моренной геолого-геоморфологической основой.

Покомпонентные оценки составили общую картину комплексного геоэкологического состояния среды микрорайона Веснянка. Учитывая разную значимость показателей, наиболее оптимальным для определения интегрального показателя является метод балльной оценки. Все геокомплексы микрорайона дифференцировались на 3 группы по состоянию окружающей среды: благоприятная (до 10 баллов), удовлетворительная (10–12 баллов) и относительно неблагоприятная (более 12 баллов) (рис. 2, таблица).

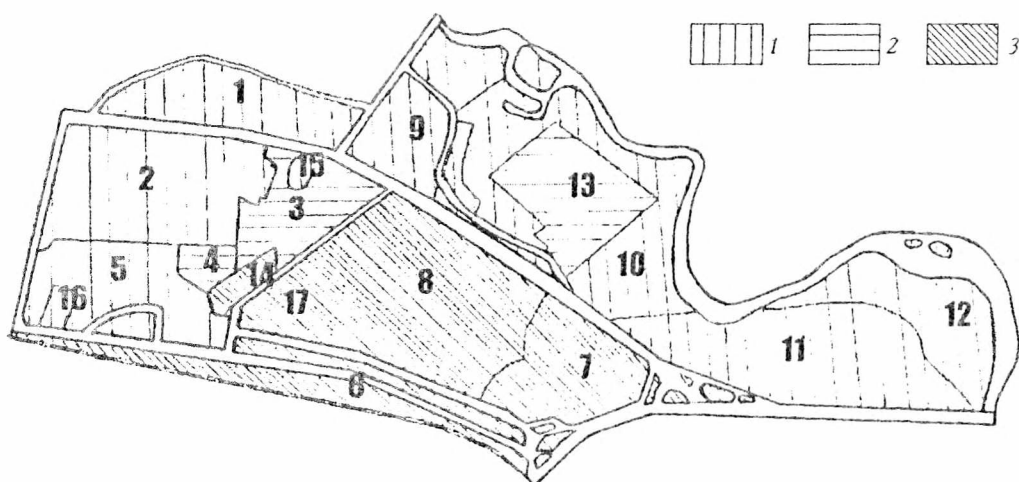


Рис. 2. Состояние природной среды геокомплексов микрорайона Веснянка:
1 – благоприятное, 2 – удовлетворительное, 3 – относительно неблагоприятное.
Обозначения геокомплексов соответствуют таковым в таблице

Наиболее благоприятная геоэкологическая ситуация сложилась на севере и западе микрорайона, удовлетворительная – в зоне отдыха Радужная, на спортивной площадке ДЮЦОР и в жилом комплексе Олимпийский. Для жилого массива Веснянка и зоны влияния железной дороги характерно относительно неблагоприятное состояние окружающей среды, что в первую очередь связано с неблагоприятной геохимической обстановкой на территории данных геокомплексов. Экстремальными геоэкологическими условиями характеризуется автостоянка, где загрязнению подвергнуты все составляющие геокомплекс компоненты. Более благоприятная ситуация в жилом комплексе Олимпийский обусловлена относительно молодым его возрастом и выгодным положением с точки зрения геоэкологической устойчивости. Наоборот, низкая устойчивость мелиорированных земель зоны отдыха Радужная и высокий антропогенный прессинг явились причиной наи-

более тревожной ситуации среди всех рекреационных зон микрорайона. В целом наблюдается четкая корреляция между состоянием окружающей среды геокмплекса и его удаленностью от крупных промышленных предприятий, расположенных у границ исследуемого участка. Такая тенденция подтверждается и данными анализа медико-демографической ситуации.

По сравнению с другими районами г. Минска микрорайон Веснянка характеризуется благоприятными геоэкологическими условиями, особенно в зоне отдыха Дрозды. Уже сейчас она относится к крупнейшим рекреационным зонам г. Минска.

1. Гурьянова Л.В., Марцинкевич Г.И. Городские ландшафты: экологическое состояние и оценка для ГИС-среды. Мн., 1990.

2. Елизарова Л.В. Экологические проблемы города Минска и пути их решения. Мн., 1996.

3. Заиканов В.Г. // Теоретические и прикладные проблемы геоэкологии. Мн., 2001. С. 143.

4. Информационно-аналитический бюллетень о состоянии природной среды города Минска и пригородов по данным мониторинга. III квартал 1997 г. / Под общ. ред. А.И. Вострокнутова, И.И. Матвеевко. Мн., 1997.

5. Состояние окружающей среды и природопользование в городе Минске / Под ред. А.Н. Боровикова и др. Мн., 2000.

6. Капельщикова Н.А., Кондратюк В.Г. // Геоэкологическое картографирование Беларуси: состояние и перспективы. Мн., 1994. С. 8.

7. Фалалеева М.А. // Теоретические и прикладные проблемы геоэкологии. Мн., 2001. С. 181.

Поступила в редакцию 28.05.2003.

Сергей Анатольевич Герасимович – аспирант кафедры географической экологии. Научный руководитель – М.Н. Брилевский.

Михаил Николаевич Брилевский – кандидат географических наук, доцент кафедры географической экологии.

УДК 911.3:339.9

Г.Р. ПОТАЕВА

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНОВ США

In this article are shown the differences of the macro economical dynamics in the United States of America, the regional structure of industry and agriculture and its geographical organization, based on methodic of US Bureau of the Census, Department of Commerce (Northeast, Midwest, South and West). Here are shown the differences of the economical dynamics in the regions and groups of states.

Современное состояние развития мировой экономики характеризуется динамичными показателями: высокими темпами роста валового внутреннего продукта, быстрым увеличением заработной платы, уменьшением безработицы, расширением международной торговли.

Ведущие позиции в современном мировом хозяйстве занимают Северная Америка (США и Канада) и Западная Европа, которые имеют примерно равные доли в мировом валовом внутреннем продукте (ВВП) – 21–22 %. Эти два региона были и остаются главными мировыми структурами. США в настоящее время вышли на рекордный уровень экономического развития, страна занимает второе место после Люксембурга в мире по показателю ВВП на душу населения [1]. В структуре мировой торговли удельный вес США также наиболее высок – примерно 21 % (20,8 и 21,2 % в торговле товарами и услугами соответственно). На долю США приходится 40 % мировых затрат на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, а в общем объеме экспорта наукоемкой продукции их доля достигает 20 %.

США имеют активные международные экспортно-импортные связи. Страна значительно увеличила экспорт высокотехнологичной продукции, вместе с тем вырос также ее импорт. Все возрастающая производственная

активность привела к росту импорта потребительских товаров. Инвестиционная активность одновременно способствовала увеличению ввоза инвестиционных товаров [2]. Существенно увеличился импорт автомобилей, моторов, запасных частей к автомобилям (табл. 1).

Таблица 1

География внешней торговли США в 1999 г., млн долл.

Регионы и страны	Сальдо торгового баланса	Экспорт	Импорт
Северная Америка	-30 983,2	223 155,2	254 138,4
Южная и Центральная Америка	9 324,2	63 021,1	53 696,9
Европейский союз (Западная Европа)	-16 754,5	140 773,4	157 527,8
Другие страны Западной Европы	-818,5	14 610,5	15 429,0
Восточная и Центральная Европа	-594,3	7 888,6	8 482,9
В том числе бывший СССР	-159,4	5 190,8	5 350,1
Восточно-Азиатские и Тихоокеанские страны	-121 627,4	193 740,4	315 367,7
В том числе НИС Азии	-7 938,9	78 225,1	86 164,0
Южная Азия	-7 888,0	5 299,6	12 187,5
Ближний Восток	524,6	20 927,1	20 402,5
Африка	-21 671,5	19 766,5	41 438,0
Всего	-181 488,2	689 182,4	870 670,7

Примечание. Рассчитано по: World Almanac, 2001.

В значительной степени эффективное руководство экономикой такой огромной страны (четвертое место в мире по размерам территории и третье – по количеству населения) и координация деятельности ее отдельных территориальных единиц достигаются за счет обоснованного районирования. История формирования территории страны, разное время вхождения отдельных ее частей в состав Соединенных Штатов, многонациональность и многорасовость, различия в физико-географических условиях и динамике промышленного и сельскохозяйственного развития, четко выделяемая специализация отдельных штатов и их групп позволяют говорить о чрезвычайной важности экономико-географического изучения этой страны через призму экономических районов. На основании предложения Бюро цензов при Министерстве торговли США (US Bureau of the Census, Department of Commerce) принято двухступенчатое районирование: выделяются 4 экономических района и 9 групп штатов вместо устаревшего трехчленного районирования – промышленный Север, бывший рабовладельческий Юг и колонизируемый Запад [3, 4].

В настоящее время территория подразделяется на Северо-Восток (всего 4,6 % площади страны, выделяются группы штатов Новая Англия и Среднеатлантические); Средний Запад (21 % площади, группы штатов Северо-Восточный центр и Северо-Западный центр); Юг (почти 25 % территории, выделены 3 группы штатов: Южноатлантические, Юго-Восточный центр и Юго-Западный центр); а также самый крупный район, занимающий вместе с Аляской практически половину территории страны – Запад (49,5 % площади, Горные и Тихоокеанские штаты) (табл. 2).

Следует отметить дифференциацию в площади штатов разных экономических районов. В целом прослеживается тенденция к ее увеличению в направлении с востока на запад. Средняя площадь различается более чем в 10 раз: от 27 тыс. км² в Новой Англии (самые маленькие по площади штаты Род-Айленд – 2 706 км² и Коннектикут – 12 550 км²) до 277 тыс. км² в относительно безлюдных Тихоокеанских штатах (и это без учета площади в почти 1,5 млн км² обособленного штата Аляска). В группе Юго-Западного центра находится второй по величине штат США – Техас, занимающий 678,4 тыс. км², что больше площади любого европейского государства (за исключением России). Следует отметить, что в значительной степени победу на выборах нынешнего президента США Джорджа Буша обеспечила успешная деятельность в качестве губернатора этого штата.

Характеристика экономических районов и групп штатов

Экономические районы и группы штатов	Площадь, км ²	Количество штатов	Средняя площадь штатов, тыс. км ²	Население, тыс. чел.		
				1900 г.	1950 г.	1999 г.
СЕВЕРО-ВОСТОК (NORTHEAST)	420 290	9	47	21 046,7	39 477,9	51 830,0
Новая Англия (New England)	162 682	6	27	5 592,0	9 314,4	13 495,9
Среднеатлантические штаты (Middle Atlantic)	257 608	3	86	15 454,7	30 163,5	38 334,0
СРЕДНИЙ ЗАПАД (MIDWEST)	1 950 888	12	163	26 333,1	44 460,8	63 269,2
Северо-Восточный центр (East North Central)	630 766	5	126	15 985,6	30 399,4	44 442,1
Северо-Западный центр (West North Central)	1 320 122	7	189	10 347,5	14 061,4	18 827,1
ЮГ (SOUTH)	2 256 572	17	141	24 523,6	47 198,0	96 472,6
Южноатлантические штаты (South Atlantic)	690 022	9	86	10 433,3	21 183,3	49 564,1
Юго-Восточный центр (East South Central)	462 605	4	116	7 547,8	11 477,1	16 582,8
Юго-Западный центр (West South Central)	1 103 945	4	276	6 532,5	14 537,6	30 325,6
ЗАПАД (WEST)	4 538 392	12	255	4 308,8	20 190,1	61 150,1
Горные штаты (Mountain)	2 219 424	8	277	1 674,5	5 075,2	17 127,5
Тихоокеанские штаты (Pacific)	2 318 968	5	210	2 634,3	15 114,9	44 022,6
Всего (Total USA)	9 166 142	50	170	76 212,2	151 325,8	272 690,8

Примечание. Рассчитано по: World Almanac, 2001; US Bureau of the Census; Web: www.census.gov; * без штата Аляска.

Степень освоённости территории отражает численность населения экономических районов, а в совокупности с анализом динамики ее увеличения свидетельствует об общей тенденции развития отдельных регионов [4, 5]. Плотность населения районов увеличивается по направлению из центра страны к побережьям, прежде всего к Атлантическому океану и Мексиканскому заливу, а со второй половины XX в. – и к Тихоокеанскому побережью.

Социально-экономические показатели развития отдельных районов и групп штатов отражают общие направления развития экономики страны. В период 1990–2000 гг. в целом для США были характерны высокие темпы роста основных показателей. Увеличение ВВП произошло в значительной мере за счет стремительного повышения расходов на потребление, темп которого был самым высоким с 1985 г. Одновременно существенно ускорился рост вложений в производственную сферу, возросли инвестиции в жилищное строительство. Интенсивный экономический подъем обусловил дальнейшее улучшение ситуации с занятостью населения: уровень безработицы опустился до самой низкой отметки за последние тридцать лет – 3,9 %. Прирост ВВП в 2000 г. составил 4,4 % [6].

Анализ социально-экономических показателей, характеризующих развитие населения в разрезе экономических районов и групп штатов за последние 20 лет XX в. показывает, что наиболее быстрыми темпами доходы населения росли в штатах Северо-Востока и некоторых штатах Юга и Запада [5, 6]. Анализ свидетельствует о значительной дифференциации групп штатов по уровню получаемых годовых доходов – от 20 900 долл. в Западной Виргинии (Южноатлантические штаты) до 39 200 долл. в штате Коннектикут (Новая Англия, Северо-Восточный экономический район). Выше среднего по стране уровень доходов населения в 18 штатах, относящихся преимущественно к Северо-Востоку (за исключением только штата Мэн) и отчасти Западу. В целом выше средних показателей по стране доходы жителей только трех групп штатов: Новой Англии и Среднеатлантических штатов (Северо-Восток) и Тихоокеанских штатов (Запад). Полярными по уровню доходов являются Южноатлантические штаты – здесь доходы колеблются от самых низких по стране (Западная Виргиния) до одних из самых высоких

в прибрежных штатах Мэриленд и Делавэр, причем средние значения по стране составляют 28,5 тыс. долл. В значительной степени на уровень доходов по штатам влияют квалификация занятого населения и расовый состав (табл. 3). Штаты Юга имеют высокий удельный вес чернокожего населения; выходцы из стран Азии (в том числе высококвалифицированная и высокоорганизованная рабочая сила из Японии, Китая) концентрируются в Тихоокеанских штатах (табл. 3).

Таблица 3

**Характеристика экономических районов и групп штатов
по уровню доходов и основным группам населения**

	Численность населения в 1999 г., тыс. чел.	Доходы на 1 чел.*, тыс. долл.	Собственники домов**, %	Основные группы населения***, %			
				белые	афро-американцы	азиаты	индейцы
СЕВЕРО-ВОСТОК	51 829	33,147	61,3	82,8	11,0	2,6	0,2
Новая Англия	13 495	34,262	63,1	91,1	4,7	1,7	0,2
Среднеатлантические штаты	38 334	32,755	60,7	79,9	13,3	3,0	0,2
СРЕДНИЙ ЗАПАД	58 466	27,999	68,1	94,3	1,6	0,4	0,3
Северо-Восточный центр	44 442	28,301	67,6	85,1	11,4	1,4	0,4
Северо-Западный центр	18 827	27,285	69,2	91,9	5,1	1,1	1,1
ЮГ	96 472	26,344	66,1	76,8	18,4	1,3	0,6
Южноатлантические штаты	49 564	27,780	66,8	76,7	20,4	1,4	0,4
Юго-Восточный центр	16 582	24,136	69,6	79,4	19,6	0,5	0,3
Юго-Западный центр	30 325	25,203	63,2	75,5	14,5	1,6	1,2
ЗАПАД	61 150	28,736	59,1	76,3	5,3	7,4	1,8
Горные штаты	17 127	26,500	64,2	86,0	2,8	1,6	3,5
Тихоокеанские штаты	44 022	29,607	57,0	72,5	6,2	9,7	1,2
Всего	272 690	28,518	64,2	80,3	12,1	2,9	0,8

Примечание. Рассчитано по: *World Almanac, 2001; U.S. Department of Commerce, Bureau of Economic Analysis. Web: www.bea.doc.gov/bea/regional/spi/; **World Almanac, 2001; U.S. Bureau of the Census. Web: www.census.gov/; ***State rankings 1994, Lawrence, KS 66044.

Распределение сельскохозяйственного производства в США также тесно связано с природными условиями и историей освоения территории. В табл. 4 представлены основные показатели сельскохозяйственного производства по группам штатов и экономическим районам в целом. Производство зерна сконцентрировано в основном на севере страны – в штатах экономического района Средний Запад (штаты Айова и Иллинойс собирают более 50 млн т кукурузы каждый), а также в штатах Юга (Сев. Каролина – 15 млн т) [5, 7]. Производство картофеля концентрируется в настоящее время в Горных и Тихоокеанских штатах на Западе. Животноводство наиболее развито в группе штатов Северо-Западный центр, среди которых штаты Канзас и Небраска имеют поголовье крупного рогатого скота более 7 млн голов каждый.

Наиболее интенсивно развивающейся частью Соединенных Штатов Америки является высокоурбанизированный регион, который находится на северо-востоке США. В 1961 г. французский географ профессор Ж. Готтман назвал его Мегалополисом [2]. Регион сформировался вдоль северо-восточного побережья США за счет последовательного слияния крупных независимых районов-метрополий общей протяженностью 800 км. По мере того как его население росло, урбанизация выплескивалась за границы городов, охватывая маленькие поселки.

Мегалополис – сплошная урбанизированная зона на пространстве от южного Нью-Хэмпшира и северного Массачусетса до границ Южноатлантических штатов. В разной степени городской тип занятости населения охватывает миллионы живущих здесь людей. Однако Мегалополис включает в себя множество зеленых островков – это парки и другие места отдыха; кроме того, свыше 3 млн гектаров земли отдано под сельскохозяйственные угодья.

Производство сельхозпродукции по экономическим районам и группам штатов в 2001 г.

Экономические районы и группы штатов	Виды сельскохозяйственной продукции по отраслям						
	Земледелие					Животноводство	
	Кукуруза, тыс. т	Пшеница, тыс. т	Хлопок, тыс. т	Картофель, тыс. т	Табак, тыс. т	Крупный ро- гатый скот, тыс. голов	Свиньи, тыс. голов
СЕВЕРО-ВОСТОК	6 755,0	1 092,0	534,5	1 370,7	10,0	2 006	7 945
Новая Англия	0,0	422,5	315,7	855,8	2,9	936	5 368
Среднеатлантические штаты	6 755,0	669,5	218,8	514,9	7,1	1 070	2 577
СРЕДНИЙ ЗАПАД	289 816,1	44 453,8	79,0	5 220,5	277,8	19 953	74 077
Северо-Восточный центр	117 576,1	7 259,6	0,0	2 260,8	17,8	3 257	17 160
Северо-Западный центр	172 239,9	37 194,2	79,0	2 959,7	260,0	16 696	56 917
ЮГ	38 170,7	20 796,8	1 911,2	869,4	415,1	7 856	16 455
Южноатлантические штаты	19 505,5	5 449,8	459,0	613,2	143,5	728	9 353
Юго-Восточный центр	8 838,9	1 770,5	242,8	35,4	271,6	279	2 621
Юго-Западный центр	9 826,3	13 576,6	1 209,5	220,8	0,0	6 849	4 481
ЗАПАД	9 238,8	23 532,9	479,0	14 210,3	0,0	5 650	2 552
Горные штаты	6 882,3	14 600,8	153,5	8 170,3	0,0	3 673	114
Тихоокеанские штаты	2 356,5	8 932,1	325,5	6 040,0	0,0	1 977	2 438
Всего	343 980,6	89 875,5	3 003,7	21 670,9	702,9	35 465	101 029

Примечание. * Рассчитано по: World Almanac, 2001; U.S. Department of Agriculture, National Agricultural Statistics Service. Web: www.usda.gov/nass

Несмотря на такой смешанный характер Мегалополиса, именно весомая урбанистическая составляющая региона делает его столь важным для США. Из 46 городов, имеющих население свыше 1 млн человек, 10 размещены на территории Северо-Востока и входят в Мегалополис: Лоренс, Бостон, Провиденс, Хартфорд, Нью-Хейвен, Бриджпорт, Нью-Йорк, Бетлехем, Филадельфия, Балтимор, а также Вашингтон (округ Колумбия), который примыкает к этой цепочке городов. В регионе проживает 17 % населения США на площади, составляющей всего лишь 1,5 % территории страны [3].

Средний доход на душу населения здесь выше среднего по стране в силу того, что высока доля «белых воротничков» и лиц свободных профессий. Поскольку регион расположен на побережье, примерно 40 % всех коммерческих международных авиапассажирских потоков зарождаются в Мегалополисе, почти 30 % американского торгового экспорта проходит через 6 основных его портов.

Решающее значение для развития региона имело расположение ключевых городов и сельскохозяйственных районов внутри страны. Филадельфия и Балтимор быстро разрастались потому, что были центрами соответствующих крупных регионов с развитым сельскохозяйственным производством. Пути сообщения с внутренними районами способствовали развитию городов – центров торговли. Развитие же четырех других крупных городов вместе со множеством городов поменьше, что протянулись вдоль оси Мегалополиса, в значительной степени определялось экономическим фактором. К началу XX в. совокупные экономические ресурсы этих городов с примыкающими к ним внутренними областями страны достигли величины, соотносимой с ресурсами остального континента.

На всем пространстве Мегалополиса именно урбанистические формы и функции придают данной территории четкое региональное единство. Плотность населения в Мегалополисе весьма велика – 305 человек на 1 км². Этот показатель на периферии региона составляет лишь 10–20 % от средней величины и возрастает по мере приближения к городам, достигая крайне высоких значений на подступах к городу. Так, в Нью-Йорке плотность населения составляет свыше 22 660 человек на км².

Расселение городских жителей за пределами городов наложило отпечаток на деятельность сельского населения в районе Мегалополиса. С ростом городского населения увеличивалась потребность в продуктах питания, поступающих из сельских районов. Ряд культур, выращиваемых интенсивными методами, заняли главенствующее место в сельском хозяйстве региона.

По мере того как на землях, примыкающих к городу, плотность населения увеличивалась, а экономическая деятельность приобретала все более интенсивный характер, росла и цена на землю. Так, ферма площадью 60 га, приобретенная 10 лет назад в качестве сельскохозяйственных угодий за 20 тыс. долл., сегодня может быть продана под строительство за 1 млн. А покупатель, разделив эту землю на 250 участков по 0,2 га, проведя коммуникации и распланировав улицы, может продать каждый участок по 25 тыс. долл., т. е. в общей сумме за 6,25 млн долл.

В целом региональная структура США постоянно усложняется, отражая динамичные процессы развития экономики этой страны.

1. Доклад о развитии человека за 2002 г. Нью-Йорк, 2002.
2. Социально-экономическая география зарубежного мира. М., 2001.
3. World Almanac 1999. New York, 2001.
4. Официальный сайт Бюро Цензов при Министерстве торговли США: www.census.gov
5. World Almanac 2001. New York, 2002.
6. Официальный сайт Бюро экономического анализа Министерства торговли США: www.bea.doc.gov/bea/regional/spi
7. Официальный сайт Министерства сельского хозяйства США: www.usda.gov/nass

Поступила в редакцию 18.06.2003.

Галина Ромуальдовна Потаева – кандидат географических наук, доцент кафедры экономической географии зарубежных стран.

УДК 338.45(476)+338:91

В.В. НЕКРИШ, И.А. ГОРЕВА, Н.В. ЖДАНОВСКАЯ

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ БЕЛАРУСИ: ТЕНДЕНЦИИ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ

The processes of transition period influenced negative on providing of citizens by food and on effective development of food branch. By beginning of 21 century the deciding of economic crisis problem allows to provide suistable growth of food producing.

Пищевая промышленность Беларуси представлена 20 подотраслями, 2750 предприятиями, из которых 520 – на самостоятельном балансе. В отрасли занято около 127 тыс. человек промышленно-производственного персонала, вырабатывается свыше 18 % общего объема промышленной продукции республики. Ведущее место в индустрии занимают мясная и молочная отрасли, удельный вес которых достигает 50 %.

В развитии пищевой промышленности за период с 1991 по 2001 г. произошли значительные изменения. В годы кризисного состояния экономики (1991–1995 гг.) проявилась тенденция спада производства. Общий объем продукции в сопоставимых ценах в 1995 г. снизился в 1,7 раза по сравнению с 1990 г. Производство основных видов продукции уменьшилось в 2–4, а по отдельным видам – в 6 и более раз.

В 1996–2001 гг. благодаря государственной поддержке отдельных отраслей (сахарной, масло-жировой, производства продуктов детского питания), проводимой реструктуризации предприятий и адаптации их к рыночным условиям, обновлению ассортимента, совершенствованию управления удалось обеспечить стабилизацию и рост производства продукции. В 2001 г. по сравнению с 1995 г. общий объем продукции пищевой промышленности вырос в 2,1 раза, что позволило уже в 1999 г. по данному показателю превысить уровень 1990 г. (рис. 1). В 1996–2001 гг. производство колбасных изделий увеличилось на 10,4 %, цельномолочной продукции – на 20, сахара-песка из сахарной свеклы – на 29 %, сыра жирного – в 1,9 раза, масла растительного – в 2,7 раза. Возрос также выпуск консервов, кондитерских изделий, шампанского, безалкогольных напитков, продуктов детского пита-

ния и др. Однако в 2001 г. производство основных видов продукции – мяса и субпродуктов I категории, колбасных изделий, масла животного, цельномолочной продукции, сыра жирного, масла растительного, консервов – было ниже уровня 1990 г.

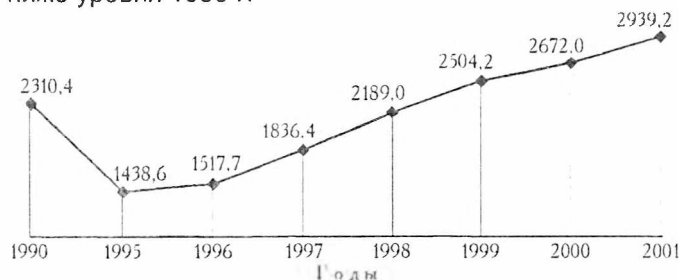


Рис. 1. Динамика производства продукции пищевой промышленности (в сопоставимых ценах 2001 г.), млрд р.

Более выраженным в этот период стал ассортиментный сдвиг. С учетом возрастающего спроса населения увеличился выпуск новых видов продуктов, обладающих лечебными свойствами, детского, диетического питания, полуфабрикатов с высокой степенью

готовности к употреблению, соков, напитков, мороженого. Расширился ассортимент молочной продукции за счет более полного использования вторичных ресурсов отрасли (обезжиренного молока, пахты, молочной сыворотки). Ведется работа по усовершенствованию йогуртов, десертных творожных паст, напитков из молочной сыворотки с соками, рыбных консервов, расширению ассортимента хлебобулочных изделий. Белорусским научно-исследовательским и конструкторско-технологическим институтом мясной и молочной промышленности разработаны технологии и уже налаживается производство новых видов мясных и молочных продуктов – гомогенизированных и пюреобразных консервов для детей раннего возраста, масла сливочного «Столичное», сливочно-растительного «Купаловское», сыра мягкого «Южный», крема молочного «Аленушка» с использованием заменителей молочного жира и др.

Увеличение объемов производства улучшило продовольственное обеспечение населения страны, но не решило задачу существенного обеспечения продуктами питания на душу населения и достижения по этому показателю уровня 1990 г. В 2001 г. по сравнению с 1995 г. потребление мяса и мясопродуктов на душу населения увеличилось с 58 до 59 кг (в 1990 г. – 75 кг), сахара – с 31,6 до 41 кг (в 1990 г. – 48,7 кг), рыбы и рыбопродуктов – с 7,2 до 11 кг (в 1990 г. – 19,4 кг), а молока и молокопродуктов уменьшилось с 363 до 307 кг (в 1990 г. – 425 кг), плодов и ягод – с 37 до 31 кг (в 1990 г. – 38 кг). Превзойти уровень 1990 г. (78 кг) удалось лишь по потреблению овощей и бахчевых – 98 кг в 2001 г., масла растительного – 8,6 и 10 кг соответственно. Потребление большинства видов продуктов питания населением Республики Беларусь ниже рекомендуемых рациональных норм. В 2001 г. эта норма по мясу и мясопродуктам удовлетворялась на 72 %, молоку и молокопродуктам – на 76,2 %, рыбе и рыбопродуктам – на 60,4 %, маслу растительному – на 85,5 %, овощам – на 76 %. В то же время потребление хлебобулочных изделий и сахара превышает уровень рациональных норм, что отрицательно сказывается на здоровье населения. Научными исследованиями установлено, что пищевой рацион, богатый жирами и сахарами с недостатком белков животного происхождения, овощей и фруктов, способствует развитию заболеваний сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта, злокачественных новообразований, эндокринной патологии.

Улучшение структуры питания населения республики является приоритетным направлением развития пищевой промышленности. Решение данной задачи осуществляется на основе увеличения производства и реализации белковых продуктов (мяса и мясопродуктов, молока и молокопродуктов,

яиц, рыбы и рыбопродуктов), а также овощей, фруктов, растительного масла. Однако главным фактором, определяющим структуру и качество питания, является покупательная способность населения, которая зависит от денежных доходов и уровня розничных цен.

Развитие пищевой промышленности сдерживается большим износом активной части основных производственных фондов, отсталостью технологий, недостатком сельскохозяйственного сырья, ограниченным платежеспособным спросом потребителей, высокими издержками производства и низкой конкурентоспособностью продукции.

Одна из главных проблем пищевой промышленности республики – низкая обеспеченность предприятий сельскохозяйственным сырьем. Из-за его недостатка производственные мощности по переработке скота, цельномолочной продукции, масла животного используются на 40–60 %. Улучшить обеспеченность промышленности сырьем можно путем углубления интеграции перерабатывающих и сельскохозяйственных предприятий, фирменной торговли и сервиса с привлечением финансовых структур. Такие объединения могут создаваться на основе кооперации при единстве экономических целей, высокой заинтересованности в совместном производстве и справедливом распределении конечных результатов.

Не менее важной остается проблема технического и технологического переоснащения предприятий. Производственно-техническая база отраслей промышленности физически и морально устарела: степень износа активной части основных производственных фондов достигает 70–80 % и более. Уровень техники и технологий остается низким. В результате пищевая промышленность Беларуси отстает от передовых стран по выходу товарной продукции из единицы сырья более чем в 1,5 раза, что делает продукцию материалоемкой и неконкурентоспособной. Главная причина такого положения – недостаток инвестиций на техническое и технологическое перевооружение производства.

В структуре затрат на производство материальные издержки в пищевой промышленности составляют 80–85 %, в том числе 70–75 % приходится на сырье и материалы. В мясо-молочной промышленности доля сырья и материалов достигает 75–80 %. Высокая материалоемкость продукции пищевой промышленности является не только следствием использования отсталой техники и технологий, но и неэффективной организации производства и управления. В конечном счете это отрицательно сказывается на реализации продукции. В связи с этим экономия сырья и материалов, тепловой и электрической энергии на основе внедрения новых ресурсосберегающих малоотходных и безотходных технологий должна стать важнейшим фактором повышения эффективности производства продукции и ее конкурентоспособности.

Рентабельность реализованной продукции пищевой промышленности в 1996–2001 гг. находилась на уровне 8–13 % и имеет тенденцию к снижению. Если в 1996 г. этот показатель составлял 12,8 %, в 1999 г. – 13,3 %, то в 2000 г. – 9,2 %, 2001 г. – 8,1 %. Уровень рентабельности в мясо-молочной промышленности наиболее низкий и составил в 1996 г. 8,3 %, в 2001 г. – 5,5 %. В рыбной промышленности за анализируемый период рентабельность продукции возросла с 2,9 до 30 % соответственно.

Увеличивается доля убыточных предприятий. Так, в 2000 г. удельный вес таких предприятий, состоящих на самостоятельном балансе, составлял 12,1 %, в 2001 г. – 21,3, в 2002 г. – 35,3 % от общей численности. В 2001 г. около 44 % предприятий работали с низкой рентабельностью (до 5 %), лишь 12 % имели рентабельность от 20 до 50 %, что позволяло им без кредитов вести простое и даже расширенное воспроизводство. У большинства предприятий из-за недостатка денежных средств возникают трудности в

обеспечении нормального непрерывного производственного процесса. Такое положение значительного количества предприятий характеризует не только неэффективность их производственно-хозяйственной деятельности, но и ведет к неплатежам, создает проблемы и для успешно работающих предприятий, обуславливает сокращение квалифицированных кадров и т. д.

Сложным остается финансовое положение. Низкая платежеспособность потребителей продукции, высокие процентные ставки за кредиты, инфляция, высокий уровень налогообложения производимой продукции, постоянный рост цен на сырье, энергоносители, транспортные услуги, а также устаревшие технологии производства усложняют финансовое положение предприятий. Их кредиторская задолженность в 2001 г. составила 341 млрд руб.

Основная причина такого положения – недостаток финансовых средств. За 1996–2001 гг. объем капитальных вложений в отрасль по всем источникам финансирования увеличился на 18 % и составил в 2001 г. 113,8 млрд руб. Однако таких объемов инвестиционных ресурсов мало для решения накопившихся проблем. Только на реконструкцию, техническое и технологическое переоснащение мясной, молочной, сахарной промышленности в соответствии с Программой развития перерабатывающей промышленности агропромышленного комплекса требуется около 720 млрд руб. [1].

Основным источником финансирования пищевой промышленности являются собственные и заемные средства предприятий, удельный вес которых в общем объеме капитальных вложений достигает 60–80 %, однако их недостаточно для обновления морально и физически изношенных фондов. Удельный вес средств республиканского бюджета в общем объеме финансирования пищевой промышленности в последние 5 лет составлял 3–11 %, местного бюджета – 2–5, иностранных кредитов – 2–9 %. Доля средств иностранных инвесторов не превышала 2,5 %.

Процесс расширенного воспроизводства основных фондов при существующих возможностях самофинансирования необходимо проводить по принципу первоочередности, т. е. направлять капитальные вложения прежде всего на техническое перевооружение и реконструкцию действующих предприятий. Переход на более высокий технический уровень и новые технологии – проблема чрезвычайно важная, решение которой требует огромных финансовых затрат. Выделение таких средств даже с учетом повышения эффективности производства весьма проблематично. В связи с этим важно установить приоритеты и очередность решения проблем. Так, из средств государственного бюджета в первую очередь финансируются республиканские государственные программы.

Одним из приоритетов развития пищевой промышленности является увеличение объемов экспорта продукции. Однако Беларусь в большей степени является импортером продовольствия, чем его экспортером. В 2001 г. по сравнению с 1995 г. общий объем экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья для их производства увеличился на 89,7 % и составил 602 млн долл., объем импорта вырос на 42,1 % и был равен 912,5 млн долл. [2]. На протяжении всего анализируемого периода импорт превышал экспорт в 1,5–2 раза (рис. 2).

В результате внешнеэкономической деятельности имеет отрицательное saldo, что негативно влияет на эффективность развития экономики страны.

Самой значительной статьей экспорта является продукция мясной и молочной промышленности. В 2001 г. республика экспортировала свыше 20 % масла животного, около 42 % сыра жирного и 17,2 % мяса и субпродуктов от общего объема производства. Большая часть продукции поставляется в страны СНГ – от 77 до 92 %, другие государства – от 8 до 23 %, и этот показатель имеет тенденцию к сокращению (1995 г. – 22,7 %, 2000 г. – 16, 2001 г. – 15,1 %). В то же время около половины импорта поступает из государств, не входящих в СНГ, – 47–55 %, из стран СНГ – 45–53 %.

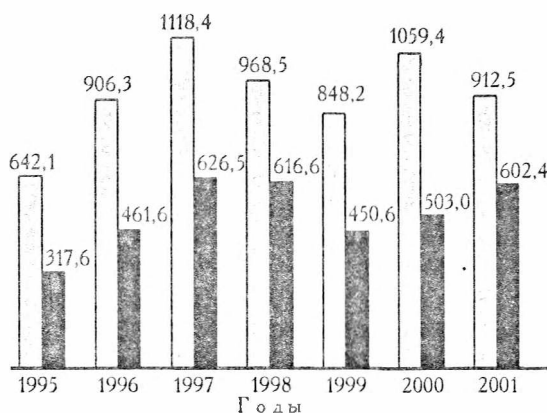


Рис. 2. Объем импорта и экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья в 1995–2001 гг., млрд долл. США

Для удовлетворения спроса внутреннего рынка значительные объемы продукции (в основном – сахар и растительное масло, рыба и рыбопродукты) приходится ввозить из других стран. В 1996–2001 гг. производство растительного масла находилось на уровне 10–18 тыс. т (9–15 % потребности), ежегодно 65–75 тыс. т этого продукта ввозится из Украины, России, Венгрии и других стран.

Потребность белорусского рынка в сахаре составляет 350–360 тыс. т. В 2001 г. из

местного сырья было выработано 180,3 тыс. т сахара (50 % потребности). В соответствии с Программой развития перерабатывающей промышленности агропромышленного комплекса к 2005 г. мощности сахарных заводов возрастут до 26 тыс. т переработки свеклы в сутки. Намечается также техническое и технологическое переоснащение предприятий. Планируемые производственные мощности, современные ресурсосберегающие технологии и высокопроизводительное оборудование позволяют в перспективе переработать до 3 млн т сахарной свеклы, что даст возможность полностью удовлетворить потребности нашей республики в этом продукте. Имеются все возможности для увеличения выращивания и заготовок сахарной свеклы данных объемов.

Внутренний рынок Беларуси насыщается рыбопродукцией в большей степени за счет импорта. Собственное производство в общем потреблении составляет 15–16 %, импорт – 84–85 %. Основная часть рыбопродуктов импортируется из государств, не являющихся членами СНГ, – 64–70 %, из стран СНГ – 30–33 %, и этот показатель увеличивается. В 2001 г. производство рыбы во внутренних водоемах страны составляло немногим более 5 тыс. т, объем ввоза рыбы и морепродуктов – свыше 133 тыс. т. Для удовлетворения потребностей населения на уровне рациональных норм предусматривается к 2005 г. увеличение добычи прудовой и озерно-речной рыбы во внутренних водоемах до 17,5 тыс. т, ввоза океанической рыбы и морепродуктов до 210 тыс. т и рост объемов их переработки [3]. Поставку рыбы намечается осуществлять на основе взаимовыгодного сотрудничества с Российской Федерацией путем создания двух российско-белорусских рыбопромысловых предприятий.

В перспективе до 2005 г. пищевая промышленность будет развиваться в направлении стабильного роста производства основных видов продукции с целью удовлетворения спроса внутреннего рынка и поставок на экспорт. Для этого требуется увеличить объемы закупок качественного сельскохозяйственного сырья и улучшить на этой основе использование производственных мощностей, активизировать инвестиционную деятельность путем использования собственных, заемных средств и привлечения иностранных инвестиций. Особое внимание уделяется техническому и технологическому переоснащению производства, внедрению новых ресурсосберегающих технологий с целью улучшения комплексной переработки сырья, снижения материалоемкости и повышения конкурентоспособности продукции.

В соответствии с Программой социально-экономического развития Республики Беларусь на 2001–2005 гг. намечается произвести 490–500 тыс. т мяса и субпродуктов I категории, 70–75 тыс. т масла животного, 1080–1100 тыс. т

цельномолочной продукции, 48–50 тыс. т сыра жирного, 40–45 тыс. т масла растительного, 195–220 тыс. т сахара-песка из сахарной свеклы [4]. Предусматривается расширение ассортимента, освоение новых видов мясной, молочной, плодоовощной продукции с использованием растительных белковых добавок, выпуск продукции с пониженным содержанием молочного жира, быстрозамороженных полуфабрикатов и готовых блюд, кремов, пудингов, йогуртов, жидких и пастообразных продуктов, плодоовощных консервов для детей [5]. Все это должно быть связано с улучшением потребительских свойств, а также оформления и упаковки продукции с учетом требований рынка. Необходимо также ускорить проведение работ по сертификации и стандартизации в соответствии с мировыми стандартами ИСО – 9000.

При ограниченности средств финансовые ресурсы концентрируются на реализацию Государственной программы обеспечения населения республики рыбой и морепродуктами на 1998–2005 годы, Программы развития перерабатывающей промышленности агропромышленного комплекса на 2003–2004 годы, подпрограммы «Детское питание» Президентской программы «Дети Беларуси», Программы развития пивоваренной отрасли Республики Беларусь на 2003–2005 годы. Дальнейшее развитие получают импортозамещающие отрасли (сахарная, масло-жировая, рыбная, производство детского питания) и экспортоориентированные (мясная, молочная, консервная, картофелеперерабатывающая).

Финансовое оздоровление предприятий и повышение уровня их платежеспособности должны происходить на основе снижения затрат на производство и реализацию готовой продукции, сокращения бартера, совершенствования организации производства и управления, повышения производительности труда.

Наряду с максимально эффективным использованием внутренних ресурсов и резервов необходимо создавать равные условия функционирования для производителей всех форм собственности, активизировать реструктуризацию предприятий, способствовать развитию предпринимательства и частной инициативы, повышению мотивации труда [6].

Выполнению намеченных целей и повышению эффективности производства будут способствовать совершенствование законодательной базы, снижение налоговой нагрузки, уменьшение процентных ставок за кредит на модернизацию и реструктуризацию производства, использование протекционистских мер по защите внутреннего рынка. Роста экспорта можно достичь за счет углубления интеграционных процессов с Российской Федерацией, укрепления связей со странами СНГ и государствами вне СНГ.

1. Программа развития перерабатывающей промышленности агропромышленного комплекса на 2003–2004 годы. Мн., 2002.

2. Статистический ежегодник Республики Беларусь / Под ред. В.И. Зинковского. Мн., 2002.

3. Государственная программа обеспечения населения республики рыбой и морепродуктами на 1998–2005 годы. Мн., 1997.

4. Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2001–2005 годы. Мн., 2001.

5. Стрижкова Л. // Экономист. 2002. № 7. С. 13.

6. Шогенов А.К. // Пищевая промышленность. 2002. № 5. С. 8.

Поступила в редакцию 17.06.2003.

Владимир Владиславович Некриш – кандидат географических наук, доцент кафедры экономической географии Беларуси и государств Содружества.

Инна Анатольевна Горева – научный сотрудник ГНУ «НИИЭ Минэкономики РБ».

Наталья Владимировна Ждановская – младший научный сотрудник ГНУ «НИИЭ Минэкономики РБ».

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РОДНИКОВ МИНСКОЙ ОБЛАСТИ – ПАМЯТНИКОВ ПРИРОДЫ РЕСПУБЛИКАНСКОГО ЗНАЧЕНИЯ

The present-day state of the several springs of Minsk province – the national natural monument have been investigated. Their modern status in corresponding to this range completely. However, for all of these springs the negative tendencies of changes of their state have been revealed, first of all, it is the contamination of the springs and adjacent territory by domestic garbage. Therefore, as regard of their springs it is necessary to observe the laws on the preservation of nature of the Republic of Belarus. With of view of the effective protection of these springs the continuous monitoring of them is urgent.

Родники являются типичным компонентом белорусской природы. Большинство их приурочено к крупнохолмисто-моренным и озерным ландшафтам Белорусского Поозерья и Белорусской гряды, а также к глубоко врезаным долинам рек. Родники имеют важное значение в процессах поддержания стабильности гидрологического режима поверхностных водоемов, а также прилегающих к ним наземных биоценозов. В них обитают уникальные для Беларуси виды водных беспозвоночных, в том числе выходцы из холодных водоемов севера Евразии и горных районов Центральной и Южной Европы. В растительных сообществах, сформировавшихся вокруг родников, произрастают многие редкие виды растений, среди которых и включенные в Красную Книгу Республики Беларусь. Родники издавна являются локальными источниками чистой питьевой воды, используемой в лечебных целях, с ними связаны многие народные легенды и поверья. К сожалению, начиная с 1960-х гг. количество этих памятников природы в силу различных причин (мелиоративные мероприятия, вырубка лесов, строительные и дорожные работы и др.) довольно резко и повсеместно снижается.

До самого последнего времени систематического научного обследования родников в Беларуси не проводилось. Их планомерное изучение на территории Минской области начато в 1995–1997 гг. сотрудниками Института зоологии НАН Беларуси. В результате был выявлен целый ряд уникальных родников, представляющих значительную научную и эстетическую ценность. Из них памятниками природы республиканского значения были объявлены Святые криницы (Минский р-н) и Юцковский родник (Дзержинский р-н). Подготовлено обоснование для придания этого же статуса роднику Болцик (Мядельский р-н). Многие из них, в том числе родники Погребиченские (Логойский р-н), объявлены памятниками природы местного значения [1, 2].

Все перечисленные родники расположены на территориях, в различной степени подверженных антропогенному воздействию. Поскольку они являются наиболее уязвимыми природными объектами, постоянный мониторинг их экологического состояния является одной из необходимых предпосылок их эффективной охраны.

По заданию Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь в 2002 г. сотрудниками НИЛ озераведения БГУ и МГЭУ им. А.Д. Сахарова проведено повторное обследование родников Минской области – памятников природы республиканского значения и природных гидрологических объектов, соответствующих этому статусу. Оценены изменения экологического и эстетического состояния родников и прилегающей к ним территории за последние 5 лет, определена степень их антропогенной трансформации, уточнены гидрологические характеристики, определен химический состав воды и другие показатели.

Святые криницы расположены в 2,5 км к юго-западу от д. Кукелевщина на правом берегу р. Удранка (бассейн р. Вилия). Эта территория приурочена к локальному поднятию Логойского фазияльного комплекса, располо-

женного в северо-западной части Логойской возвышенности (центральная часть Минской гряды) [3].

«Святые криницы» представляют собой смешанный тип родников, который генетически можно определить как гелореокрен. Многочисленные мелкие выходы подземных вод, находящиеся на южном склоне поросшего лесом моренного холма, образуют вязкую болотистую топь – кренополе – общей площадью до 1500 м². Здесь берут начало 6 крупных родниковых ручьев, в которые впадает несколько более мелких ручейков. Ручьи стекают по крутым и узким ложбинкам и впадают в р. Удранка. Длина ручьев варьируется от 30 до 50 м, а ширина – от 10–20 см у истоков до 1,5 м вблизи устья. Общее падение воды от истока до устья достигает 10–15 м. Дно песчано-галечное, встречаются различных размеров валуны. На отдельных участках русел отмечены выходы травертина (туфа известкового). Здесь образуются небольшие водопады (высотой до 1 м). Средний дебит крупных родниковых ручьев – не менее 3 л/с. Вода в ручьях не замерзает даже зимой, что является довольно редким явлением для Беларуси. Ее температура (в местах выходов подземных вод) зимой составляет 4 °С, летом – от 7,6 до 8 °С. Вода прозрачная, приятная на вкус, без постороннего запаха и цвета. Реакция щелочная, pH 8,5. Вода среднеминерализованная (350,9 мг/л) и по химическому составу относится к гидрокарбонатному классу кальциевой группы. Обращает на себя внимание довольно низкое содержание хлоридов (5,3 мг/л) и сульфатов (4,5 мг/л) при достаточно высоком содержании кальция (62,6 мг/л) и магния (20,0 мг/л). Концентрация нитритов, нитратов и тяжелых металлов значительно ниже предельно допустимой концентрации (ПДК) для питьевой воды (таблица).

Гидрохимический состав воды родников

Показатель, мг/л	Юцковский родник	Святые криницы	Болцик	Погребиченские родники*		ПДК
				Ст. 1	Ст. 2	
NO ₂	–	–	0,001	0,367	0,644	3,3
NO ₃	24,5	–	0,02	8,76	2,150	45,0
Cl [–]	5,3	5,3	4,391	14,03	14,03	350,0
SO ₄ ^{2–}	7,4	4,5	13,074	13,80	17,00	500,0
HCO ₃ [–]	234,9	298,9	104,9	158,6	164,7	–
NH ₄ ⁺	–	–	–	0,0085	0,0058	–
Na ⁺	7,2	5,6	2,858	3,35	4,00	200,0
K ⁺	0,5	1,3	0,542	0,60	0,40	–
Ca ²⁺	72,1	62,6	54,758	43,21	43,21	–
Mg ²⁺	20,0	20,0	11,58	10,72	10,72	–
Fe	–	0,05	0,033	0,043	0,031	0,3
Общая минерализация	390,5	350,9	170,1	253,5	256,9	1000
Cu	0,004	0,003	–	–	–	1,0
Zn	0,025	0,013	–	–	–	1,0
Mn	0,2	0,006	–	–	–	0,1
Pb	0,01	0,014	–	–	–	0,03

Примечание. * Ст. 1 – главное кренополе (исток), ст. 2 – родниковый ручей (р. Маковза).

В фауне родников Святые криницы отмечены 24 вида водных беспозвоночных. Среди них необходимо выделить водного жука *Oreodytes sanmarkii*. Этот вид широко распространен в горной части Евразии (от Испании до Японии), а также в Северной Америке. Везде он обитает в холодных водоемах, где максимальная температура в летний период не превышает 11 °С. В Беларуси этот вид очень редок и встречается только в родниках [4, 5].

В целом состояние Святых криниц за последние 5 лет не претерпело заметных негативных изменений, кроме увеличения степени загрязнения прилегающей территории бытовым мусором.

Юцковский родник расположен в 0,5 км к востоку от д. Чирвоная Смена. Относится к системе р. Уса, которая является правым притоком р. Неман. Этот регион приурочен к локальному поднятию Койдановского фази-

ального комплекса в центральной части Ивенецкой ледораздельной возвышенности, находящейся в южной части Минской гряды [6].

Родник находится в узком и глубоком овраге, поросшем густым лесом. Длина оврага достигает 150 м, ширина – от 20 до 30 м, глубина – до 12 м. Общий перепад высот составляет около 25 м. Основной выход подземных вод, приуроченный к верхней части оврага, представляет собой достаточно мощный грифон, находящийся в небольшой ванне (диаметром до 1 м), расположенной на заболоченном кренополе. Илистое дно желто-оранжевой окраски свидетельствует о повышенном содержании в отложениях ожелезненных соединений. Ширина родникового ручья у истока не более 20–30 см, но быстро увеличивается до 1,5 м. Вследствие значительного перепада высот скорость течения воды достигает 2–3 м/с. Дно ручья выстлано песчано-галечной смесью. На бортах оврага находятся многочисленные мелкие выходы подземных вод преимущественно реокренового типа. Общий дебит ручья у выхода из оврага составляет не менее 2–3 л/с. После выхода из оврага на относительно ровную поверхность родниковый ручей впадает в другой, более крупный безымянный ручей, являющийся левым притоком р. Уса.

Своеобразный микроландшафт оврага довольно необычен для Беларуси. Родниковый ручей скорее напоминает небольшую горную речку, быстро стекающую вниз по извилистому руслу среди крупных валунов. Температура воды в теплое время года 7,5 °С, активная реакция воды щелочная (pH–8,9). Вода родника прозрачная, приятная на вкус, без постороннего цвета и запаха, относится к гидрокарбонатному классу кальциевой группы (см. таблицу).

В фауне родника доминируют личинки ручейников. Весьма многочисленны личинки жука *Helodes pseudominuta*, который в Беларуси встречается только в чистых и холодных водах родников.

Следует отметить достаточно высокое по сравнению с остальными родниками (хотя и ниже ПДК для питьевой воды) содержание нитратов (24,5 мг/л). За последние пять лет этот показатель вырос почти в два раза, что обусловлено расположением вблизи родника сельскохозяйственных угодий совхоза «Демидовичи», с полей которого происходит инфильтрация минеральных удобрений в подземные воды. За последние несколько лет в овраге заметно увеличилось количество бытового мусора, хотя общее состояние родника значительных негативных изменений не претерпело.

Погребищенские родники расположены в 0,1 км к северо-западу от д. Погребище в густом естественном еловом лесу. Входят в систему р. Маковза, правого притока р. Цна (бассейн Днепра). Территория расположения родников приурочена к южной части Логойской возвышенности.

Типичный гелокрен. Многочисленные мелкие выходы подземных вод образуют достаточно обширные густо заросшие заболоченные топи – кренополя. На них находятся истоки нескольких небольших родниковых ручьев, дающих начало р. Маковза. Ширина их русел достигает 1,0 м, глубина колеблется от 15 до 20 см. Дно песчаное с небольшим количеством гальки. На кренополях мощный слой темного мелкодисперсного ила, листового и хвойного опада. Общий дебит на самом крупном кренополе составил не менее 2–3 л/с. Ширина русла р. Маковза в непосредственной близости от истока составляет 0,3 м, а глубина – не более 0,15 м. По мере удаления от истока (за счет впадения более мелких родниковых ручьев) русло реки расширяется и около д. Погребище достигает ширины 3,5 м. Течение довольно быстрое – до 2 м/с. Дно песчаное и твердое, много гальки, средних и крупных валунов. Температура воды родниковых ручьев в летний период колеблется от 8 до 9 °С. У истоков р. Маковза она составляет 8,8 °С, а у д. Погребище снижается до 8,2 °С. Вода в родниках отличается хорошими вкусовыми качествами и чистотой, без посторонних запахов. Показатель pH изменяется от 7,68 до 7,93.

Химический состав воды на разных участках родникового ручья (у истоков и вблизи деревни) достаточно сходен. Вода среднеминерализованная (256,9 мг/л). Содержание отдельных химических элементов по мере удаления от истоков практически не меняется. Вода относится к гидрокарбонатному классу (HCO_3^- – 164,7 мг/л) кальциевой группы (Ca – 43,21 мг/л) (см. таблицу).

В фауне доминируют реофильные формы насекомых и их личинки из отрядов жесткокрылых, полужесткокрылых, поденок, веснянок, ручейников. Особо можно отметить довольно редкие виды – водного жука *Oreodytes sanmarkii* и личинок ручейника *Drusus annulatus*. В р. Маковза сохранилась ручьевая форель (*Salmo trutta morpha fario*).

За последние годы состояние Погребещенских родников не претерпело заметных негативных изменений. Учитывая практически ненарушенное природное состояние, своеобразие окружающего ландшафта со специфичной фауной и флорой, определенную научную и эстетическую ценность, а также тот факт, что родники являются источниками питания р. Маковза, можно рекомендовать повышение их охранного статуса до уровня памятника природы республиканского значения.

Родник Болчик находится в 4,5 км к северу от д. Константиново (Мядельский р-н), в 0,15 км к востоку от восточной оконечности оз. Большой Болчик (система р. Страча, правого притока Вилии). Этот уникальный природный объект, состоящий из группы выходов подземных вод различного генезиса, расположен в живописном холмисто-озерном ландшафте на восточном склоне Константиновской гряды. К первой группе относятся наиболее мощные выходы реокренового типа, которые находятся у основания моренного холма. Они представляют собой две крупные ванны, на дне которых имеется несколько грифонов диаметром до 0,5–0,7 м и множество более мелких. Грифоны приурочены к мощным песчаным прослоям (до 1,2–1,7 м) в толще моренных отложений. В центральной части грифонов песок, представленный сортированными, перемытыми крупно- и грубозернистыми фракциями, попадающий под действие восходящих водных потоков, находится во взвешенном состоянии. Выход подземных вод на дневную поверхность происходит в постоянном или пульсирующем режимах с периодом от 5–6 до 45–50 с.

Из обеих ванн берут начало крупные родниковые ручьи, принимающие воды мелких ручейков, вытекающих из расположенных поблизости более мелких ванн. Сливаясь, крупные ручьи образуют один главный ручей, впадающий в оз. Большой Болчик. Его длина достигает 200 м, ширина – от 2 до 5 м, глубина – до 0,5 м, скорость течения – 0,15 м/с, дебит – не менее 1,5 м³/с. Дно ручья выстлано песчаными отложениями, в его нижнем течении имеются две бобровые плотины. Температура воды в грифонах в теплое время года составляет 6,8 °С, реакция слабощелочная (рН – 7,6). Родник не замерзает зимой даже при температуре воздуха до –30 °С. Вода родника характеризуется исключительной чистотой и высокими вкусовыми качествами.

Вторая группа выходов расположена на невысоком пологом склоне в 20 м к юго-востоку от основных ванн. Представляет собой гелокрен площадью до 10 м², где берет начало небольшой ручей длиной 35 м и шириной до 0,1–0,15 м, впадающий в главный ручей с южной стороны. Дебит 1–2 л/с. Температура воды у выходов в теплое время года 7,2 °С, рН 8,4.

Третью группу составляют небольшие выходы лимнокренового типа, расположенные на расстоянии 20–40 м к северу от основных. Они представляют собой небольшие ванны площадью 1,5–2,0 м², из которых берут начало ручьи шириной до 0,05–0,1 м. Вследствие низкого дебита (до 0,5–1,0 л/с) и слабого течения дно ванн и ручьев покрыто темным илсом, а также значи-

тельным количеством листового и хвойного опада. Температура воды 8,5 °С, pH 8,2.

Вода родника относится к гидрокарбонатному классу кальциевой группы. Она отличается низкой минерализацией (170,1 мг/л) и исключительной чистотой. Содержание нитратов (0,02 мг/л), нитритов (0,001 мг/л), аммонийного азота и тяжелых металлов значительно ниже ПДК для питьевой воды (см. таблицу).

В фауне родника отмечено около 40 видов водных беспозвоночных. Среди них по численности и биомассе доминируют (до 90–95 %) водные насекомые и их личинки из отрядов двукрылых, жесткокрылых, ручейников, веснянок и полужесткокрылых, что в целом характерно для родниковой фауны Беларуси. Среди веснянок преобладают *Nemurella pictetii* – типичный вид-индикатор холодных и чистых вод. Отмечены единичные виды плоских и круглых червей, остракод, водных клещей и моллюсков.

За последние пять лет состояние родника не претерпело заметных изменений, его гидрологические характеристики также существенно не изменились. Это в значительной степени обусловлено тем, что район расположения родника вошел в абсолютно заповедную зону национального парка «Нарочанский». Промышленные рубки леса, проводившиеся ранее в окрестностях родника, в настоящее время полностью прекращены. В то же время посещения родника неорганизованными туристами, местным населением и рыбаками вызвало заметное антропогенное загрязнение прилегающей к роднику территории (нарушение травяного покрытия, прокладывание троп по берегам ручьев, остатки мусора, кострищ и др.).

Родник Болчик наряду с Голубой криницей (Славгородский р-н Могилевской обл.) является крупнейшим родниковым комплексом Беларуси. Он заслуживает присвоения ему статуса памятника природы республиканского значения. Однако выявленные негативные тенденции изменения его состояния, в первую очередь загрязнение прилегающей территории, вызывают определенные опасения за экосистему родника [7].

В целом состояние наиболее ценных с научной и эстетической точки зрения родников Минской области последние несколько лет не претерпело заметных негативных изменений. В настоящее время они полностью соответствуют статусу памятников природы республиканского значения. Отмеченные негативные тенденции изменения состояния всех родников в первую очередь связаны с загрязнением их и прилегающей территории бытовым мусором. Поэтому необходимо строгое соблюдение положения Закона «Об особо охраняемых природных территориях и объектах» и Водного кодекса Республики Беларусь.

При благоустройстве родников и прилегающей к ним территории в обязательном порядке должны проводиться предварительные комплексные научные исследования их гидрологического режима, состава и свойств подстилающих и водоносных пород, видового состава флоры и фауны, устанавливаться области их питания и др. В целях эффективной защиты родников от загрязнения и истощения требуется неукоснительное соблюдение предписанных режимов охраны и хозяйствования в их водоохранной зоне. В дальнейшем необходима организация постоянных мониторинговых наблюдений за родниками – памятниками природы.

1. Golubev A., Khmeleva N., Moroz M., Mukhin Yu. // Reports of Alfred Toeffler Academy for Nature Conservation. Schneverdingen, 1999. Vol. 12. Special Issue 2. P. 150.

2. Голубев А.П., Гигиняк Ю.Г., Мороз М.Д., Мухин Ю.Ф. // Озерные экосистемы: Биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды. Мн., 2000. С 45.

3. Матвеев А.В., Гурский Б.Н., Левицкая Р.И. Рельеф Белоруссии. Мн., 1988.

4. Moroz M. D. // Oecologia Montana. 1996. № 5. P. 53.

5. Moroz M. D., Khmeleva N. N. // Oecologia Montana. 1996. № 5. P. 55.

6. Комаровский М. Е. Минская и Ошмянская возвышенности. Мн., 1995.
7. Голубев А. П., Вынаев Г. В., Рудаковский И. А., Лебедев Н. Г. // Республиканская научная конференция «Красная Книга Республики Беларусь: состояние, проблемы, перспективы». Витебск, 2002. С. 67.

Поступила в редакцию 11.04.2003

Александр Петрович Голубев – доктор биологических наук, профессор кафедры биологии человека Международного государственного экологического университета им. А. Д. Сахарова.

Игорь Алексеевич Рудаковский – научный сотрудник НИЛ озераведения.

Николай Геннадьевич Лебедев – научный сотрудник НИЛ озераведения.

УДК 502.61:911.3 (476)

А. В. КЛИМОВИЧ, Н. М. ШУЛЬГА

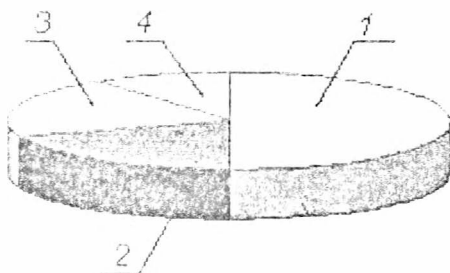
ПРОБЛЕМА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

This article deals some information supply's problems in researching the influence of man-caused environmental contamination's on the population's health. The work represents some research of the influence of man-caused air pollution on the children's health in Novopolotsk.

Среди множества проблем экологии социально-гигиенические проблемы охраны окружающей среды приобретают особое значение, поскольку речь идет об охране здоровья населения и ориентации экологической политики на человека. Сохранение и поддержание заданных гигиенических стандартов в конечном итоге определяет эффективность всего комплекса мероприятий по охране окружающей среды.

Здоровье человека – это состояние полного физического, психического и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов. Под физическим благополучием понимается гармония физиологических процессов и максимальная адаптация к факторам среды, психическим – отрицание болезней, физических дефектов и их преодоление, социальным – деятельное отношение индивидуума к себе, обществу, всему миру [1].

Окружающая среда – совокупность взаимосвязанных природных и социальных факторов, воздействующих на человека в условиях быта, труда, отдыха. Все эти факторы можно разделить на экологические (загрязнение окружающей среды), социально-экономические (условия труда, быта, питания, медицинской помощи и т. д.), биологические (наследственность, пол, конструкция) и психоэмоциональные (стрессы). По мнению специалистов, здоровье формируется под влиянием ряда факторов, причем результат здесь на 47–53 % зависит от образа жизни, на 18–20 % – от генетики человека, на 17–20 % – от чистоты окружающей среды, на 8–10 % – от медицинских факторов (рисунок) [1].



Определяющие для здоровья человека факторы:
1 – образ жизни, 2 – генетический, 3 – загрязнение окружающей среды, 4 – медицинский

При проведении исследований по оценке влияния техногенного загрязнения окружающей среды на здоровье населения возникает ряд проблем, которые в значительной степени снижают результативность научных разработок.

До настоящего времени состояние здоровья населения, подвергающегося воздействию неблагоприятных экологических факторов, в основном изучается по показателям общей за-

болеваемости. Учитывая необходимость комплексной оценки здоровья населения, многие исследователи используют также и другие показатели – демографические, функционального состояния и физического развития организма. При этом основным источником информации остаются данные по обращаемости населения за медицинской помощью.

Важно учитывать, что уровень заболеваемости, регистрируемый статистикой, зависит от ряда факторов:

1) состояния медицинского обслуживания на данной территории (обеспеченность врачами, средним и младшим медицинским персоналом, оборудованием, специализация медицинской помощи, квалификация врачей, радиус врачебного обслуживания и доступность медицинской помощи);

2) субъективного отношения больного к своему здоровью (25–30 % населения не обращается за медицинской помощью);

3) статистического учета врачебных диагнозов, социального статуса и образования населения, культуры населения, своеобразной «моды» на диагнозы.

Все это формирует уровень заболеваемости и, следовательно, оказывает влияние на результаты оценки состояния здоровья населения.

Медико-демографические последствия экологического неблагополучия региона получают наиболее объективную оценку, когда наблюдения и исследования ведутся на особо чувствительном контингенте населения – детях. Организм ребенка практически не испытывает воздействия вредных факторов, формируемых образом жизни (профессиональные болезни, никотин, алкоголь), менее экспонирован к действию лекарственных средств. Вместе с тем высокая восприимчивость растущего организма к действию неблагоприятных факторов, в том числе малой интенсивности, характеризует однотипные изменения, детерминированные условиями внешней среды, которые проявляются на популяционном уровне.

Однако, ориентируясь на изучение детской заболеваемости в связи с неблагоприятным воздействием экологических факторов, нужно иметь в виду трудности организации медицинской помощи в сельских районах, которые различаются плотностью населения, средним расстоянием между населенными пунктами, обеспеченностью автомобильными дорогами, удаленностью от сельских врачебных амбулаторий и больниц и др. В связи с ухудшением материального положения населения, повышением цен на транспорт, сокращением автобусных маршрутов на селе родители не всегда могут привозить детей для осмотра педиатра и узких специалистов в районную поликлинику, вследствие чего заболевание может остаться невыявленным.

Кроме того, в сельской местности существует и такая проблема, как необходимость получения больничного листа или справки по уходу за больным ребенком. В городе этот вопрос решается вызовом врача на дом, а на селе матери чаще всего ухаживают за больным ребенком, продолжая работать. При этом, если заболевание не носит тяжелой формы, случай не регистрируется медицинской статистикой. Все это может значительно повлиять на учет уровня детской заболеваемости (по обращаемости) и существенно занижить его. Поэтому заболеваемость детей в сельских районах республики, по данным статистики, в 2–2,5 раза ниже, чем в городах [4].

Наиболее достоверные данные могут быть получены в результате специальных исследований накопления в организме человека химических веществ техногенной природы (например, тяжелых металлов, нитратов и т. д.) в сочетании с углубленными исследованиями состояния здоровья различных групп населения. Но это возможно только на основе специальных исследований, которые трудоемки, дорогостоящи и поэтому проводятся в малом масштабе.

Проблематичным является и получение информации о загрязнении различных сред на данной территории с необходимым количеством проб и замеров за длительный период времени. Существующая система наблюдений за уровнями загрязнения приземных слоев атмосферы не позволяет в полном объеме оценить экологическую ситуацию на всей территории объекта. Наблюдения ведутся, как правило, на нескольких стационарных постах только за ограниченным числом загрязнителей, поэтому значительное количество загрязняющих источников остаются вне контроля. Режим работы постов наблюдения не позволяет фиксировать все случаи максимальных концентраций в течение суток и залповые выбросы. Известно, что небольшие, но систематически повторяющиеся превышения ПДК, не выявленные в процессе наблюдения, могут через определенное время проявиться неспецифическими реакциями организма на эти вещества. Случайные пиковые подъемы концентраций на фоне постоянного воздействия предельно допустимых могут вызывать тяжелые изменения в организме. Так, например, в городе со среднемесячной загазованностью ниже ПДК даже разовый выброс двуокиси серы, превышающий установленную норму, сопровождается ростом обращаемости в поликлиники по поводу бронхита в течение последующих двоих суток [2].

В связи с этим необходимо различать фактическую и регистрируемую заболеваемость, фактический и выявленный при контроле уровень загрязнения, которые могут являться причиной несовпадения данных об уровне загрязнения окружающей среды и заболеваемости населения.

Медико-географическое картографирование является одной из эффективных форм интерпретации антропоэкологической обстановки. Внедрение этой формы медицинской оценки территории региона по заболеваемости позволяет осуществить дифференцированный подход к определению состояния здоровья населения, проживающего в разных экономико-географических зонах города, и разработать концепцию территориального научно обоснованного планирования и внедрения дифференцированной системы реабилитации. Дифференциация территории по уровню заболеваемости может служить основой для разработки комплекса мероприятий по оздоровлению населения как в масштабе города, так и на региональном, локальном уровнях. Пространственные особенности распространения патологии позволяют выявить приоритетные направления деятельности по снижению заболеваемости, конкретизировать организацию лечебно-диагностической и профилактической деятельности поликлинических учреждений.

Использование современных геоинформационных (ГИС) технологий для создания системы автоматизированного картографирования становится привычной формой представления информации, обеспечивающей визуальное восприятие медико-экологической информации в концентрированном графическом виде. ГИС, отражающая пространственно-распределенные данные, представляет собой эффективное средство сбора, передачи, хранения информации и в полной мере отвечает требованиям медико-экологического мониторинга. ГИС имеет объектную пространственную основу (цифровая карта), собственную базу данных, связанную с пространственной основой. Каждый объект наблюдения описывается по определенным правилам и подвергается статистическому анализу и математическому моделированию. Цифровая карта обеспечивает лучшее восприятие информации, позволяет путем произвольного комбинирования тематических слоев получать опосредованные сведения, которые не указаны в базе явно, дает возможность быстро прогнозировать санитарную и эпидемиологическую ситуацию, создавать новые тематические слои и обновлять существующие.

Так, при проведении исследований по оценке влияния техногенного загрязнения атмосферного воздуха на здоровье детского населения в г. Но-

вополочке, который, являясь крупным центром нефтехимической промышленности Беларуси, занимает лидирующее место по объему валовых выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников, специалистами Белорусского научно-исследовательского центра «Экология» были применены аналогичные методические подходы.

На основании информации об источниках и параметрах выбросов загрязняющих веществ и условиях местности были рассчитаны их концентрации в приземном слое атмосферы, установлено распределение по территории, а также в расчетных точках разных участков территории – жилых массивов, больницы, школ, детских садов, зон отдыха.

С целью выявления различий в уровне детской заболеваемости, детерминированных преимущественно экологическими факторами, проводился сбор и анализ данных по территориальному признаку.

Уровень детской заболеваемости в г. Новополоцке на протяжении ряда лет превышает среднестатистические показатели (на 14 %) и показатели по Витебской области (22 %). Прирост заболеваемости детского населения г. Новополоцка с 1990 по 1999 г. составил 53 %, по Витебской области – 20,6, в целом по республике – 49 % [3] в основном за счет болезней органов дыхания, заболеваний нервной и костно-мышечной системы и органов чувств, врожденных пороков развития.

Показатель частоты заболеваний органов дыхания имеет особое значение – по свидетельству специалистов, он на 30 % определяется состоянием атмосферного воздуха. На протяжении 10 лет уровень заболеваний органов дыхания у детей в г. Новополоцке превышал региональный (показатель по Витебской области) в среднем на 26 % и среднестатистический (по республике в целом) на 24,6 % [3].

При практически равных природно-климатических и социально-экономических условиях жизни с другими регионами республики повышенный уровень выделенных заболеваний в г. Новополоцке может быть обусловлен только воздействием экзогенных (внешних) факторов. Выделенные классы заболеваний можно считать индикаторными, предположительно экологически обусловленными болезнями.

Это подтверждается результатами расчетов рассеивания загрязняющих веществ в приземных слоях атмосферы, спецификой токсического действия которых является способность вызывать патологические изменения в органах дыхания, нервной системе. Региональный уровень изменений здоровья, аналогичных выявленным при анализе детской заболеваемости в г. Новополоцке, позволяет оценить сложившуюся медико-экологическую ситуацию как существенно напряженную.

В процессе исследований были подготовлены топоосновы для сопоставления карт рассеивания загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы и распространенности детской заболеваемости. Результаты определения количественных зависимостей двух групп показателей свидетельствуют о наличии тесной корреляционной связи между загрязнением атмосферного воздуха диоксидами азота и серы ($r=0,7$, $r=0,6$ соответственно), диоксидами азота и серы, оксидом азота, мазутной золой ($r=0,6$) и аллергическими заболеваниями. Загрязнение атмосферы в различных частях города по отдельным вредным веществам и группам веществ одностороннего действия с разной степенью вероятности могло оказывать неблагоприятное воздействие на состояние здоровья детского населения. По отдельным загрязнителям риск влияния составляет более 50 % [3].

На основе анализа пространственной структуры загрязнения и заболеваемости, представленных на картах-схемах, специалистами медицинского профиля должны быть определены научно-практические направления деятельности и превентивные мероприятия по снижению неблагоприятного воздействия экологических факторов, установлена их очередность.

В последнее время рынок ГИС-технологий развивается по принципу открытых систем – систем, состоящих из компонентов, взаимодействующих друг с другом через стандартные интерфейсы. Реализация таких систем наряду с информационным обеспечением медико-экологических исследований должна стать информационным инструментом поддержки управленческих решений, что возможно, однако, только при наличии развитой компьютерной инфраструктуры.

1. Здоровье и окружающая среда / С.М. Соколова, В.Г. Цыганова. Мн., 2001.

2. Отчет о научно-исследовательской работе. Гигиеническая оценка и прогноз экологической ситуации г. Могилева и г. Гродно с учетом ее влияния на состояние здоровья населения. Мн., 1994.

3. Отчет о научно-исследовательской работе. Оценить влияние выбросов от стационарных и передвижных источников на окружающую среду г. Новополоцка и прилегающих территорий и разрешить комплекс мероприятий и систему их реализации по экологической стабилизации в регионе / Ч.А. Романовский. Мн., 2000.

4. Охрана окружающей среды г. Жлобина и Жлобинского района / В.М. Феденя, В.М. Бурак, А.В. Яковенко. Мн., 1999.

Поступила в редакцию 11.06.2003.

Алеся Владимировна Климович – магистрант кафедры почвоведения и геологии.

Наталья Михайловна Шульга – кандидат философских наук, заведующая сектором редакционно-издательской работы БЕЛНИЦЭКОЛОГИЯ.

УДК 801.311

С.Н. БАСИК

ПРОБЛЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ НАЗВАНИЙ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

The problem of the geographic names standartization in the western part of the Belarussian Polesie is shown. The toponymy information is one of the most important part of the standartization process.

Одним из ключевых аспектов прикладного использования геотопонимического потенциала народных географических терминов является стандартизация топонимии. Проблема упорядочения топонимов в настоящее время имеет государственное значение, так как сфера их применения исключительно широка. Являясь уникальными историческими и культурными свидетельствами, своеобразным наследием прошлого нашего народа, географические названия служат средством утверждения национального приоритета государства. С обретением независимости многократно возросли международные контакты Беларуси. Страна занимает свое место в мировом информационном пространстве. Этому способствовало вхождение Беларуси в состав Отдела Восточной Европы, Северной и Средней Азии группы экспертов ООН по географическим названиям (Киев, 24–28 октября 1994 г.). Таким образом, проблемы стандартизации топонимии в большинстве случаев выходят из сферы внутригосударственных интересов и приобретают международное значение. Топонимы, установленные и принятые в качестве обязательных на национальном уровне, должны получить признание и правильное отображение в международных договорах и соглашениях, материалах демаркации и делимитации межгосударственных границ, документах международных сухопутных, морских и воздушных перевозок, международных справочниках почтового и телеграфного обмена, при создании картографических материалов.

Народные географические термины входят в качестве структурного элемента в состав многих топонимов. Поэтому их установление и передача представляют собой часть передачи географических названий. Отсюда вы-

текает необходимость стандартизации народных географических терминов, формирующих топонимию.

По мнению Е.М. Пospelова, передача народных географических терминов представляет собой наименее разработанный вопрос практической транскрипции, изобилующий случайными решениями и непоследовательностью, в значительной степени снижающей практическую и научную ценность карт [1]. Современное написание терминов и топонимов нельзя считать окончательно установленным, что негативно сказывается и на документации, и на географических картах. Несмотря на разработку инструкций по передаче на картах топонимов и терминов, проблема их написания остается нерешенной.

Введение в официальное употребление западнopolесской географической терминологии является еще неразработанной проблемой. Если термины, которые входят в состав общеславянской лексики и употребляемые в их литературном значении, затруднений не вызывают, то местная узколокальная географическая терминология требует самого серьезного внимания. Данное обстоятельство обусловлено исключительной развитостью и дифференциацией диалектной географической лексики, а также явлением смыслового сдвига, когда один и тот же географический термин имеет различные (вплоть до противоположных) значения на сравнительно небольшой территории. Все названные факторы осложняются еще одним, вероятно ведущим среди лингвистических, – господством на данной территории специфической диалектной единицы, определяемой Ф.Д. Климчуком как брестско-пинские (загородские) говоры. Они характеризуются архаичностью, значительно отличающейся от диалектов белорусского языка. Поэтому русское и белорусское написание географических названий терминологического происхождения (как, впрочем, и иных) будет значительно отличаться от форм, употребляемых местным населением. Специалисты неоднократно отмечали необходимость введения в официальное употребление местных вариантов топонимов. В частности, В.П. Лемтюгова отмечает, что «местная форма топонима должна быть признана в качестве официальной и оформлена по законам современного белорусского языка» [2]. В.А. Жучкевич полагал, что русское написание должно по возможности приближаться к наиболее удачному выражению белорусской топонимической системы, а белорусское написание – соответствовать нормам белорусского языка и возможно точнее передавать местное произношение [3].

Кроме фонетических отличий значительными являются семантические. Народный географический термин *груд* полисемантичен и его значение изменяется в зависимости от специфики лингвогеографического микрорегиона. Широко распространенный славянский термин *бор* неизвестен в отдельных населенных пунктах (д. Спорово и Здитово, Березовский р-н). Подобных фактов, подтверждающих своеобразие региона в лингвогеографическом плане, довольно много.

В результате игнорирования специфики местной географической терминологии происходит деструкция топонимии, теряется уникальная историко-географическая информация. Использование карт на местности усложняется, так как географические названия на них имеют форму, далекую от той, которую используют местные жители. Таким образом, происходит обесценивание карт как средств научного исследования.

Существующая в настоящее время практика передачи народных географических терминов западной части Белорусского Полесья представляет собой наиболее слабое звено практической транскрипции. Очевидно, что стандартизация и упорядочение передачи терминов возможны при условии детальных лингвистических и географических исследований, которые включали бы полный комплексный сбор и фиксацию местных терминов, выясне-

ние их литературной и диалектной семантики, установление причин смысловых сдвигов, уточнения региональной специфики терминов как элементов культурно-исторического и природного ландшафтов.

При установлении основных правил передачи народных географических терминов на картах необходимо учитывать случаи практического применения карт, в частности на местности в качестве источника геосистемных исследований.

В соответствии с рекомендациями группы экспертов ООН по географическим названиям (UNGEGN), учрежденными специальными резолюциями Экономического и Социального Совета ООН (1959, 1968, 1973), картографические организации и их производственные предприятия при создании регистров населенных пунктов, баз топонимических данных, атласов и карт различного назначения, газетиров (стандартизированных списков географических названий) и иных картографических произведений и информационных материалов обязаны руководствоваться следующими общими принципами:

- фиксация названий географических объектов должна опираться на официальный или архивный материал;
- географические названия должны быть стандартизированы ответственным органом страны;
- географическому объекту присваивается одно географическое название;
- страны, применяющие кириллицу (нелатинописущие страны), должны писать географические названия буквами латинского алфавита согласно созданной собственной системе транслитерации, предназначенной для международного использования и утвержденной ООН;
- написание и правильное произношение географических названий должно опираться на лингвистический аспект.

В нашей стране официальным источником правильного написания географических объектов в официальных внутри- и межгосударственных документах, средствах массовой информации, картографической и иной печатной продукции является «Справочник административно-территориального деления Беларуси» (1987 г.), содержащий названия населенных пунктов в русском написании. Произошедшие с момента выхода справочника изменения значительно снизили его информативность. Поэтому республиканской топонимической комиссией при НАН Беларуси принято решение об издании нового справочника названий населенных пунктов страны. По Минской области такое издание уже подготовлено. Мы полагаем, что при написании справочника по Брестской области целесообразно придерживаться основного требования о передаче местных названий (в том числе и терминологического происхождения) на русском и белорусском языках с максимальным приближением к реальным, бытующим в народной среде формам. В противном случае будет утрачен неповторимый западнополюсский колорит региональной топонимии, передающий своеобразие и неповторимость региона, его этнокультурную специфику в национальном ландшафте Беларуси.

1. Поспелов Е. М. Топонимика и картография. М., 1971. С. 41.
2. Лемтюгова В. П. // Исторические названия – памятники культуры. М., 1989. С. 48.
3. Жучкевич В. А. Краткий топонимический словарь Белоруссии. Мн., 1974. С. 7.

Поступила в редакцию 17.06.2003.

Сергей Николаевич Басик – преподаватель кафедры физической географии материков и океанов и методики преподавания географии.

РЕЙТИНГОВАЯ ОЦЕНКА РЕГИОНАЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА РОССИЙСКО-БЕЛОРУССКОЙ ИНТЕГРАЦИИ

System of indicators for economic-geographical estimation of regional potential of Russian – Belarussian integration is grounded. Based on the estimation the typology of Russian Federation subjects for perfection of economic ties of Belarus and Russia is worked out.

Важнейшей задачей интеграции Республики Беларусь и Российской Федерации должно стать формирование единого экономического пространства в рамках Союзного государства с использованием преимуществ географического разделения труда. Учитывая значительную территориальную дифференциацию природно-ресурсного, социально-демографического и производственного потенциалов Российской Федерации, оптимизация региональной интеграции Беларуси и России посредством создания экономико-географической модели взаимодействия Беларуси с российскими регионами может существенно повысить социально-экономическую эффективность формирующегося Союзного государства. Для разработки такой модели прежде всего требуется оценка потенциальных возможностей российских регионов для организации экономических связей с Беларусью, другими словами – их интеграционного потенциала.

Интеграционный потенциал регионов России определяется как возможность установления белорусско-российских товарообменных связей и создания совместных предприятий на базе объединения капиталов и материальных ресурсов.

Комплексная его оценка может быть произведена с использованием метода многомерного анализа, который предполагает на начальном этапе обоснование системы индикаторов и формирование матрицы исходных данных. Последние могут быть представлены как в виде уровнейых показателей, так и темповых, отражающих состояние на определенную дату [1].

Интеграционный потенциал, как и любой другой, плохо поддается непосредственному измерению. Как правило, в таком случае приходится его оценивать по ряду косвенных индикаторов. При этом фактически сложившаяся структура межрегиональных связей Беларуси и России и их интенсивность в разной степени могут приближаться количественно и качественно к потенциалу. Поэтому при диагностике интеграционного потенциала российских регионов необходима оценка сложившегося уровня межрегиональных связей.

Показателями сложившегося уровня развития межрегиональных связей в определенной степени могут служить данные о товарообороте Беларуси с российскими регионами и о распределении белорусско-российских совместных предприятий по регионам России.

Выявление интеграционного потенциала российских регионов для экономики Беларуси предлагается проводить на основе следующих данных: емкость рынков сбыта; наличие энергоресурсов; возможности производственно-технологического кооперирования и специализации в рамках территориального разделения труда; благоприятность инвестиционного климата; транспортная доступность. Перед началом диагностики необходимо также выяснить, существует ли статистический эквивалент, или статистический показатель, который может служить индикатором оцениваемого признака.

Оценку емкости рынков сбыта (маркетинговые исследования) целесообразно проводить по максимально широкому кругу показателей. Так, уровень экономического развития и платежеспособность регионов-партнеров (регионы с высоким уровнем жизни населения – потенциально весьма емкий рынок в отношении товаров народного потребления) определяют по сле-

дующим показателям: валовой региональный продукт на душу населения; среднедушевые ежемесячные денежные доходы; среднемесячная номинальная начисленная зарплата работающих в экономике.

Учитывая структуру экспорта Беларуси, целесообразно оценить потребность сельского хозяйства потенциальных регионов-партнеров в технике, а угле- и рудодобывающих регионов – в карьерной технике. Парк тракторов в сельских хозяйствах России неумолимо стареет: по экспертным оценкам, из 780 тыс. машин не выработали свой амортизационный ресурс всего 50 тыс. А собственного производства, тем более мощной 130-сильной техники, способной тянуть одновременно 4 плуга, недостаточно. Беларусь же ежегодно выпускает около 3,5 тыс. таких тракторов и готова увеличивать производство вдвое при условии платежеспособного рынка сбыта. Российские регионы, имея ограниченные финансовые возможности, в качестве компромиссного решения выдвигают идею организации совместной сборки белорусской техники для села. Для оценки потребностей нами использованы показатели: площади сельскохозяйственных угодий; продукция сельского хозяйства; индексы физического объема продукции.

Интересы Беларуси в торговле с регионами России в значительной степени определяются оценкой их ресурсного потенциала, и в первую очередь топливно-энергетических ресурсов [2]. Индикаторами в настоящее время могут служить такие статистические показатели, как запасы угля (категория А+В+С₁); объемы добычи угля, нефти, включая газовый конденсат, естественного газа.

Для выявления возможностей производственно-технологической кооперации было бы целесообразно провести оценку следующих индикаторов: размещение филиалов белорусских предприятий, находящихся в российских регионах, и наоборот; взаимная потребность в технологиях и оборудовании; емкость рынка по научно-техническим, проектным, экономическим услугам (статистический аналог – заявки на выполнение работ); спрос на квалифицированные кадры (заявки на распределение специалистов), на импорт квалифицированных кадров различного уровня и профиля; временная необходимость в руководителях и инженерно-технических работниках из Беларуси в российских регионах и наоборот и т. п. [3]. Однако, учитывая, что такая статистика практически не ведется, для оценки потенциала производственно-технологической кооперации предлагается использовать следующие косвенные индикаторы: объем промышленной продукции в регионе; индексы промышленного производства; число организаций, выполнявших исследовательские разработки; инженерно-технический персонал, занятый исследованиями и разработками; количество исследователей с учеными степенями.

Доля предприятий и организаций частной формы собственности – статистический показатель, который дает представление о характере хозяйственного механизма в регионе. Информацию о восприимчивости к экономико-организационным инновациям в настоящее время может дать анализ инвестиций в основной капитал на душу населения; иностранных инвестиций в экономику регионов.

Обобщающими показателями транспортной доступности региона-партнера в России в определенной степени могут служить данные о плотности автомобильных дорог с твердым покрытием и железнодорожных путей общего пользования.

Конечно, оценка по предлагаемым 22 индексам далеко не полно характеризует интеграционный потенциал регионов России для экономики Беларуси. Однако на сегодняшний день нет других доступных статистических данных, которые позволили бы комплексно оценить возможности развития межрегиональных интеграционных связей двух государств.

Следующий этап многомерного анализа состоит в определении по каждому выбранному индикатору максимального (по величине) элемента, который принимается за единицу – регион-эталон. Показатели по другим регионам (a_{ij}) делятся на максимальную величину эталонного региона ($\max a_{ij}$). В результате получаем матрицу стандартизированных коэффициентов (x_{ij}):

$$x_{ij} = a_{ij} / \max a_{ij}.$$

Эти коэффициенты возводятся в квадрат. По каждому российскому региону результаты суммируются, из найденной суммы извлекается квадратный корень, в итоге получается рейтинговая оценка конкретного региона Российской Федерации (R_i):

$$R_i = \sqrt{x_{1i}^2 + x_{2i}^2 + \dots + x_{ni}^2}.$$

Таким образом, смысл рейтинговых оценок по данной методике состоит в следующем: чем ближе регион по названным индикаторам приближается к эталону, тем выше его рейтинговая оценка.

Ранжирование рейтинговых оценок позволяет определить место российского региона по уровню потенциальных возможностей для установления интеграционных связей с Беларусью и разработать их типологию для концепции новой региональной экономической интеграции Беларуси и России.

Хотя в состав Российской Федерации входят 89 субъектов, нами произведены расчеты стандартизированных коэффициентов по 79 субъектам. Были исключены автономные округа, входящие в состав краев или областей, и Чеченская Республика.

По интеграционному потенциалу для экономики Беларуси выделяются 5 типов российских регионов (рисунки).

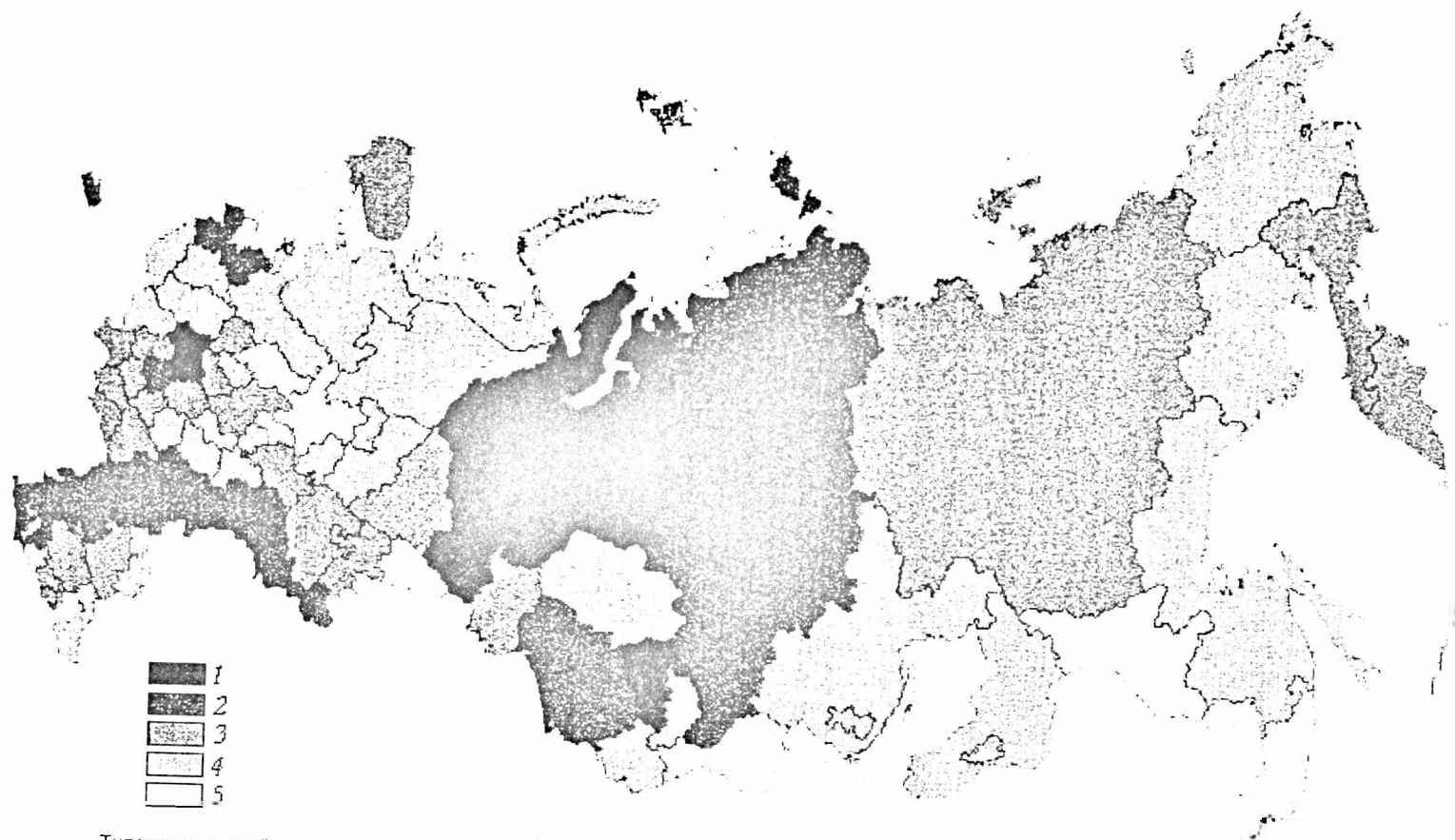
Тип 1. Сюда относятся регионы, обладающие очень высокими интеграционными возможностями: рейтинговые оценки колеблются от 3,01 до 2,1 – Московский столичный регион, Тюменская и Кемеровская области. Они отличаются высоким сложившимся уровнем регионального экономического взаимодействия с Беларусью, являются одними из основных рынков сбыта белорусской продукции, обладающих значительным экономическим потенциалом. Московский столичный регион имеет высокий научный и производственный потенциал, экономика его адаптирована к рыночным условиям хозяйствования, он географически близко расположен к Беларуси и транспортно доступен. Тюменская и Кемеровская области представляют для Беларуси экономический интерес в плане диверсификации топливно-энергетического баланса.

Тип 2. Его составляют регионы, обладающие высокими интеграционными возможностями для экономики Беларуси: рейтинговые оценки – от 2 до 1,72 (к нему отнесены 13 субъектов Российской Федерации). Данный тип регионов отличается широчайшим полем деятельности нашей страны по наращиванию экспорта потребительских товаров и продукции сельскохозяйственного машиностроения, усилению позиций на российском и мировом рынках транспортных услуг, созданию совместных белорусско-российских предприятий в высокотехнологичных отраслях. Внутри этого типа можно выделить четыре основных подтипа.

Подтип 2 а включает 8 российских регионов с высоким сельскохозяйственный потенциалом: Краснодарский и Алтайский края, Ростовскую, Оренбургскую, Саратовскую, Волгоградскую, Новосибирскую области, Красноярский край.

В подтип 2 б входят Калининградская область, обладающая особым экономико- и транспортно-географическим положением в Союзном государстве.

К подтипу 2 в отнесен столичный ареал Санкт-Петербург – Ленинградская область.



Типология российских регионов по интеграционному потенциалу для совершенствования экономических связей Беларуси и России.
Рейтинг: 1 – очень высокий (3,01–2,1), 2 – высокий (2,0–1,72), 3 – средний (1,71–1,56), 4 – низкий (1,55–1,41), 5 – очень низкий (1,4–1,27)

Подтип 2 г включает 2 российских региона – Тульскую и Самарскую области, обладающие высокими промышленным и научным потенциалами, транспортно доступные, с которыми у Республики Беларусь сложились довольно устойчивые экономические связи.

Тип 3. Это регионы, обладающие средним по значению интеграционным потенциалом: рейтинговые оценки составляют 1,71–1,56. Сюда входят 24 региона Российской Федерации. К этому же типу нами отнесены два региона (рейтинг которых достаточно низок – 1,49), обладающих особым приграничным экономико-географическим положением, – Смоленская и Псковская области. Это самый многочисленный и разнообразный тип регионов. В большинстве своем его составляют бывшие производственно-технологические партнеры Беларуси по географическому разделению труда в СССР. Регионы данного типа в значительной степени отличаются друг от друга по своему экономическому значению для нашей страны в новых условиях хозяйствования. Поэтому нами выделяются следующие подтипы:

Подтип 3 а включает 6 субъектов Российской Федерации, отличающихся выгодным транспортно-географическим положением на пути прохождения евроазиатского моста: Нижегородскую область, республики Татарстан и Башкортостан, Челябинскую, Свердловскую и Омскую области.

Подтип 3 б объединяет 9 субъектов Центрального федерального округа России – территории с высоким уровнем концентрации современного высокотехнологичного производства, ныне находящиеся в депрессивном состоянии – Воронежскую, Белгородскую, Владимирскую, Липецкую, Орловскую, Курскую, Ярославскую, Калужскую и Рязанскую области.

К *подтипу 3 в* отнесены приграничные регионы Российской Федерации – Брянская, Смоленская и Псковская области.

Подтип 3 г включает Мурманскую область, имеющую выход в моря Северного Ледовитого океана и географически близко расположенную по отношению к Республике Беларусь, что способствует совместному с Россией освоению ресурсов мирового океана.

Подтип 3 д – 2 региона Дальневосточного федерального округа Российской Федерации, использование интеграционного потенциала которых является в настоящих условиях проблематичным из-за их географической удаленности от Республики Беларусь, – Республику Саха (Якутию) и Камчатскую область.

Подтип 3 е включает 5 регионов Южного федерального округа РФ: Ставропольский край и республики Калмыкию, Кабардино-Балкарию, Ингушетию, Северную Осетию – Аланию.

Тип 4. Регионы, характеризующиеся низким интеграционным потенциалом по отношению к белорусской экономике: рейтинговые оценки колеблются от 1,55 до 1,41 (к нему отнесены 25 субъектов Российской Федерации). Они отличаются от регионов, образующих первые три типа, тем, что в территориальном разделении труда в строящемся Союзном государстве занимают далеко не самые значимые для экономики Беларуси позиции. Среди них также можно выделить ряд подтипов.

Подтип 4 а объединяет 16 регионов Европейской части России, географически относительно близко расположенных к Беларуси и транспортно доступных: Новгородскую, Тверскую, Ивановскую, Тамбовскую, Вологодскую, Пензенскую, Ульяновскую, Пермскую, Архангельскую, Астраханскую области, республики Коми, Чувашия, Удмуртия, Дагестан, Адыгея, Карачаево-Черкессия.

Подтип 4 б включает 9 российских регионов, интеграция с которыми осложняется ввиду их географической удаленности от Республики Беларусь: Сахалинскую, Магаданскую области, Хабаровский край, Чукотский автономный округ, Томскую область, республики Алтай и Хакасию, Иркутскую и Читинскую области.

Тип 5. Регионы, имеющие очень низкий интеграционный потенциал: рейтинговые оценки – от 1,4 до 1,27 единицы (11 субъектов Российской Федерации). Представляют для Беларуси весьма узкий интерес в плане возможности углубления внешнеэкономических связей и создания совместных предприятий. Выделяется ряд подтипов.

Подтип 5 а включает 5 регионов Европейской части России: республики Карелию, Мордовию, Марий Эл, а также Кировскую и Костромскую области Российской Федерации.

В *подтип 5 б* вошли 6 географически удаленных от Беларуси российских регионов: Курганская область, республики Тува и Бурятия, Амурская область, Еврейская автономная область и Приморский край.

Предлагаемая типология регионов на основе анализа их интеграционного потенциала позволяет сформулировать экономико-географическую концепцию формирования единого экономического пространства в границах Беларуси и России, предоставляющую возможность максимальной реализации эффекта от территориального разделения труда.

1. Экономика региона / В.И. Борисевич, П.С. Гейзлер, В.С. Фатеев и др.; Под ред. В.И. Борисевича. Мн., 2002. С. 246.

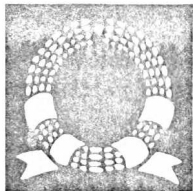
2. Гордейчик В.К. // Белорусская экономика: анализ, прогноз, регулирование: Экон. бюл. НИЭИ М-ва экономики РБ. 2001. № 6. С. 32.

3. Дмитриева О.Г. Региональная экономическая диагностика. СПб., 1992.

Поступила в редакцию 16.06.2003.

Светлана Георгиевна Иотко – научный сотрудник НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь.

Наши юбиляры



ИГОРЬ КОНСТАНТИНОВИЧ ЛОПАТИН



Исполняется 80 лет со дня рождения и 55 лет научной, педагогической и общественной деятельности известного ученого и педагога, доктора биологических наук, профессора кафедры зоологии БГУ Игоря Константиновича Лопатина.

И.К. Лопатин родился 13 ноября 1923 г. в г. Полтава в семье педагогов. В 1946 г. он закончил биологический факультет Харьковского университета, а позднее аспирантуру по специальности «Энтомология». Свою профессиональную деятельность Игорь Константинович начал в заповеднике «Аскания-Нова». Результаты исследований энтомофауны степей юга Украины легли в основу кандидатской диссертации, которую он защитил в 1950 г. в Одесском университете, где работал старшим научным сотрудником Зоологического музея, а позже старшим преподавателем кафедры зоологии.

С 1953 г. педагогическая и научная деятельность И.К. Лопатина связана с Таджикским государственным университетом. С этого времени он начал заниматься изучением энтомофауны Средней Азии. Им было организовано более 10 экспедиций по всем среднеазиатским республикам от пустыни Каракум до высокогорий Памира. Результатом этих широкомасштабных работ явились десятки публикаций с описанием новых для науки видов насекомых, сведенных в монографии «Жуки-листоеды Средней Азии и Казахстана», которая вышла в свет в 1977 г. в Алма-Ате, а в 1984 г. была переведена на английский язык и издана по заказу Департамента земледелия США.

В 1965 г. в Зоологическом институте АН СССР И.К. Лопатин защитил докторскую диссертацию, а в 1966 г. ему было присвоено ученое звание профессора. С этого времени он возглавил кафедру зоологии и стал деканом биологического факультета Таджикского государственного университета.

С 1970 по 1998 г. профессор И.К. Лопатин заведовал кафедрой зоологии БГУ. Блестящие способности энтомолога-систематика определили влияние Игоря Константиновича Лопатина на формирование в Беларуси и за ее пределами специалистов в этой области зоологии. Им подготовлены 19 кандидатов и 3 доктора биологических наук, активно работающих в Беларуси, других республиках СНГ, США, Канаде, Израиле, Сирии, Южно-Африканской республике. Результаты многолетних исследований ученого обобщены в 5 монографиях и более чем 220 статьях, среди которых около 50 вышли в научных периодических изданиях США, Венгрии, Чехии, Польши и Европейского союза (Германии, Нидерландов, Италии, Испании и др.). Специалисты разных стран мира пользуются консультациями и помощью профессора И.К. Лопатина при таксономической диагностике энтомологического материала.

В течение последних 33 лет под руководством И.К. Лопатина в Беларуси проводятся разноплановые фаунистические и зоогеографические исследования, а также комплексное изучение луговых и лесных систем, животного населения урбанизированных и заповедных территорий.

Широкая эрудиция, глубокие знания позволили И.К. Лопатину подготовить ряд учебников для университетов. В 1980 г. вышли в свет «Основы зоогеографии», получившие признание в СССР и за его пределами, а в 1989 г. дополненная и переработанная «Зоогеография», которая в 1995 г. была издана в Югославии, а в 1996 г. — в Словении, в 1983 г. — учебник «Общая зоология», используемый широким кругом биологов и зоологов. В 2001 г. в Москве в соавторстве с российскими коллегами профессором И.К. Лопатиным опубликованы «Основы зоологии и зоогеографии». В 2002 г. издан учебник «Функциональная зоология».

Большое внимание профессор И.К. Лопатин уделяет педагогической деятельности. Им разработан ряд оригинальных специальных курсов, общий курс «Функциональная зоология», в течение многих лет он читает классический университетский курс «Зоология беспозвоночных».

Весьма обширна и разнообразна общественная деятельность профессора И.К. Лопатина. В течение многих лет он является президентом Белорусского энтомологического общества, членом президиума Русского (ранее – Всесоюзного) энтомологического общества, членом редакционных советов журналов «Zoosystematica Rossica», «Энтомологическое обозрение», «Евразийский энтомологический журнал» и «Вестник БГУ» (сер. 2), членом специализированных ученых советов Института зоологии и Института защиты растений НАН Беларуси, членом Постоянного оргкомитета Международных симпозиумов по энтомофаунистике Центральной Европы, членом секции биологии Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований.

За заслуги в развитии науки и подготовке научных и педагогических кадров профессор Лопатин награжден медалями «За доблестный труд» и «Ветеран труда». В 1984 г. он стал лауреатом Государственной премии БССР за учебник «Зоогеография». В 1990 г. ему присвоено звание Заслуженного работника народного образования, а в 1993 г. он стал лауреатом премии им. академика А.Н. Севченко. В 1991 г. в Будапеште И.К. Лопатину была присуждена и вручена медаль Международных симпозиумов «За выдающиеся заслуги в энтомофаунистике Европы». За большой вклад в развитие энтомологической науки и подготовку научных кадров в 1994 г. И.К. Лопатин избран академиком Петровской академии наук и искусств. Неоднократно был награжден Почетными грамотами Министерства образования Республики Беларусь и БГУ.

Профессорско-преподавательский коллектив, студенты, сотрудники биологического факультета сердечно поздравляют Игоря Константиновича Лопатина со славным юбилеем, желают ему доброго здоровья, благополучия, дальнейшей плодотворной деятельности.

АЛИМ АЛЕКСАНДРОВИЧ ВЕЧЕР

Исполнилось 70 лет доктору химических наук, профессору кафедры физической химии Алим Александровичу Вечеру.

А.А. Вечер родился 4 июля 1933 г. в г. Минске в семье служащих. После окончания средней школы учился на химическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова, затем в аспирантуре под руководством члена-корреспондента АН СССР Я.И. Герасимова. Кандидатская диссертация (1959 г.) на тему «Исследование термодинамических свойств некоторых двойных металлических систем методом электродвижущих сил» положила начало исследованию термодинамических свойств бинарных и многокомпонентных сплавов методом ЭДС.

Научная и педагогическая деятельность А.А. Вечера с 1964 г. связана с БГУ, где он вначале руководил сектором Проблемной лаборатории полупроводниковой техники, а с 1967 по 1988 г. заведовал кафедрой физической химии. Благодаря его организаторским способностям

были налажены тесные связи кафедры с рядом ведущих вузов, НИИ и предприятий Советского Союза, что позволило укомплектовать учебные и исследовательские лаборатории современными приборами и оборудованием и в дальнейшем способствовало созданию на кафедре физической химии ряда уникальных установок. Творческая инициатива А.А. Вечера положила начало разработкам новых научных направлений: исследованию процессов в низкотемпературной плазме, выращиванию монокристаллов, космическому материаловедению, изучению свойств веществ при сверхвысоких давлениях и поведения конструкционных материалов в агрессивных средах.

В 1973 г. А.А. Вечер успешно защитил докторскую диссертацию на тему «Изучение термодинамических свойств веществ с помощью высокотемпературных гальванических элементов и количественного термографического анализа», в которой теоретически обосновал применение твердых анионпроводящих электролитов в термодинамических исследованиях и сенсорных устройствах. Результаты работы в дальнейшем были плодотворно использованы как в теоретических исследованиях, так и в прикладных целях.

После организации в 1978 г. в БГУ НИИ физико-химических проблем профессор А.А. Вечер возглавил лабораторию физической химии твердого тела, основное научное направление которой связано с исследованием электропроводящих оксидных керамик как катодов высокотемпературных топливных элементов. Полученные результаты позволяют начать проектирование отечественных топливных элементов.

Ученый широкого профиля А.А. Вечер отличается многообразием интереснейших идей, стремлением сблизить фундаментальные научные исследования с практикой. Он является известным специалистом в области физической химии твердого тела и химической термодинамики. Под его руководством получена обширная информация о термодинамических свойствах неорганических веществ различной природы; особенностях поведения материалов в экстремальных условиях (высокие температуры и давления, воздействие атомарных газов и щелочных металлов); внесен существенный вклад в развитие физико-химии анионпроводящих твердых электролитов; теоретически сформулированы и экспериментально доказаны принципы



создания устройств, использующих энергию рекомбинации атомарных газов, а также предложен новый преобразователь энергии солнечного излучения в электрическую. В результате были созданы твердотельные и полупроводниковые датчики, широко используемые в космической технике (в том числе в системе «Буря» и спутниках типа «Космос»). Разработчики и исполнители этого цикла исследований дважды премировались Комиссией СМ СССР по военнопromышленным вопросам.

В настоящее время интенсивно развиваются исследования по моделированию физико-химического воздействия земной атмосферы на материалы различной природы.

А.А. Вечер является автором свыше 400 научных работ, в том числе 3 монографий (в соавторстве) и 80 изобретений (в соавторстве). Под его руководством защищена 1 докторская и 20 кандидатских диссертаций. На протяжении 40 лет он читает на химическом факультете основную курс физический химии и ряд спецкурсов. Его лекции отличаются не только высоким научно-теоретическим уровнем, логичностью изложения, оригинальностью формулировок и выводов, но и особенным эмоциональным воздействием на студентов.

Педагогическое мастерство и личное обаяние А.А. Вечера всегда привлекали на кафедру физической химии талантливых молодежь. Доброжелательность в отношениях со студентами и сотрудниками, высокая эрудиция не только в естественнонаучных, но и гуманитарных областях знаний снискали Алимю Александровичу искреннюю любовь и уважение коллег.

Известный широкой химической общественности ученый и педагог А.А. Вечер полон жизненной энергии и новых замыслов.

Коллективы сотрудников химического факультета и НИИФХП, студенты, магистранты и аспиранты сердечно поздравляют Алима Александровича Вечера с юбилеем, желают ему дальнейших успехов, благополучия и долгих лет творческой деятельности.

ТАМАРА МИХАЙЛОВНА МИХЕЕВА



Исполняется 65 лет известному альгологу, доктору биологических наук, главному научному сотруднику НИЛ гидроэкологии Тамаре Михайловне Михеевой.

Т.М. Михеева родилась 13 ноября 1938 г. в д. Городец Горецкого района Могилевской области в крестьянской семье.

После учебы на биологическом факультете БГУ (1955–1960 гг.) специализировалась в области альгологии и продукционной гидробиологии. Вся трудовая биография Тамары Михайловны связана с биологическим факультетом: работала старшим лаборантом, в 1962–1965 гг. обучалась в аспирантуре у выдающегося гидробиолога профессора Г.Г. Винберга, являлась ассистентом кафедры зоологии беспозвоночных животных, с 1967 г. по настоящее время работает в НИЛ гидроэкологии сначала в качестве младшего, затем старшего, ведущего и главного научного сотрудника. В 1966–1967 гг. стажировалась в альгологических и гидробиологических учреждениях Чехословакии под руководством всемирно известного альголога профессора Богуслава Фотта.

Первая научная работа Т.М. Михеевой была посвящена фитопланктону Белого моря (1959). С 1961 г. принимала участие в экспедициях по изучению биологической продуктивности озер Беларуси, в том числе подвергавшихся рыбхозхозяйственной реконструкции. Ею обследованы в альгологическом отношении все крупнейшие реки Беларуси – Неман, Западная Двина, Днепр, Припять, Свислочь, а также некоторые водохранилища и пруды. Результаты этих исследований воплотились в кандидатскую диссертацию «Озерный фитопланктон и его продукционные возможности в водоемах разного типа» (1969). Докторскую диссертацию на тему «Структура и функционирование фитопланктона при эвтрофировании вод» она защитила в 1992 г.

Т.М. Михеева – автор 500 публикаций, из них 2 персональных и 7 коллективных монографий. Она является также одним из авторов и научным консультантом 5-томного издания «Энциклопедия природы Беларуси». Большинство ее работ в той или иной степени посвящены изучению биоразнообразия, а в монографии «Альгофлора Беларуси. Таксономический каталог» представлены все сведения об альгообразии различных местообитаний, т. е. дана современная картина состояния альгофлоры, позволяющая в последующем следить за его изменением в процессе эволюции водных экосистем.

Как ведущий специалист-альголог Т.М. Михеева существенно расширила знания об альгофлоре Беларуси. Большое число таксонов водорослей указаны ею впервые для территории нашей страны, а многие – и для бывшего СССР. Она впервые выявила и дала описание специфического биоценоза, представляющего симбиоз водорослей, ассоциированных с колонизальной инфузорией из рода *Ophrydium*, обитающей в оз. Нарочь. Во второе издание Красной Книги БССР по ее материалам впервые внесены 9 видов водорослей, представляющих научный или хозяйственный интерес для республики, подготовлены новые материалы по 16 видам

для включения их в третье издание и по 66 видам, требующим особого внимания и сохранения в альгорезерватах.

Т.М. Михеева дала количественную оценку интенсивности развития фитопланктона в озерах Беларуси разного трофического типа и впервые сравнила его с таковым в озерах мира. Также впервые в отечественной науке ею сделана обобщающая оценка продукционных возможностей единицы биомассы фитопланктона в различных водных экосистемах и установлены причины, их определяющие.

Значительное внимание Т.М. Михеева уделяет оценке участия и значения фитопланктона в процессах загрязнения и самоочищения вод, при этом большее значение она придает функциональным показателям жизнедеятельности гидробионтов. В ряде работ Т.М. Михеевой в соавторстве с другими исследователями освещена взаимосвязь различных гидробионтов: фито- и бактериопланктона, фито- и зоопланктона, фито-зоо- и бактериопланктона, фитопланктона и рыб. Ею выявлены не описанные ранее специфические адаптивные приспособления нанопланктонных водорослей к прессу потребителей и показано влияние последних на размерный состав фитопланктона и его фотосинтетическую активность.

На основании многолетних систематических мониторинговых наблюдений за развитием фитопланктона в Нарочанских озерах разного трофического статуса (Нарочь, Мясстро, Баторино) Т.М. Михеевой были проанализированы изменения в фитопланктонных сообществах в связи с естественным и антропогенным эвтрофированием озер, акцентировано внимание на важности выявления ранних этапов эвтрофирования. Ею впервые был отмечен рост абсолютных величин численности и биомассы мелкоклеточного фитопланктона на ранних этапах эвтрофирования и сделан вывод о сдвиге баланса в развитии крупно- и мелкоклеточных видов с повышением трофического статуса водоемов в сторону последних. Показано также, что на ранних этапах эвтрофирования видовое разнообразие фитопланктона возрастает и это не всегда сопровождается ростом его общей биомассы из-за преимущественного развития мелкоклеточных организмов. Выявлены также некоторые другие направленные тенденции изменений в структуре, сукцессии видов и особенностях функционирования фитопланктона при эвтрофировании и деэвтрофировании вод.

За большой личный вклад в науку Т.М. Михеева неоднократно была награждена грамотами ректората БГУ, Министерства высшего и среднего специального образования БССР, Всесоюзного гидробиологического общества АН СССР и гидробиологического общества БССР, была участником ВДНХ СССР. В 1987 г. ей была вручена медаль «Ветеран труда». Как один из ведущих специалистов-альгологов неоднократно участвовала в работе международных, союзных и республиканских конференций, симпозиумов, съездов. Т.М. Михеева на протяжении ряда лет принимала участие в учебном процессе на кафедре экологии. Является научным редактором ряда изданий. Американским биографическим институтом (ABI) Т.М. Михеева включена в восьмое издание книги «Кто есть Кто» («International Who's Who of Professional & Business Women»), была представлена к номинации «Женщина 2000 г.», в 2001 г. за выдающиеся достижения избрана в состав Почетной научной коллегии советников (The Research Board of Advisors) этого института.

Коллеги и сотрудники НИЛ гидроэкологии биологического факультета сердечно поздравляют Тамару Михайловну Михееву с юбилеем и желают ей здоровья, счастья и творческого долголетия.

ЭДУАРД АЛЕКСАНДРОВИЧ ВЫСОЦКИЙ



Исполнилось 60 лет известному ученому, профессору кафедры динамической геологии БГУ, доктору геолого-минералогических наук Эдуарду Александровичу Высоцкому.

Э.А. Высоцкий родился 13 августа 1943 г. в г. Витебске. В 1960 г. поступил на географический факультет БГУ, который с отличием закончил в 1965 г. и был направлен на работу в сектор стратиграфии и палеонтологии Института геологических наук Госгеолкома СССР.

Во время прохождения службы в Советской Армии принимал участие в инженерно-геологических изысканиях. В 1967–1968 гг. Эдуард Александрович работал старшим инженером-конструктором в Институте геологических наук (г. Минск) Министерства геологии СССР, участвовал в составлении геологической документации строящихся шахтных стволов 3-го Солигорского калийного комбината.

В 1968 г. Э.А. Высоцкий поступил в аспирантуру БелНИГРИ и в 1971 г. защитил кандидатскую диссертацию по проблеме формирования и оценки перспектив калиеносности соленосных отложений северной части Припятского прогиба, затем работал сначала младшим научным сотрудником, а с 1973 по 1988 г. – старшим научным сотрудником в отделе твердых полезных ископаемых БелНИГРИ. Этот период был одним из наиболее плодотворным.

творных в его трудовой и научной биографии: он являлся ответственным исполнителем и автором более 20 НИР; по заданию Министерства геологии СССР принимал участие в оценке прогнозных ресурсов нерудного минерального сырья и составлении геологических карт, внес более 50 рекомендаций, которые были впоследствии реализованы.

В 1989–1993 гг. Э.А. Высоцкий работал старшим научным сотрудником в ОНИЛ по палеогеографическим и палеогеоморфологическим методам прогноза полезных ископаемых БГУ, а в 1994–1997 гг. – ведущим научным сотрудником отдела твердых полезных ископаемых БелНИГРИ. В эти годы он начал активно заниматься изучением процессов седиментогенеза. Сочетал научно-исследовательскую деятельность с педагогической подготовкой студентов-геологов в БГУ. В 1997 г. Эдуард Александрович защитил диссертационную работу «Эвапориты Беларуси: обстановки осадконакопления и литофации», за которую ему была присуждена ученая степень доктора геолого-минералогических наук.

С сентября 1998 г. и по настоящее время Э.А. Высоцкий – профессор кафедры динамической геологии БГУ. Читает ряд лекционных курсов по геологическим дисциплинам для студентов: «Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых», «Генезис месторождений полезных ископаемых», «Месторождения горючих и неметаллических полезных ископаемых», «Месторождения металлических полезных ископаемых», а для магистров БГУ – курс «Геологические аспекты устойчивого развития». Педагогическую деятельность сочетает с научно-исследовательской работой на географическом факультете БГУ и в научных организациях Беларуси: БелНИГРИ (работал по совместительству главным научным сотрудником до мая 2002 г.), ИГН НАН Беларуси, БелГОРХИМПРОМ и др. В 2000 г. ему присвоено звание профессора по специальности «Геология». Эдуард Александрович – признанный специалист в области геологии эвапоритовых отложений. Он внес существенный вклад в разработку теоретических основ формирования соленосных отложений и связанных с ними полезных ископаемых.

Э.А. Высоцкий – автор более 200 опубликованных работ, в том числе четырех крупных монографий и четырех учебных пособий, научный руководитель, автор и соавтор более 50 НИР. Он является членом ученого совета БелНИГРИ, ряда научных проблемных советов республики, экспертом ГКНТ и членом экспертного совета ВАК Республики Беларусь.

Широкая эрудиция, энергия, мобильность, трудолюбие, доброжелательное отношение к людям снискали Эдуарду Александровичу заслуженный авторитет и уважение коллег-геологов, преподавателей и студентов.

Профессорско-преподавательский состав и сотрудники географического факультета желают Эдуарду Александровичу Высоцкому крепкого здоровья, дальнейших успехов в подготовке молодых специалистов и реализации новых творческих идей и замыслов.

РЕФЕРАТЫ

УДК 54

Ивашкевич О.А., Нечепуренко Ю.В., Рахманов С.К. Учреждению Белорусского государственного университета «Научно-исследовательский институт физико-химических проблем» – 25 лет // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 3.

Рассмотрены этапы становления и развития института в историческом аспекте, основные направления выполняемых фундаментальных и прикладных научных исследований, а также итоговые количественные показатели деятельности института за 25 лет его существования.

УДК 667.656.221:678.031.8

Щукин Г.Л., Беланович А.Л., Савенко В.П., Карпушенков С.А. Взаимодействие силиката натрия с коллоидными полимерными системами // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 3.

Определены особенности взаимодействия силиката натрия с латексом бутадиен-стирольного каучука, коллоидным раствором сополимера акриламида с акрилатом натрия и раствором битума в нефрасе. Установлено, что разрушение системы двух коллоидных растворов определяется переходом силикат-ионов в гель кремниевой кислоты. Этот переход инициирован не взаимодействием органического полимера коллоидного раствора с силикат-ионами, а компонентами коллоидных композиций – ионами OH^- или молекулами воды, обеспечивающими устойчивость коллоидной структуры силиката натрия.

Библиогр. 6 назв.

УДК 667.656.221:678.031.8

Щукин Г.Л., Беланович А.Л., Карпушенков С.А., Савенко В.П. Особенности формирования алюмосиликатных покрытий, модифицированных бутадиен-стирольным каучуком // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 3.

Исследованы особенности получения пленочных структур из немодифицированного и модифицированного бутадиен-стирольным каучуком алюмосиликата натрия.

Установлено, что избыточная щелочь, стабилизирующая раствор алюмосиликата натрия, тормозит реакцию поликонденсации в процессе формирования покрытия. Бутадиен-стирольный каучук, введенный в виде дисперсии в алюмосиликатный раствор при формировании покрытия, внедряется в его поры, трещины и другие полости.

Библиогр. 7 назв., ил. 2.

УДК 615.849.19

Иващенко Н.В., Ледак Е.А., Сенчук В.В. Активирование перекисного окисления липидов в реакции пероксидазного окисления флавонолов // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 3.

Исследована возможность активирования перекисного окисления липидов в реакции пероксидазного окисления ряда структурно-родственных флавонолов – кверцетина, рутина (3-рутинозид кверцетина) и морина. Методами UV-VIS-спектрофотометрии и стационарной ферментативной кинетики определены некоторые активные продукты реакции и эффективность индуцированного перекисного окисления липидов в реакции пероксидазного окисления флавонолов. Результаты анализируются в отношении взаимосвязи структуры и функции флавонолов и их способности к одноэлектронному окислению.

Библиогр. 13 назв., ил. 4.

УДК 577.3:612.822.3

Мартинovich Г.Г., Черенкевич С.Н., Денисов А.А., Молчанов П.Г., Булай П.М. Электрическая активность изолированных ганглиев моллюска *Lymnaea stagnalis* при действии пероксида водорода // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 3.

С использованием аппаратуры для внеклеточного мониторинга электрической активности нейронов проведено исследование электрической активности нервных ганглиев моллюска *Lymnaea stagnalis* при действии пероксида водорода в концентрациях от 0,5 до 20 ммоль/л. Было зафиксировано изменение частоты и амплитуды спайков нейронов моллюска. Установлено, что эффект воздействия H_2O_2 на электрическую активность нейронов определяется концентрацией окислителя и временем экспозиции нейронов к нему. Предполагается, что при низких концентрациях пероксид водорода выступает в качестве фактора регуляции функциональных свойств нейронов, при высоких – как повреждающий фактор.

Библиогр. 42 назв., ил. 3.

УДК 587.17

Яковец О.Г., Юрин В. М., Кудряшов А. П., Лис Е. М. Модификация атразином и симазинном ион-селективных свойств плазмалеммы клеток *Nitella flexilis* // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 3.

Используя электрофизиологические подходы к исследованию ион-селективных свойств плазмалеммы, установлено изменение коэффициента Na^+/K^+ -селективности (α) плазмалеммы клеток *Nitella flexilis* в присутствии *сим*-триазиновых гербицидов атразина и симазина. Показа-

но, что рост α в присутствии $2,3 \cdot 10^{-5}$ М и $9,3 \cdot 10^{-5}$ М атразина обусловлен в большей степени уменьшением проницаемости плазмалеммы к ионам K^+ (P_K), а в присутствии $9,9 \cdot 10^{-5}$ М симазина – увеличением проницаемости плазмалеммы к ионам Na^+ (P_{Na}). Снижение α в присутствии $4,6 \cdot 10^{-5}$ М атразина и $2,1 \cdot 10^{-5}$ М симазина связано с уменьшением P_{Na} . Причина наблюдаемых эффектов может заключаться в воздействии симметричных триазинов на K^+ -каналы плазмалеммы и/или на состояние липидного бислоя. Характер индуцируемых изменений ионной проницаемости мембраны определяется природой алкиламинных заместителей в сим-триазиновом кольце гербицидов.

Библиогр. 9 назв., табл. 1, ил. 1.

УДК 581.133.1

Кореньков А.Э., Юрин В.М. Ацидофицирующая активность ризодермы ячменя в условиях хлоридно-натриевого засоления // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 3.

Исследовалось влияние натриевого засоления на ацидофицирующую активность корневой системы семидневных этилированных проростков ячменя. Описана стресс-реакция клеток ризодермы на натриевое засоление. Выявлены пороговые значения концентраций засолителей, приводящие к активации, а также частичному или полному подавлению протонной помпы в клетках корней ячменя. Установлено, что ингибирующее влияние хлорида натрия на H^+ -АТФазную помпу в клетках ризодермы ячменя определяется главным образом ионами хлора.

Библиогр. 10 назв., ил. 3.

УДК 581.9

Тихомиров Вал. Н. Новые местонахождения редких и охраняемых видов растений в Беларуси. II // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 3.

Приводятся новые данные о распространении редких и охраняемых видов растений в Беларуси. Среди них – *Equisetum variegatum*, *Polypodium vulgare*, *Hedera helix*, *Conioselinum tataricum*, *Ostericum palustre*, *Siella erecta*, *Gentiana cruciata*, *Pyrethrum corymbosum*, *Coeoglossum viride*, *Epipactis atrorubens* и др.

Библиогр. 4 назв.

УДК 575.579.852

Титок М.А., Лагодич А.В., Селезнева Ю.В. Плазмидный состав бактерий *Bacillus subtilis*, выделенных из природных источников // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 3.

Изучен плазмидный состав 55 природных штаммов грамположительных бактерий, идентифицированных как *B. subtilis*. Показано, что 11 исследованных штаммов содержат внехромосомные генетические элементы различной молекулярной массы, причем в клетках 5 из них выявлено по одной плазмиде размером от 6,3 до 96,7 kb, а в клетках 6 штаммов обнаружены две плазмиды размером 8,0 kb и более 90. Наиболее распространенными среди природных штаммов *B. subtilis*, выделенных из различных источников, являлись крупные внехромосомные элементы размером более 90 kb.

Библиогр. 23 назв., табл. 2, ил. 1.

УДК 577.472.(28)(476.1)+577.48

Шалапенко Е. С., Макаревич О. А. Состояние очагов шистосомного церкариоза и фасциоза в оз. Нарочь // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 3.

Приводятся результаты изучения видового разнообразия гастропод оз. Нарочь и анализируется их роль в формировании очагов шистосомного церкариоза и фасциоза.

Библиогр. 3 назв., табл. 5, ил. 1.

УДК 595.75 + 632.937.2 (476)

Буга С.В., Лукашук А.О., Петров Д.Л. Полужесткокрылые насекомые (Hemiptera: Anthocoridae, Nabidae, Miridae) в структуре гильдии членистоногих животных – хищников дендрофильных тлей Беларуси // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 3.

Обобщены результаты многолетних исследований в условиях Беларуси структуры сообществ (гильдий) энтомофагов дендрофильных тлей. В агрегациях (колониях) тлей разных эколого-систематических групп зарегистрированы имаго и личинки по меньшей мере 20 видов полужесткокрылых. Два вида клопов-антокорид – *Anthocoris gallarumulmi* Deg. и *Anthocoris minki* Dohrn. – специализированы к развитию в галлах дендрофильных тлей семейства Pemphigidae и доминируют в составе гильдий хищников данных фитофагов. Остальные виды полужесткокрылых являются зоофитофагами, либо неспециализированными хищниками мелких беспозвоночных, встречаемость их в колониях дендрофильных тлей не превышала 1,5 %. *Orius vicinus* Ribaut. (Anthocoridae) впервые отмечен для фауны Беларуси.

Библиогр. 7 назв., табл. 2.

УДК 591.5:595.753 (476)

Бородин О.И., Буга С.В. Сезонная динамика видового разнообразия и основные тренды динамики численности цикадовых Западно-Белорусской ландшафтно-географической провинции // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 3.

Сезонная динамика видового разнообразия имаго цикадовых Западно-Белорусской ландшафтно-географической провинции прослежена на основе пятилетних данных. В условиях региона имаго *Auchenorrhyncha* активны с середины апреля до конца октября – начала ноября, а в отдельные годы – до середины декабря. Максимум видового разнообразия приходится на третью декаду июля. Выделены 4 фенологические группы цикадовых, описаны типичные тренды сезонной динамики численности их представителей.

Библиогр. 14 назв., ил. 3.

УДК 595.762.47

Минец М. П. Изменчивость фенетических и морфологических характеристик популяций жужелицы *Carabus hortensis* L. (Coleoptera, Carabidae) на территории Беларуси // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 3.

Проведен анализ изменчивости вида по морфометрическим характеристикам (длина переднеспинки, ширина переднеспинки, длина надкрылий, отношение длины переднеспинки к ширине переднеспинки, длины надкрылий к ширине надкрылий, длины надкрылий к длине переднеспинки) и числу ямок на втором первичном промежутке левого надкрылья. Выявлены различия морфометрических параметров по регионам, биотолам и годам сбора. Установлена фенетическая обособленность популяций юго-востока Беларуси.

Библиогр. 8 назв., табл. 4, ил. 1.

УДК 551.491.504(476)

Губин В. Н., Курило К. А. Геоэкологические последствия эксплуатации подземной гидросферы // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 3.

Рассмотрены методические подходы к оценке и прогнозированию геоэкологических последствий эксплуатации подземной гидросферы. На основе математического моделирования дана характеристика баланса подземных вод в естественных условиях и отражено его изменение при эксплуатации водозаборов. Произведена оценка последствий интенсивного водоотбора на речной сток и грунтовые воды в настоящем и будущем. Установлены закономерности формирования эксплуатационных запасов. Выполнен расчет миграции загрязняющих веществ через зону аэрации и неполного водонасыщения. Дан прогноз изменения качества подземных вод с учетом участков загрязненных поверхностных и грунтовых вод.

Библиогр. 6 назв., табл. 2, ил. 2.

УДК 911.2:551.4

Кузьмин С. И. Оценка территориальной организации аграрного природопользования Беларуси (географический аспект) // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 3.

Рассматриваются вопросы организации аграрного природопользования в Беларуси. Представлены результаты оценки влияния почвенно-геоморфологических факторов на характер территориальной организации агроландшафтов республики, а также отражены установленные зависимости между сельскохозяйственной освоенностью территории в различных природных условиях с экономическими показателями – общим баллом кадастровой оценки и нормативным чистым доходом.

Библиогр. 5 назв., табл. 2, ил. 3.

УДК 504.06(1-21):001.8

Герасимович С. А., Брилевский М. Н. Геоэкологическая оценка состояния геокомплексов микрорайона Веснянка г. Минска // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 3.

Предлагается методика геоэкологической оценки урбанизированных территорий. Проведено функциональное зонирование микрорайона Веснянка г. Минска, выделены природно-антропогенные геокомплексы, оценено состояние окружающей среды и составлена интегрированная комплексная геоэкологическая карта территории.

Библиогр. 7 назв., табл. 1, ил. 2.

УДК 911.3:339.9

Потаева Г. Р. Структурные особенности экономико-географического потенциала регионов США // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 3.

Проанализирована макроэкономическая динамика развития Соединенных Штатов Америки в XX в., выделены экономические районы (Северо-Восток, Средний Запад, Юг и Запад) и группы штатов по методике Бюро Цензов при Министерстве торговли США. Раскрыта субрегиональная структура хозяйства США и ее динамика, выявлены пространственные различия экономического развития районов и групп штатов.

Библиогр. 7 назв., табл. 4.

УДК 338.45(476)+338.91

Некриш В. В., Горева И. А., Ждановская Н. В. Пищевая промышленность Беларуси: тенденции и проблемы развития // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 3.

Выявлены тенденции и проблемы развития отрасли в переходный период формирования экономики. Сделана оценка динамики производства продукции на основе потребления населе-

нием продуктов питания. Рассмотрены обеспеченность страны продуктами собственного и импортного производства, приоритетные направления развития.

Библиогр. 6 назв., ил. 2.

УДК 502.4; 502.7

Голубев А.П., Рудаковский И.А., Лебедев Н.Г. Современное состояние родников Минской области – памятников природы республиканского значения // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 3.

Оценены изменения состояния родников Минской области – памятников природы республиканского значения – Святых криниц (Минский р-н) и Юцковского родника (Дзержинский р-н), родника Болцик (Мядельский р-н) и Погребиченских родников (Логойский р-н) за последние семь лет. Выявлены определенные негативные тенденции, связанные с увеличением антропогенной нагрузки, в первую очередь загрязнение родников и прилегающей территории бытовым мусором. Сделан вывод о необходимости организации мониторинговых наблюдений за названными природными объектами.

Библиогр. 7 назв., табл. 1.

УДК 502; 61; 911.3 (476)

Климович А. В., Шульга Н. М. Проблемы информационного обеспечения исследований влияния техногенного загрязнения окружающей среды на здоровье населения // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 3.

Рассматриваются проблемы информационного обеспечения исследований влияния техногенного загрязнения окружающей среды на здоровье населения. Представлены результаты исследований по оценке влияния техногенного загрязнения атмосферного воздуха в г. Новополоцке на здоровье детского населения.

Библиогр. 4 назв., ил. 1.

УДК 801.311

Басик С.Н. Проблемы стандартизации географических названий западной части Белорусского Полесья // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 3.

Рассматриваются проблемы стандартизации географических названий западной части Белорусского Полесья. Геотопонимическая информация является одной из важных частей в процессе стандартизации.

Библиогр. 3 назв.

УДК 338:91(476)

Иотко С.Г. Рейтинговая оценка регионального потенциала российско-белорусской интеграции // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 3.

Обоснована система индикаторов для экономико-географической оценки регионального потенциала российско-белорусской интеграции. На основании оценки разработана типология российских регионов по интеграционному потенциалу для совершенствования экономических связей Беларуси и России.

Библиогр. 3 назв., ил. 1.

УКАЗАТЕЛЬ статей, опубликованных в 2003 г.

ХИМИЯ

Безбородов В.С., Ковганко Н.Н., Лапаник В.И. Синтез и жидкокристаллические свойства некоторых оптически активных производных 2-изоксазолин-3-арил-5-карбоновой кислоты.....	2	3
Герт Е.В., Зубец О.В., Шишенок М.В., Торгашов В.И., Капуцкий Ф.Н. Энтеросорбенты на основе карбоксилированной микрокристаллической целлюлозы	1	3
Ивашкевич О.А., Нечепуренко Ю.В., Рахманов С.К. Учреждению Белорусского государственного университета «Научно-исследовательский институт физико-химических проблем» – 25 лет.....	3	3
Курневич Г.И., Тишина Е.А., Садова Т.А. О температуре расширения окисленного графита	1	26
Курневич Г.И., Садова Т.А., Богинский Л.С., Божко Д.И. Прессованные композиты термически расщепленного графита с полиамидом.....	2	7
Паньков В.В., Добрянский В.М., Малишевский В.Ф., Ломоносов В.А. Фазовое равновесие и проблемы синтеза гомогенного сверхпроводника системы $Y_2O_3 - BaO - CuO$	1	21
Ратько А.А., Егоров В.В., Рахманько Е.М., Пронина И.А. Бензоат-селективный электрод на основе тетрафенилпорфиринового комплекса олова и его применение в анализе	1	9
Рахманько Е.М., Егоров В.В., Таразевич М.Я., Рубинова А.Д. Использование цинк-роданидного электрода с низким пределом обнаружения для определения цинка в природных объектах	1	16
Щукин Г.Л., Беланович А.Л., Карпушенков С.А., Савенко В.П. Особенности формирования алюмосиликатных покрытий, модифицированных бутадиен-стирольным каучуком	3	10
Щукин Г.Л., Беланович А.Л., Савенко В.П., Карпушенков С.А. Взаимодействие силиката натрия с коллоидными полимерными системами	3	7

БИОЛОГИЯ

Александрович О.Р., Зеленер Н.П. Влияние обработки посевов ячменя инсектицидом Суми-альфа на структуру популяции медной жужелицы <i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758) (Coleoptera, Carabidae).....	1	60
Буга С.В., Лукашук А.О., Петров Д.Л. Полуужесткокрылые насекомые (Hemiptera: Anthocoridae, Nabidae, Miridae) в структуре гильдии членистоногих животных – хищников дендрофильных тлей Беларуси	3	43
Бородин О.И., Буга С.В. Сезонная динамика видового разнообразия и основные тренды динамики численности цикадовых Западно-Белорусской ландшафтно-географической провинции.....	3	48
Василенко С.Л., Максимова Н.П., Туток М.А. Оптимизация условий мутагенеза для бактерий <i>Pseudomonas mendocina</i>	1	43
Губич О.И., Шолух М.В. Оптимизация условий определения цАМФ методом радиоиммунного анализа	2	11
Дерунков А.В. Экологическое разнообразие стафилинид (Coleoptera, Staphylinidae) в сосновых культурах на охраняемых территориях Беларуси	2	35
Джус М.А., Тихомиров Вал.Н. Новые местонахождения редких и охраняемых видов растений в Беларуси.....	2	26
Иващенко Н.В., Ледак Е.А., Сенчук В.В. Активирование перекисного окисления липидов в реакции пероксидазного окисления флавонолов.....	3	13
Кореньков А.Э., Юрин В.М. Ацидофицирующая активность ризодермы ячменя в условиях хлоридно-натриевого засоления	3	27
Ледак Е.А., Сенчук В.В. Окисление ряда флавонолов пероксидазой из хрена	1	30
Мартинович Г.Г., Черенкевич С.Н., Денисов А.А., Молчанов П.Г., Булай П.М. Электрическая активность изолированных ганглиев моллюска <i>Lymnaea stagnalis</i> при действии пероксида водорода	3	17
Минец М.Л. Изменчивость фенетических и морфологических характеристик популяций жужелицы <i>Carabus hortensis</i> L. (Coleoptera, Carabidae) на территории Беларуси	3	53
Млынарчык М.П., Сауткина Т.А. Флора наваколла пас. Ракаў.....	2	20
Мямин В.Е., Песнякевич А.Г., Прокулевич В.А. Получение очищенных метаболитов пути утилизации пектиновых веществ	1	47
Нагорская Л.Л., Мороз М.Д. Ракушковые раки (Crustacea: Ostracoda) озер Березинского биосферного заповедника.....	1	51
Нестерова О.Л. Биология видов рода <i>Gastrophysa Chevrolat</i> (Coleoptera, Chryso-		

<i>melidae</i>) в условиях Беларуси	2	31
Павлютин А.П. Количественные закономерности утилизации аллохтонного детрита водным осликом (<i>Asellus Aquaticus</i> L.).....	1	57
Поликсенова В.Д. Многолетняя динамика микозов культуры томата в защищенном грунте Беларуси. Ч. 1. Кладоспориоз.....	2	15
Потапович А.И., Стригунова Е.Н., Костюк В.А. Исследование влияния флавоноидов на процессы метгемоглобинообразования в эритроцитах и их лизатах	1	36
Потапович А.И., Стригунова Е.Н., Марчик И.К., Костюк В.А. Исследование цитотоксического действия симм-триазиновых гербицидов на клетки крови и иммунной системы	1	40
Тихомиров Вал.Н. Новые местонахождения редких и охраняемых видов растений в Беларуси. II	3	30
Титок М.А., Лагодич А.В., Селезнева Ю.В. Плазмидный состав бактерий <i>Bacillus subtilis</i> , выделенных из природных источников	3	35
Шалапенко Е.С., Макаревич О.А. Состояние очагов шистосомного церкариоза и фасциоза в оз. Нарочь	3	39
Яковец О.Г., Юрин В. М., Кудряшов А. П., Лис Е. М. Модификация атразина и симазина ион-селективных свойств плазмалеммы клеток <i>Nitella flexilis</i>	3	23

ГЕОГРАФИЯ

Атоян Л.В. Основные этапы компьютерного создания карт	2	50
Басик С.Н. Проблемы стандартизации географических названий западной части Белорусского Полесья		96
Высоцкий Э.А. Поисковые геологические критерии месторождений калийных солей... ..	2	76
Герасимович С.А., Брилевский М.Н. Геоэкологическая оценка состояния геокм-плексов микрорайона Веснянка г. Минска	3	70
Гледко Ю.А., Антипин Е.Б. Геоэкологические последствия горнодобывающей деятельности в Белорусском Полесье	1	69
Голубев А.П., Рудаковский И.А., Лебедев Н.Г. Современное состояние родников Минской области – памятников природы республиканского значения.....	3	87
Гриневич А. Г., Емельянов Ю. Н., Кольмакова Е. Г. Гидрохимическая ситуация в бассейне р. Днепр	2	56
Губин В.Н., Курило К.А. Геоэкологические последствия эксплуатации подземной гидросферы	3	59
Губина Т.В. Техногенные сейсмические процессы в Солигорском горнопромыш-ленном районе.....	1	78
Евдокимов В.Н., Зарубов А.И. Особенности трансформации продуктов дефека-ции коловратки <i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas.....	1	87
Иотко С.Г. Рейтинговая оценка регионального потенциала российско-белорус-ской интеграции	33	99
Климович А.В., Шульга Н.М. Проблемы информационного обеспечения исследо-ваний влияния техногенного загрязнения окружающей среды на здоровье населения	3	92
Корзун В.М. К вопросу об индикаторах устойчивого экологического развития г. Минска	2	66
Король С.И. Влияние ландшафтного разнообразия на особенности размещения старинных усадеб.....	2	45
Красовский К.К. Географические особенности урбанизации в контексте глобаль-ных проблем современности	2	80
Кузьмин С.И. Оценка территориальной организации аграрного природопользо-вания Беларуси (географический аспект).....	3	64
Мышлэн Т.А. Почвенные условия миграции ⁹⁰ Sr и ¹³⁷ Cs в трансупераквальных ландшафтах (на примере поймы р. Сож).....	2	61
Некриш В.В., Горева И.А., Ждановская Н.В. Пищевая промышленность Белару-си: тенденции и проблемы развития	3	81
Пирожник И.И. Геоэкономическая структура мирового хозяйства и задачи устой-чивого развития	1	92
Потаева Г.Р. Структурные особенности экономико-географического потенциала регионов США.....	3	76
Романкевич А.П. Типизация рельефа мелиорированных болотных ландшафтов Белорусского Полесья	2	41
Струк М.И., Бакарасов В.А. Методика оценки устойчивости к внешним воздейст-виям природной среды административных районов Беларуси	1	64
Чижевская Ж.А. Реализация концепции устойчивого развития в условиях малого города.....	1	98
Шкарубо А.Д., Лопух П.С. Роль водной растительности в формировании гидро-экосистем малых водотоков (на примере рек бассейна Днепра).....	2	70
Штефан Л.В. Вещественный состав пород диатрем Жлобинской седловины.....	1	82

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Бесядка Э., Цихоцка М., Мороз М.Д., Мухин Ю.Ф. Новые виды водных клещей (Acari: Hydracarina) фауны Беларуси.....	2	89
Гончаров Д.А. Воздействие чайковых птиц на растительность их гнездовых ста- ций	2	91
Гричик В.В., Гаевский Е.Е. Новые данные о белобрюхой белозубке (<i>Crocidura leucodon</i> Herm.) в Беларуси.....	1	107
Нестерова О.Л. Трофическая специализация жуков-листоедов (<i>Coleoptera, Chrysomelidae</i>) фауны Беларуси.....	1	104
Павлютин А.П. Радиоактивность зарослевых форм водных животных непроточ- ного озера	2	96
Пискун С.Г., Поликсенова В.Д., Анохина В.С. Фитотоксическая активность возбу- дителя фузариозного увядания томата.....	2	87
Сидоров А.В., Полянина И.П. Влияние изменения кислотно-основного равнове- сия воды на поведение моллюска <i>Lymnaea stagnalis</i>	2	94
Трифонов О.В., Остапеня А.П. Скорость потребления бактерий перифитомом вторичных отстойников станции биологической очистки сточных вод	1	102

ХРОНИКА

Антипова Е.А., Пирожник И.И. Республиканская научная конференция «Регио- нальные проблемы социально-экономической географии»	1	108
Лукашевич И.Г. XX Европейский арахнологический коллоквиум	2	100

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

Алим Александрович Вечер.....	3	106
Эдуард Александрович Высоцкий.....	3	108
Валерий Николаевич Гурин.....	1	110
Игорь Константинович Лопатин	3	105
Тамара Михайловна Михеева.....	3	107

РЕЦЕНЗИИ

Зайко С.М., Качков Ю.П. В.И. Белковский, А.П. Лихацевич, А.С. Мееровский, С. Юрчук, Я. Островский. Использование и охрана торфяных комплексов в Белору- си и Польше.....	2	102
Чертко Н.К. М.А. Хрусталева. Экогеохимия моренных ландшафтов центра Рус- ской равнины.	2	104
Яцухна В.М. Скарбы прыроды Беларусі: тэрыторыі, якія маюць міжнароднае зна- чэнне для захавання біялагічнай разнастайнасці / А.У. Казулін, Л.А. Вяргейчык, М.Я. Нікіфараў і інш.....	1	111

ПАМЯТИ УЧЕНОГО

Вадим Федорович Тикавый.....	1	113
Рефераты	1	114
	2	105
	3	110

CONTENTS

CHEMISTRY

<i>Ivashkevich O. A., Nechepurenko Yu. V., Rakhmanov S. K.</i> Research Institute for Physical Chemical Problems of Belarusian State University celebrates twenty-fifth anniversary.....	3
<i>Shchukin G.L., Belanovich A.L., Savenko V.P., Karpushenkov S.A.</i> Interaction of sodium silicate with colloidal polymer systems	7
<i>Shchukin G.L., Belanovich A.L., Karpushenkov S.A., Savenko V.P.</i> The features of forming aluminosilicate films modified by butadiene-styrene synthetic latex.....	10

BIOLOGY

<i>Ivashchenko N.V., Ledak E.A., Sentchouk V.V.</i> Activation of lipid peroxidation in the reaction of peroxidase oxidation of flavonoles.....	13
<i>Martinovich G.G., Cherenkevich S.N., Denisov A.A., Molchanov P.G., Bulai P.M.</i> Electrical activity of the isolated molluscan <i>Lymnaea stagnalis</i> ganglia induced by hydrogen peroxide	17
<i>Yakovets O.G., Yurin V.M., Kudryashov A.P., Lis E.M.</i> Atrazine and prometryn modification the ion-selective properties of the plasmalemma of <i>Nitella flexilis</i> cells	23
<i>Korenkov A.E., Yurin V.M.</i> Acidofication activity of barley rhizodermic at conditions of sodium chlorine salting.....	27
<i>Tikhomirov V.N.</i> New localtion of rare and protected plant species in Belarus	30
<i>Titok M.A., Lagodich A.V., Selezneva Ju.V.</i> Plasmid composition of bacillus subtilis bacteria isolated from various natural sources.....	35
<i>Shalapenok E.S., Makarevich O.A.</i> The state of the centers of schistosomae cercariose and fasciolese in Lake Naroch	39
<i>Buga S.V., Lukashuk A.O., Petrov D.L.</i> Hemipterous insects (<i>Hemiptera: Anthocoridae, Nabidae, Miridae</i>) in the structure of predatory guild of dendrocolous aphids under the condition of Belarus'	43
<i>Borodin O.I., Buga S.V.</i> The seasonal dynamics of the species diversity and main trends of <i>Auchenoryncha</i> number of the Western-Belarus landscape-geographical province	48
<i>Minets M.L.</i> Changeability of phenetical and morphometrical populations characteristics of species <i>Carabus hortensis</i> L. (<i>Coleoptera, Carabidae</i>) in Belarus.....	53

GEOGRAPHY

<i>Gubin V.N., Kurilo K.A.</i> The geoecological consequences of exploitation of underground hydrosphere.....	59
<i>Kuzmin S.I.</i> The assessment of territorial organization of agrarian nature use of Belarus: geographic aspekt	64
<i>Herasimovich S.A., Brylevski M.N.</i> The geoecological estimation of geocomplexes condition of Viasnianka district in Minsk.....	70
<i>Potaeva G.R.</i> Structural peculiarities of the economic geographical potentials of the regions of USA	76
<i>Nekrish V.V., Goreva I.A., Zhdanovskaya N.V.</i> Food production of Belarus: trends and development problems	81
<i>Golubev A.P., Rudakovskiy I.A., Lebedev N.G.</i> The present-day state of the springs of Minsk province – the national natural monuments	87
<i>Klimovich A.V., Shulga N.M.</i> Information supplies problems in researching the influence of man-caused environmental contamination's on the population's health	92
<i>Basic S.N.</i> The problems of the geographical names of the western pasrt of the Belarusian Polessie standartization.....	96
<i>Iotko S.G.</i> Rating estimation of regional potential of Russian – Belarussian integration	99

OUR JUBILEE

<i>Igor Konstantinovich Lopatin</i>	105
<i>Alim Alexandrovich Vecher</i>	106
<i>Tamara Mikhaylovna Michejeva</i>	107
<i>Eduard Alexandrovich Vysotsky</i>	108
Summary	110
Index of articles publised in 2003	114