

ВЕСТНИК

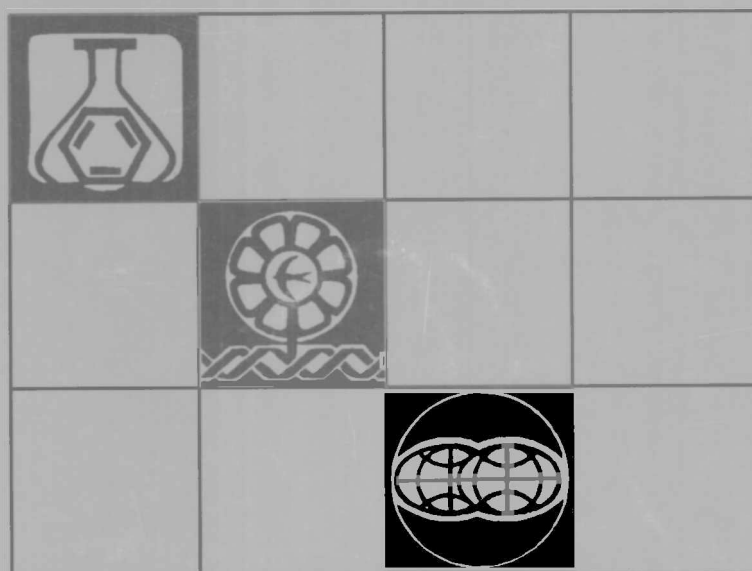
Белорусского государственного
университета

СЕРИЯ 2

Химия
Биология
География

3

2001





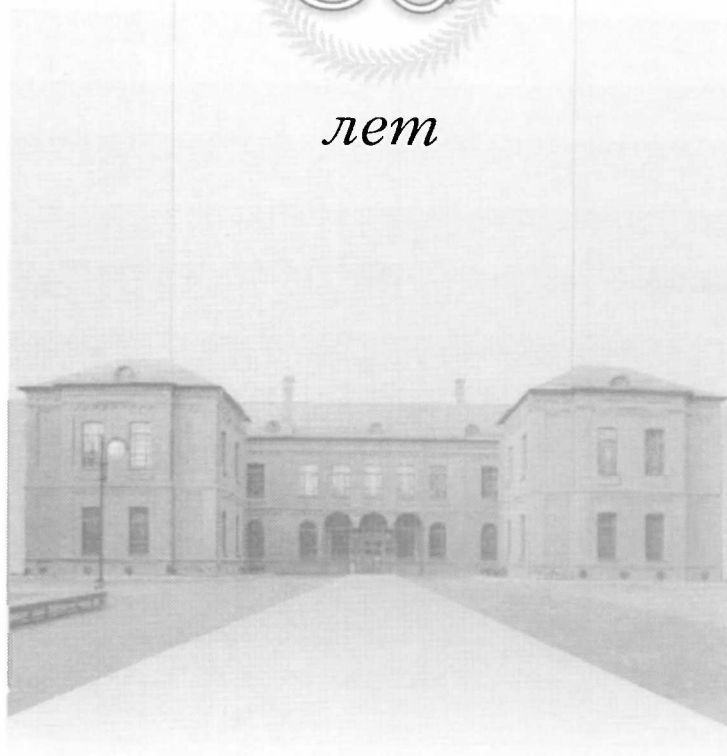
БЕЛОРУССКОМУ
ГОСУДАРСТВЕННОМУ
УНИВЕРСИТЕТУ

1921



2001

лет



ВЕСТНИК

**Белорусского государственного
университета**

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с января 1969 года
один раз в четыре месяца

СЕРИЯ 2

**Химия
Биология
География**

3/2001

Октябрь

**МИНСК
БГУ**

Главный редактор В.Г. РУДЬ

Редакционная коллегия серии:

Ф.Н. КАПУЦКИЙ (*ответственный редактор*),
В.С. АНОШКО, Г.А. БРАНИЦКИЙ, А.Н. ВИТЧЕНКО, С.А. ВОРОБЬЕВА
(*ответственный секретарь*), **В.Н. ГУБИН, Л.В. КОЗЛОВСКАЯ** (*зам.*
ответственного редактора), **И.К. ЛОПАТИН, В.В. ЛЫСАК,**
И.И. ПИРОЖНИК, В.Д. ПОЛИКСЕНОВА, В.А. ПРОКУЛЕВИЧ,
Е.М. РАХМАНЬКО, В.В. СЕНЧУК (*зам. ответственного редактора*),
Л.С. СТАНИШЕВСКИЙ, В.М. ЮРИН

Учредитель:
Белорусский государственный университет

Регистрационный № 805

ВЕСТНИК БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Серия 2: Хим. Биол. Геогр. 2001. № 3

Адрес редакции: 220050, Минск, ул. Бобруйская, 7, к. 412, 413. Тел. 209-54-00.
E-mail vestnik_bsu@research.bsu.unibel.by

Редактор *И.А. Лешкевич*
Корректор *Л.А. Меркуль*
Технический редактор *Ю.И. Денисов*

Набор и верстка выполнены в редакции журнала *Р.Е. Овсянниковым и Ю.И. Денисовым*

Подписано в печать 03.10.01. Формат 70х108 1/16. Бумага офс. Печать офс.
Усл.печ. л. 10,35. Усл. кр.-отг. 10,82. Уч.-изд. л. 10,85. Тираж 410 экз. Заказ 565.
Цена 1371 р.

Отпечатано с готовых диапозитивов заказчика в РУП «Издательский центр БГУ».
220030, Минск, ул. Красноармейская, 6.
ЛП № 461 от 14.08.01.

80
лет

БЕЛОРУССКОМУ
ГОСУДАРСТВЕННОМУ
УНИВЕРСИТЕТУ



УДК 541

Г.А. БРАНИЦКИЙ, Т.П. КАРАТАЕВА

ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ В ПРОШЛОМ И НАСТОЯЩЕМ



Браницкий Геннадий Алексеевич – доктор химических наук, профессор, декан химического факультета, заслуженный деятель науки РБ. Область научных интересов – химия твердого тела, химия фотографических процессов, наноструктурированные системы в катализе. Автор более 350 научных работ.

Каратаева Тамара Петровна – заместитель декана химического факультета, кандидат химических наук, доцент кафедры неорганической химии. Область научных интересов – химия и фотохимия твердых тел, методические аспекты преподавания. Автор более 80 научных и научно-методических работ, двух учебных пособий.



The paper reviews the formation and the main stages of the subsequent development of the Chemistry Department. It also surveys the contribution of the administration, lectures and research staff in the organization of teaching and research and creation of the university material resources.

Первый год нового тысячелетия знаменуется двумя важными событиями в жизни Белорусского государственного университета: ведущий вуз в национальной системе образования Республики Беларусь отмечает свое 80-летие, а химический факультет как одно из его структурных подразделений – 70-летие со дня основания. Эта статья посвящается тем, кто отдавал все свои физические и духовные силы для их развития и процветания. Труднее всего было тем, кто стоял у истоков.

Воплощение в жизнь решения правительства только-только обозначенной на карте Белорусской республики об открытии в ее столице – г. Минске – университета происходило в невероятно сложных условиях. Декрет Центрального Исполнительного Комитета рабочих, крестьянских и солдатских депутатов БССР об открытии университета и выделении на его организацию одного миллиона рублей был подписан его председателем А.Ф. Мясниковым 25 февраля 1919 г. Однако для реального претворения его в жизнь понадобилось немало времени.

Сегодня по-разному оценивается роль Октябрьской революции в развитии всех регионов бывшего Советского Союза. Но, справедливости ради, отметим, что Белоруссия до этого события всегда находилась на положении отсталой окраины царской России, не имевшей ни одного университета.

Известно [1], что первая высшая школа в Белоруссии была основана в XIV ст. Это так называемая Виленская иезуитская академия, позднее ре-

формированная в главную школу, а затем, в 1803 г., в Виленский университет, ставший центром польской культуры и образования. Указом Николая I этот университет был закрыт 1 мая 1832 г. из-за боязни распространения в студенческой среде революционных идей и настроений. Беларусь надолго осталась без своего высшего учебного заведения. Это не означает, что в последующие годы не предпринимались попытки возрождения университета прогрессивными белорусскими буржуазными деятелями, но эти попытки не имели успеха.

С момента подписания декрета об открытии университета необходимо было решить самую главную задачу – подобрать, заинтересовать и привлечь к работе профессуру. Решением этой задачи занимались специально созданные комиссии – одна работала в Минске, другая – Москве. Их усилия принесли реальные результаты. Приехать в Минск на работу согласились многие видные ученые из Московского, Петроградского, Казанского и некоторых других университетов [2].

В день освобождения Минска от поляков (11 июля 1921 г.) состоялось торжественное заседание общественности с участием членов правительства, на котором были оглашены декрет об открытии университета и состав правления университета. Его председателем был накануне утвержден ректор В.И. Пичета. Обстановка в молодой республике в это время была сложной: экономика и хозяйство были практически полностью разрушены войной, в стране свирепствовал голод. Университету не хватало средств на организацию учебного процесса.

Сегодня нельзя без волнения читать воспоминания очевидцев о том, как начинался первый день занятий в университете 31 октября 1921 г.

«Первым начинал функционировать факультет общественных наук, под который был отведен один этаж бывшей реальной школы Хайкина, причем 3/4 этажа оставались занятыми железнодорожной школой, которая никак не соглашалась уступить место университетским “оккупантам”: “Выйдет ли что-либо из вашего университета ... будет ли он существовать ... еще большой вопрос”.

“... За час до начала заседания актовый зал был пустым. Мы взялись перетаскивать из коридорчика скамейки, нашли небольшой столик ... и приспособили его в качестве кафедры ... Вскоре начали собираться студенты и зал заполнился до отказа ... Белорусский государственный университет родился... Правда, условия для его функционирования были суровыми. Студенты чаще всего стоя напряженно слушали лектора, стоящего между четырех стен ... отсутствовали скамейки... писали в перчатках и карандашами: чернила замерзали ...» [1].

Но университет жил. И сейчас можно утверждать, что полностью оправдал ожидания своих основателей, целью которых было создание высшего учебного заведения, отвечающего самым высоким требованиям. Но этому предшествовали годы упорного труда всех, кто работал в нем в условиях постепенно набирающего силу молодого государства, а затем в условиях репрессий, Великой Отечественной войны и трудных первых послевоенных лет.

Вначале в университете были открыты рабочий, общественных наук и медицинский факультеты, затем – сельскохозяйственный, физико-математический, педагогический. В последующем на базе двух кафедр химического профиля (неорганической и органической химии), обеспечивавших преподавание химических дисциплин на естественном отделении педагогического и медицинского факультетов и явившихся ядром химического отделения (организовано в 1930 г.), был создан химический факультет (1931 г.). У его истоков стояли профессор Борис Моисеевич Беркенгейм и Николай Александрович Прилежаев [2].

Б.М. Беркенгейм – выпускник Московского государственного университета – учился в Гейдельберском университете, где одновременно изучал неорганическую химию в лаборатории Курциуса и радиоактивные явления. Вернувшись в Москву, работал в лаборатории Зелинского, позднее в лаборатории Шилова, в университете Шанявского в Академии наук Украины, преподавателем химии в Киевском рабоче-крестьянском университете и исполнял обязанности ректора этого университета.

Во время первой мировой войны Б.М. Беркенгейм два года провел на фронте, был консультантом по химическим средствам защиты при штабе главнокомандующего генерала Брусилова.

Постоянно выступал с лекциями по разным вопросам химии перед врачами, рабочими, солдатами. По отзывам знавших его людей, это был прекрасный лектор, популяризатор знаний. Б.М. Беркенгейм перевел на русский язык книгу Вант-Гоффа “Расположение атомов в пространстве” (1911 г.), опубликовал ряд статей в “Z. f. Electrochemie” и журнале “Природа”.

Б.М. Беркенгейм отдал много сил и энергии делу организации кафедры неорганической химии в Белорусском университете. Он возглавлял эту кафедру шесть лет. За это время успел оборудовать ее для ведения не только педагогической, но и научной работы. В этом ему помогала жена, работавшая на кафедре ассистентом. Совместно с сотрудниками кафедры геологии (ее руководил профессор Н.Ф. Блюдоху) были исследованы состав и свойства сырьевых ресурсов республики и составлена карта полезных ископаемых с полной характеристикой обследованного сырья.

Начальный этап становления кафедры органической химии был не менее сложным. В течение первых трех лет (1921–1924 гг.) кафедрой заведовал профессор А.С. Усов. Он приложил много сил для организации учебного процесса и приобретения лабораторного оборудования, но проводить серьезные научные исследования в то время оказалось невозможно.

Основы развития органической химии на факультете заложил профессор Н.А. Прилежаев, который заведовал кафедрой в течение десяти лет (с 1924 г.). Он родился в Нижнем Новгороде, закончил Варшавский университет, где с 1912 по 1915 г. работал профессором, с 1915 по 1923 г. преподавал в Киевском политехническом институте. Это был талантливый представитель школы А.М. Бутлерова, ожививший всю учебную и научную работу кафедры органической химии. Уже к моменту переезда в Минск он был авторитетным ученым, разработавшим оригинальный метод получения эпоксисоединений прямым окислением олефинов по двойной связи гидропероксидом бензоила (в химической литературе это – именная реакция Прилежаева) [3]. Наряду с организационной и преподавательской работой Н.А. Прилежаев руководил научными исследованиями многочисленных учеников, консультировал сотрудников научных учреждений и предприятий Белоруссии, участвовал в создании Института химии АН БССР и был его первым директором. В 1933 г. он был избран член-корреспондентом АН СССР, а в 1940 г. – АН БССР. Во время Великой Отечественной войны партизаны перебросили профессора Н.А. Прилежаева из оккупированного Минска в Москву. На работу в Белгосуниверситет он вернулся в период его эвакуации на ст. Сходня под Москвой и продолжил руководство кафедрой органической химии.

Имя Н.А. Прилежаева навечно связано с историей БГУ. В его честь на здании химического факультета установлена мемориальная доска.

Открывшийся в 1931 г. химический факультет имел к этому времени квалифицированных преподавателей и материальную базу, достаточную для осуществления учебного процесса и проведения научных исследований.

Из сохранившихся архивных документов видно, что в первый год функционирования факультета организацией учебно-методической и хозяйственной работы занимался временно исполняющий обязанности декана факультета профессор Э.В. Змачинский, но недолго. В течение одного года его на этом посту сменили сначала Р.А. Кугель, затем М.Р. Лемеш. Причины смены деканов нам неизвестны.

В последующем Э.В. Змачинский вновь работал деканом химического факультета (1934/35 и 1935/36 учебные годы), а в период с 1928 по 1937 г. заведовал кафедрой общей и аналитической химии.

В 1933 г. на факультете была создана кафедра физической химии. Ее первым заведующим был В.К. Никифоров, приехавший в Минск из Москвы сразу после окончания аспирантуры при МГУ.

Через год сформировалась кафедра аналитической химии. Ею заведовал профессор Н.Ф. Ермоленко.

Последующее развитие этих кафедр и всего факультета в целом до 1956 г. подробно изложено в юбилейном сборнике, посвященном 25-летию химического факультета [4]. Там же отражена работа кафедр во время Великой Отечественной войны и в первые послевоенные годы. Совершенно очевидно, что химический факультет до указанного времени становился на ноги благодаря самоотверженной работе его преподавателей, возглавляемой плеядой талантливых химиков – академиков АН БССР Н.Ф. Ермоленко, М.М. Павлюченко, Б.В. Ерофеевым, член-корреспондентов АН БССР Г.Л. Старобинцем и И.Г. Тищенко.

Быстрыми темпами факультет стал развиваться с конца 1960-х – начала 1970-х гг. Этому благоприятствовало много обстоятельств. Отметим следующие.

1. Как известно [5], именно в этот период высшее партийное руководство Советского Союза начало связывать дальнейшее экономическое развитие не только с электрификацией страны, но и с химизацией всего народного хозяйства. Если отвлечься от немодных сейчас терминов, то нельзя не согласиться с тем, что уровень экономики государства действительно определяется в том числе тем, насколько хорошо развита в нем химия и насколько широко ее результаты используются при решении самых различных хозяйственных задач.

Принятое в то время партийное решение не на словах, а на деле стимулировало интенсивное развитие большой и малой химии и связанных с ней отраслей народного хозяйства в Белоруссии. На ее территории начали быстро строиться, развиваться и производить продукцию ПО “Беларуськалий” (1963), ПО “Азот” (1963), нефтехимический комплекс в Новополоцке (1963), Светлогорское ПО “Химволокно” (1964), Могилевское ПО “Химволокно” (1965) и много других предприятий. Недалеко от Минска начал строиться исследовательский атомный реактор, развивались предприятия, выпускающие лекарственные препараты, электронную технику, институты Академии наук республики и др.

2. В Белоруссии интенсивно велись исследования по оборонной тематике, в которые вкладывались значительные средства. Химический факультет принимал в них активное участие и получал финансовую поддержку на обновление устаревшей материальной базы и для совершенствования учебного процесса. Результаты исследований по этой тематике, выполненных под руководством профессоров В.В. Свиридова, А.А. Вечера, В.Ф. Тикавого, неоднократно отмечались благодарностями и наградами комиссии по военно-промышленным вопросам, НПО “Энергия” и др.

3. Руководство университета (академики А.Н. Севченко, Л.В. Володько) и факультета (академик Ф.Н. Капуцкий) на высоком профессиональном уровне строило общую политику развития университета и факультета. Укрепля-

лась материально-техническая база БГУ: начали строиться новые здания, в том числе девятиэтажный лабораторный корпус химического факультета, увеличился прием студентов, аспирантов и докторантов, укреплялись связи с академическими институтами, под постоянным контролем находились качество образования и уровень научных и прикладных результатов проводившихся исследований.

4. Для выполнения научных исследований появилась реальная возможность получения не только госбюджетного финансирования из разных источников (ГКНТ, союзное и республиканские министерства), но также хозяйственного от многих промышленных предприятий различного профиля. Устанавливались контакты с ведущими вузами и научными центрами Москвы, Ленинграда, Киева, Новосибирска, Свердловска, Томска, Бийска и др. Для обмена опытом работы стало возможным приглашение в университет ведущих специалистов не только из отечественных вузов, но также из-за рубежа. На химическом факультете по приглашению декана Г.А. Браницкого читал лекции по ион-селективным электродам один из основных создателей этого класса приборов – профессор Е. Хаваш (Веспремский университет, Венгрия). В течение двух месяцев лекции по контролю знаний студентов с использованием тестов читал профессор Т.Н. Ашфорд (университет Южной Флориды, Тампа, США). Международные связи установились с университетами Софии и Йены. Студенты химического факультета получили возможность прохождения производственной практики в этих университетах на паритетных началах.

Все это дало мощный импульс для интенсификации фундаментальных и прикладных исследований в самых различных актуальных направлениях химии. Начали формироваться научные школы В.В. Свиридова, Ф.Н. Капуцкого, Г.Л. Старобинца, И.Г. Тищенко, А.А. Вечера, Е.П. Петряева. В настоящее время в дополнение к этим научным школам на факультете сформировались и плодотворно работают новые – А.И. Лесниковича, Е.М. Рахманько, Л.С. Станишевского, О.Г. Кулинковича, Г.Я. Кабо, О.А. Ивашкевича, А.И. Кулака, О.И. Шадыро, В.Ф. Тикавого, Л.П. Круля и др.

Существование научных школ, результаты исследований которых стали известны далеко за пределами республики, а также созданная к тому времени материальная база дали основание по согласованию с Министерством высшего и среднего специального образования СССР и Государственным комитетом СССР по науке и технике принять решение о реорганизации научных лабораторий химического факультета в Научно-исследовательский институт физико-химических проблем (НИИ ФХП БГУ). Институт был открыт в 1978 г.

Его структура и основные научные направления здесь не рассматриваются, поскольку к 20-летию юбилею НИИ ФХП был издан сборник статей [6], в котором детально проанализированы эти вопросы. Отметим лишь то, что на сегодняшний день мощный и продуктивно работающий коллектив химиков университета без преувеличения можно рассматривать как национальное богатство нашей республики. В этом коллективе три академика НАН Беларуси – Ф.Н. Капуцкий, В.В. Свиридов, А.И. Лесникович и один член-корреспондент НАН Беларуси – Г.Л. Старобинец, доктора наук, профессора – А.А. Вечер, Е.М. Рахманько, О.Г. Кулинкович, Г.Я. Кабо, О.И. Шадыро, Л.С. Станишевский, А.И. Кулак, Л.П. Круль, С.М. Лещев, С.А. Мечковский, В.М. Шкуматов, Е.П. Петряев, В.Ф. Тикавый, С.К. Рахманов, Д.В. Свиридов, Т.Н. Воробьева, О.А. Ивашкевич, Г.А. Браницкий, П.Н. Гапоник, В.В. Самохвал.

Шестью кафедрами химического факультета (аналитической, неорганической, органической химии и химии ВМС, физической химии, общей химии и методики преподавания химии, радиационной химии и химической техно-

логии) заведуют доктора наук. Около девяноста процентов преподавателей факультета имеют ученые степени.

В настоящее время факультет осуществляет подготовку специалистов-химиков по восьми специализациям – неорганическая, органическая, физическая, аналитическая химия, химия ВМС, химия твердого тела и полупроводников, химическая экология, химия лекарственных препаратов.

На две последние специализации, открытые соответственно в 1995 и 1996 г., ведется отдельный набор, и учебный процесс осуществляется по специально разработанным учебным планам.

Численность подготавливаемых на факультете специалистов-химиков сократилась по сравнению с 1960-ми гг., когда набор студентов на первый курс составлял 200 человек, затем снизился до 150, 125 и до 100 человек. В течение последних 15 лет факультет ежегодно объявляет конкурс на 100 бюджетных мест. Кроме того, существует и платная форма обучения. Число студентов на платной форме обучения составляет ежегодно 30–40 человек, среди них есть и иностранные студенты.

Сотрудниками факультета всегда много делалось и делается для пропаганды химических знаний, постоянно проводятся профориентационная работа среди школьников, преподаватели факультета через различные формы курсов повышения квалификации работают с учителями химии средних школ и преподавателями химии вузов республики, где химия не является профилирующим предметом.

При кафедре общей химии и методики преподавания химии, открытой в 1978 г. (до 1993 г. – заведующий кафедрой профессор В.Ф. Тикавый, а с 1996 г. – академик А.И. Лесникович), при содействии Фонда Сороса в 1996 г. был организован информационный центр по химическому образованию и экологии с целью оказания методической помощи учителям химии средних школ. Несмотря на то, что указанный фонд прекратил свою работу в республике, методическая работа с учителями химии продолжается. Как ее результат может рассматриваться издание в 1999 и 2000 гг. двух первых национальных учебников по химии для 8-х и 9-х классов под редакцией И.Е. Шимановича (соавторами являются В.Н. Хвалюк, Е.И. Василевская, А.П. Ельницкий).

С 1995 г. в республике начал издаваться научно-методический журнал "Хімія. Проблеми викпадання" (главный редактор академик В.В. Свиридов), который ориентирован на преподавателей химии в школе и в других учебных заведениях. Журнал полезен также для студентов-химиков как дополнительный источник информации. Преподаватели химического факультета являются самыми активными авторами этого издания.

Работа на факультете непосредственно со школьниками в рамках школы "Юный химик" (доцент Н.Н. Горошко) и "Малый химфак" (научный сотрудник А.Н. Братенникова), подготовка и участие в проведении олимпиад по химии разного уровня (доцент В.Н. Хвалюк) приносят свои результаты в виде всевозрастающего интереса к химии среди абитуриентов. Создание лицея при университете и профильных химических классов в ряде школ позволяет факультету иметь достойный контингент первокурсников.

На факультете идет постоянный поиск новых методических приемов, которые позволили бы повысить эффективность учебного процесса. Сюда следует отнести и подготовку согласованных программ всех учебных курсов, и разработку принципов отбора учебного материала, и создание "сквозных" программ по отдельным теоретическим вопросам, рассматриваемым различными учебными дисциплинами, и подготовку и издание различных учебно-методических материалов и учебников. За последние пять лет сотрудниками факультета изданы учебные пособия для студентов "Введение в лабораторный практикум по неорганической химии" (В.В. Свиридов,

Г.А. Попкович, Е.И. Василевская, Н.В. Логинова), "Неорганический синтез" (В.В. Свиридов, Г.А. Попкович, Е.И. Василевская), "Практическое руководство по синтезу функциональных органических соединений реакциями нуклеофильного замещения" (Н.А. Ильина) "Рентгенографические методы в химических исследованиях" (Л.С. Ивашкевич, Т.П. Каратаева, А.С. Ляхов). Кроме того, ротاپринтным способом издано более двух десятков учебно-методических пособий по отдельным разделам изучаемых дисциплин, пособий к семинарским занятиям и к лабораторным практикумам. В настоящее время учебное пособие, получившее гриф Министерства образования Республики Беларусь, находится в стадии издания – "Основы кристаллохимии" (Т.П. Каратаева).

В учебный процесс привносятся элементы научно-исследовательской работы, что не только позволяет развивать творческий потенциал студентов, но и в значительной мере индивидуализировать процесс обучения. Пропагандируемый в последнее время в методической литературе обучающе-исследовательский принцип (ОИП) на химическом факультете развивается уже в течение многих лет. Формы реализации этого принципа различны – начиная с организации учебного процесса по специализации в виде учебно-исследовательской работы, постановки в лабораторных практикумах по фундаментальным химическим дисциплинам работ, требующих от студентов проявления самостоятельности и творческого осмысления проводимых операций, даже если работа выполняется по определенным инструкциям (прописям), и кончая определенной методикой проведения семинарских занятий, когда студент при подготовке к семинару получает не просто программу занятий, а перечень вопросов по теме семинара или ситуационных задач, ответы на которые требуют активного, творческого владения изучаемым материалом.

Следует отметить, что финансовые трудности факультета в последние годы накладывают существенные ограничения на возможность постановки новых лабораторных практикумов и новых работ в уже существующих, организацию научных исследований в рамках учебного процесса с использованием дорогостоящих химических реактивов и научного оборудования.

Совершенствуется не только методика проведения учебного процесса, но и методы контроля качества учебной работы студентов. Факультетом разработано и принято в 2000 г. "Положение о рейтинговой системе оценки учебной работы студентов" (ответственная Т.П. Каратаева), разработаны учебные планы для многоуровневой подготовки специалистов. Издан сборник авторских программ по всем дисциплинам учебных планов факультета [7].

Осуществляется компьютеризация учебного процесса. Благодаря тому, что еще в 1970-е гг. факультет начал работу по использованию автоматизированных обучающих систем, к настоящему времени практически по всем фундаментальным химическим дисциплинам имеются солидные банки обучающе-контролирующих или контролирующих тестов. Факультет располагает двумя учебными классами, оснащенными современными персональными компьютерами, и выходом в Интернет. Студенты знакомятся в рамках специально организованного курса (старший преподаватель А.А. Рагойша) с методикой поиска химической информации в электронных базах данных. Постоянно совершенствуется курс информатики и программирования (в соответствии с улучшением компьютерной базы), что дает возможность многим студентам при выполнении научно-исследовательских работ, а в ряде случаев и в рамках изучения химических дисциплин активно использовать компьютеры для решения конкретных задач (профессор Г.Я. Кабо, доценты В.В. Дикий, А.В. Блохин, Д.В. Свиридов).

Наряду с введением элементов научного исследования во все формы учебных занятий, начиная с первых курсов, на кафедрах факультета активно ведется привлечение студентов к исследовательской работе во внеучебное время. Ежегодно на факультете проводится студенческая научная конференция, в рамках которой работают, как правило, 6–8 секций, на которых 60–80 студентов делают научные доклады. Тезисы лучших докладов публикуются в университетском сборнике научных работ. Показателями хорошей организации студенческой научной работы на факультете (ответственный доцент А.Ф. Полуян) являются ежегодные призовые места на республиканском конкурсе студенческих научных работ и получение денежных грантов на выполнение научных исследований. В 2001 г. из 20 грантов, выделенных на все факультеты университета, семь на конкурсной основе получили студенты-химики.

Необходимо отметить, что для широкого привлечения к научной работе студентов огромное значение имеет тесное сотрудничество кафедр химического факультета с лабораториями НИИ ФХП. Ежегодно примерно 40 % дипломных работ выполняется под руководством научных сотрудников института или с их участием. Это не только позволяет студентам приобретать опыт проведения исследований рядом с высококвалифицированными специалистами, но и дает возможность руководителям научных направлений планировать и осуществлять поисковые исследования, на которые, как правило, специальные ассигнования не предусматриваются.

При всех объективно существующих в последние годы трудностях в материально-техническом снабжении факультет продолжает вносить существенный вклад не только в подготовку специалистов-химиков, но и в развитие химической науки [6, 8].

Факультет достойно продолжает и развивает те лучшие традиции, которые заложены его основателями. Кафедра органической химии явилась инициатором проведения в мае 1999 г. республиканской конференции "Органическая химия Беларуси на рубеже XXI века", посвященной памяти Н.А. Прилежаева. Представленные на конференции доклады [9] свидетельствовали о высоком уровне научных исследований на факультете и в республике в целом.

Совместно с НАН Беларуси химический факультет Белгосуниверситета в 2000 г. провел научную конференцию, посвященную 100-летию со дня рождения Н.Ф. Ермоленко. В трудах конференции [10] отражены те направления научных исследований, проводимых на химическом факультете, которые могут рассматриваться как продолжение работ, начатых Н.Ф. Ермоленко в конце 1920-х гг. в области химии гидроксидов и оксидов металлов.

Заботой сегодняшнего дня факультета является переход на многоуровневую систему образования, сопровождающийся изменением учебных планов. Важным моментом, волнующим преподавательский коллектив факультета, является необходимость сохранения высокого уровня химического образования при переходе к бакалаврской (4-летней) подготовке. Факультет ориентируется на подготовку главным образом дипломированных специалистов (5-летнее образование) и магистров (6-летнее образование).

Определенный опыт магистерской подготовки факультет уже имеет, поскольку с 1996 г. ведет прием в магистратуру 5–10 человек из числа лучших выпускников химического факультета.

В последние 10 лет ежегодно в аспирантуру поступают 8–12 выпускников факультета. К сожалению, лишь немногие успевают за период обучения завершить диссертационную работу и представить ее к защите. Введение предварительной магистерской подготовки, вероятно, позволит изменить эту ситуацию к лучшему.

Преподавательский состав факультета постепенно пополняется молодыми сотрудниками, приходящими на смену старшему поколению. В течение последних пяти лет к преподавательской работе на кафедрах факультета приступили 12 выпускников аспирантуры. Это позволяет надеяться на дальнейшее поступательное развитие факультета при сохранении тех лучших традиций, которые заложены его основателями.

Из всего сказанного не следует, что у факультета сейчас не существует никаких проблем. Жизнь не стоит на месте, во всем мире быстрыми темпами развивается и совершенствуется наука, образование, культура, и руководство университета и факультета не может не учитывать этого в выборе приоритетов.

1. Самая главная задача, которую предстоит решить в самое ближайшее время в связи с переходом на многоуровневую систему образования, сходную с общепринятой в зарубежных вузах, – не только сохранение, но и улучшение качества обучения. Предусматривается увеличение объема самостоятельной работы студентов и изменение методологии обучения – обеспечение студентов литературой, конспектами лекций, различного рода методическими пособиями, в том числе и в компьютерном варианте.

2. К сожалению, в течение последних 10 лет оснащение факультета новыми приборами, оборудованием, химреактивами, посудой и материалами осуществляется медленно. Исключение составляет компьютерная техника, которая стала доступной, и появилась реальная возможность ее использования во всех видах учебного процесса.

3. Озабоченность вызывает стремление выпускников факультета покинуть пределы республики. По разным причинам уезжают за рубеж, как правило, наиболее способные.

4. Факультет еще не смог найти приемлемые и взаимовыгодные формы работы со своими выпускниками. Слабо используется накопленный в этом отношении опыт зарубежных вузов, где выпускники поддерживают связь со своими вузами и помогают им развиваться.

5. Не меньшую тревогу вызывает утрата связей с ведущими университетами бывшего СССР. Возникли очевидные проблемы с повышением квалификации преподавателей факультета.

Отмеченные трудности можно рассматривать как временное явление, и они, бесспорно, будут со временем преодолены. Основанием для такого утверждения является та большая повседневная работа, которую проводит руководство университета, факультета и НИИ ФХП совместно с ведущими кафедрами и лабораториями.

1. Беларускі Дзяржаўны Універсітэт. Да 10-й гадавіны Кастрычніцкай рэвалюцыі. Менск, 1927.

2. Кожушков А.И., Яновский О.А. Белорусский университет. Хроника событий (1919–1989). Мн., 1990.

3. Волков В.А., Вонский Е.В., Кузнецова Л.И. Выдающиеся химики мира: Биограф. справ. / Под ред. проф. В.И. Кузнецова. М., 1991. С. 360.

4. Ермоленко Н.Ф., Тищенко И.Г., Баркан А.С. // Уч. зап. БГУ им. В.И. Ленина. Сер. хим. 1958. Вып. 42. С. 3.

5. Хрущев Н.С. Доклад на Пленуме ЦК КПСС 9 декабря 1963 г. М., 1964. С. 11.

6. Химические проблемы создания новых материалов и технологий: Сб. ст. к 20-летию НИИ ФХП БГУ. Мн., 1998.

7. Программы дисциплин по учебным планам специальности № 03.01.00 «Химия» и специализаций № 03.01.015 «Химия лекарственных препаратов», № 03.01.016 «Химическая экология». Мн., 2001. С. 362.

8. Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1996. № 3. С. 3.

9. Органическая химия Беларуси на рубеже XXI века: Программа и тезисы докладов первой республиканской конференции по органической химии, 25, 26 мая 1999 г. Мн., 1999.

10. Синтез, структура и свойства неорганических веществ и коллоидных систем // Труды конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика Н.Ф. Ермоленко. Мн., 2000.

Поступила в редакцию 18.05.2001.

Г.Л. СТАРОБИНЕЦ

**ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ В ПЕРВЫЕ ГОДЫ ЕГО СУЩЕСТВОВАНИЯ
(ВОСПОМИНАНИЯ СТУДЕНТА ТЕХ ЛЕТ)**

Старобинец Григорий Лазаревич – член-корреспондент НАН Беларуси, доктор химических наук, профессор, заслуженный деятель науки Беларуси. Начиная с 1931 г. (за исключением четырех лет Великой Отечественной войны) работает на химическом факультете БГУ. В настоящее время – главный научный сотрудник лаборатории физической и аналитической химии. Основные направления научной деятельности: адсорбция поверхностно-активных веществ на границах раздела фаз, ионообменная и молекулярная сорбция минеральных и органических веществ ионитами, экстракция и экстракционное разделение веществ. Автор более 600 научных публикаций, соавтор 60 свидетельств на изобретения. Среди его учеников четыре доктора наук, более 40 кандидатов наук.

A short survey of the activity of the chemical Department of Belarusian State University from the first years of his existence is presented. Memories have been presented.

В сентябре 1931 г. химическое отделение педагогического факультета университета было преобразовано в химический факультет, набор студентов на первый курс был произведен в последних числах августа 1932 г. Среди поступивших был и автор этой статьи. К тому времени строительство университетского городка, состоящего из зданий современной по тому времени архитектуры, было завершено. Этот городок создавал единый ансамбль с Домом правительства и являлся украшением довоенного Минска. Факультет вместе с набором на первый курс (30 студентов) насчитывал около 200 человек. Факультет занимал небольшое уютное здание в сохранившейся части которого находится сейчас НИИ ядерных проблем БГУ.

Химический корпус имел прекрасные лекционные аудитории и хорошо оборудованные лаборатории: лабораторные столы, снабженные газовыми горелками высокого качества, вытяжные шкафы с хорошо работающей тягой. Факультет по тому времени был хорошо обеспечен приборами, а также стеклянной посудой и стеклянной аппаратурой. Имелись большие запасы химических реактивов широкой номенклатуры и высокого качества (главным образом фирмы "Кальбаум"). В химическом корпусе была так называемая большая лекционная аудитория в виде амфитеатра, которая обладала хорошими акустическими качествами, была снабжена лабораторным столом и вытяжным шкафом для выполнения экспериментальных демонстраций по ходу чтения лекций.

Основным украшением университетского городка было внушительное здание главного корпуса. Оно приблизительно находилось на месте главного корпуса Белорусского государственного педагогического университета (главный корпус БГУ был разрушен во время войны). На нижнем этаже располагалось студенческое общежитие. Замечательной принадлежностью главного корпуса был большой со вкусом оформленный актовый зал, напоминающий зрительный зал Национального академического театра им. Я. Купалы. В этом зале часто выступали с чтением своих произведений поэты и писатели Белоруссии. Хорошо запомнились выступления Якуба Коласа (он был преподавателем филологического факультета), Янки Купалы, Кондрата Крапивы, Змитрока Бядули, Петра Глебки и Петруся Бровки. Бровка и Глебка были самыми молодыми из известных поэтов того времени, они участвовали во многих литературных вечерах, причем почти всегда вместе, поэтому воспринимались присутствующими как родные братья. Эти вечера имели огромное воспитательное значение, тем более, что носили общеуниверситетский характер. Хорошо было бы возродить эту прекрасную

традицию. Лично у меня добрая память об этих литературных вечерах сохранилась до сих пор.

У истоков факультета стояли выдающиеся ученые-химики. Из ученых дореволюционной формации выделялся профессор Николай Александрович Прилежаев – крупнейший специалист в области классической органической химии. Профессор Эмиль Викентьевич Змачинский преподавал неорганическую химию, профессор Фома Георгиевич Осипенко – органическую химию и химическую технологию. Из ученых советской формации выделялся 30-летний профессор Николай Федорович Ермоленко – видный ученый в области коллоидной химии. Начиная с 1934 г. к работе на факультете приступили молодые ученые – профессор физической химии Василий Кузьмич Никифоров (ученик крупного физико-химика профессора МГУ М.В. Раковского) и профессор органической химии Николай Семенович Козлов (ученик академика Н.Д. Зелинского).

В первые годы на факультете преобладала учебно-педагогическая деятельность, направленная на создание и совершенствование лекционных курсов и лабораторных практикумов. Благодаря высококвалифицированным научным кадрам, хорошему оснащению приборами и реактивами эти задачи были быстро решены. Практические занятия проводились в хорошо оборудованных кабинетах и лабораториях. На лабораторных столах были установлены усовершенствованные газовые горелки Тэклю, позволяющие изменять температуру пламени в широких пределах. Небольшой деревоперегонный завод (находился приблизительно на территории, занимаемой в настоящее время главным корпусом БГУ) снабжал светильным газом все корпуса университетского городка. Четко функционировала стеклодувная мастерская. Стеклодувы не только изготавливали приборы по заказам преподавателей – в их обязанности входило также обучение студентов простым стеклодувным операциям. Как правило, студенты сами делали простые приборы для получения газов и некоторых веществ. Считалось, что будущему преподавателю химии средней школы следует владеть этим умением. Кубовая снабжала лаборатории дистиллированной водой.

В лабораторных работах по качественному анализу видное место занимал пламенный анализ: определение элементов путем сплавления анализируемого вещества с бурой и получение стеклянных перлов, окрашенных в различные цвета в зависимости от природы химического элемента. Студенты, как правило, выполняли лабораторные занятия с увлечением. Мелодичное гудение газовых горелок создавало вдохновляющий рабочий ритм, лично я помню его до сих пор.

Научная и педагогическая деятельность на факультете

Профессор Николай Федорович Ермоленко приступил к работе на химическом факультете вскоре после прохождения аспирантуры при Лейпцигском университете под руководством известного коллоидника профессора Вольфганга Оствальда, сына классика физической химии Вильгельма Оствальда. Это было время расцвета коллоидной химии, возникновения и развития новых идей Лэнгмюра, Гаркинса и других об ориентации молекул на границах раздела фаз и о строении адсорбционных слоев на границах раздела твердое тело – газ и жидкость – пар. Николай Федорович глубоко воспринял передовые идеи коллоидной химии того времени. Он занимался изучением тиксотропии коллоидных систем и, в частности, изучением правила осадков Оствальда–Буцага. Глубокое изучение теории этих вопросов привело Николая Федоровича к открытию нового вида тиксотропии – тиксотропии коллоидных суспензий окислов металлов, которую он назвал седиментационной тиксотропией. Под его руководством группа сотрудников занималась изучением закономерностей сорбции органических веществ активированными углями из водных и смешанных водно-органических сред, описанием этих закономерностей на основе правила Траубе и уравнения

Лэнгмюра. Изучалось влияние химической природы заместителей органических молекул и их положения на адсорбцию.

Н.Ф. Ермоленко пользовался большим уважением студентов, его отношения с молодежью носили дружеский, демократический характер. Отчасти это объясняется широким спектром возрастного состава студентов того времени, среди которых много было ровесников профессора.

Николай Федорович читал лекции так, чтобы смысл сказанного был доступен людям со средней степенью подготовки, не вдаваясь особенно в математические и расчетные тонкости. Он не прибегал к конспекту, изредка пользуясь записями для демонстрации численных примеров или схем приборов.

Профессор Николай Александрович Прилежаев принял активное участие в организации химического факультета (начиная с архитектурной планировки здания, размещения лабораторий до их обеспечения оборудованием, приборами и реактивами). Основное направление научной деятельности Н.А. Прилежаева и его сотрудников связано с продолжением исследований по окислению непредельных органических соединений гидроперекисями. Эта реакция, открытая им в 1909 г., известна в мировой литературе как реакция Прилежаева, положившая начало доступному методу синтеза α -окисей на основе непредельных органических соединений.

На кафедре органической химии существовал своеобразный порядок организации учебного процесса. Доцент Надежда Афанасьевна Прокопчук, красивая и обаятельная женщина, читала описательный курс органической химии и руководила лабораторными занятиями. Она относилась к своим обязанностям чрезвычайно серьезно, и студенты ее очень уважали. Профессор Н.А. Прилежаев читал меньший по объему обобщающий курс органической химии, для понимания которого надо было усвоить начальный курс, который читала доцент Н.А. Прокопчук. Экзамен по всему материалу принимал профессор Н.А. Прилежаев в присутствии Н.А. Прокопчук, и оценку они выставляли совместно.

Запомнился мне следующий эпизод из педагогической деятельности Н.А. Прилежаева. В начале каждой лекции лаборант приносил на подносе необходимые реактивы. Знакомство со скатолом, имеющим весьма неприятный запах, вызвало бурное оживление аудитории. Николай Александрович объяснил, что скатол применяется в парфюмерной промышленности, так как при небольших концентрациях он обладает запахом сирени. Это был экскурс в химию запахов, вероятно, один из наименее изученных разделов химии.

Студенты относились к Николаю Александровичу с большим уважением. Они прекрасно осознавали его значение как крупного ученого. В свою очередь, отношение Николая Александровича к студентам было весьма деликатным, но было лишено той простоты и чувства товарищества, которые были характерны для взаимоотношений Н.Ф. Ермоленко со студентами. Это объяснялось, с одной стороны, разницей в возрасте обоих ученых, а с другой – различным характером воспитания. Н.А. Прилежаев всегда стремился вжиться в советскую действительность, советский образ мышления. Приведу такой пример. На площадке второго этажа химкорпуса разостлана стенная газета химического факультета и над ней склонились и вместе оформляют газету Николай Александрович и его дочь Елена. Лена Прилежаева, в то время студентка второго курса химфака, была активной комсомолкой, ответственным редактором газеты, а Николай Александрович помогал оформлять газету в качестве художника.

Н.А. Прилежаев всегда был патриотом своей Родины. Во время первой мировой войны Н.А. Прилежаев работал в университете Варшавы. К концу войны, когда Польша отделилась от России, он считал для себя невозможным

оставаться за рубежом и уехал в Россию, в Киев, хотя поток эмиграции был в те годы направлен из России на Запад.

Профессор Эмиль Викентьевич Змачинский – высокий, стройный, элегантно одетый, обладал приятными манерами и хорошо поставленным голосом. Он читал лекции, не прибегая к конспекту, но на кафедре всегда лежал раскрытый текст лекции, и время от времени он подходил и переворачивал страницы, контролируя себя. Эмиль Викентьевич был блестящим лектором. Чтение сопровождалось демонстрацией экспериментов, которые с большим искусством выполняла лекционный ассистент (была такая должность) Лидия Ивановна Малишевская. Вдвоем они составляли удивительно слаженный тандем, который буквально завораживал аудиторию. Кроме студентов, лекции профессора Э.В. Змачинского посещали преподаватели химии, работники химических лабораторий и столичная интеллигенция. Профессор Э.В. Змачинский владел несколькими иностранными языками и вел научную переписку с некоторыми химиками Запада, например, с президентом Польши И. Мосьцицким, который был видным химиком-технологом того времени, крупным физико-химиком К. Фаянсом и с другими учеными. Во время чтения лекций он иногда приводил в качестве примера соображения этих ученых по некоторым вопросам химии, и это вносило дополнительное оживление. Будучи деканом химического факультета (после Н.А. Прилежаева), Э.В. Змачинский организовал выпуск, наряду с общей стенгазетой, специальной научной газеты, в которой помещалась информация о новинках химических наук. Эмиль Викентьевич был энергичным и решительным человеком. Приведу характерный пример. В 1934 или 1935 г., точно не помню, посол Турции в СССР посетил Минск. Э.В. Змачинскому было сообщено, что посол посетит университет, в том числе и химический факультет. Эмиль Викентьевич отреагировал на это сообщение следующим образом. Он собрал актив факультета и сообщил о принятом им решении по организации встречи. Встречать посла, выходя из деканата на улицу, будет недостойно по отношению к советскому правительству. Встречать посла, сидя в деканате, будет де актом неуважения к турецкому правительству. Поэтому он принял решение встретить посла, спускаясь с лестницы второго этажа, на котором расположен деканат. Это решение было точно выполнено.

Профессор Э.В. Змачинский был страстным почитателем научной деятельности Д.И. Менделеева. Эмиль Викентьевич с возмущением отвергал попытки некоторых иностранных химиков приписать честь открытия периодического закона химических элементов Лотару Мейеру. Помню его гневные слова: “Лотар Мейер был классификатор, а Д.И. Менделеев был гений”.

Значительное место в научной деятельности профессора Э.В. Змачинского занимали вопросы оформления таблицы Менделеева. Он считал, что развернутая поверхность конуса – наиболее подходящая форма, соответствующая требованиям диалектики: самый малый период занимает наименьшую поверхность, примыкающую к вершине конуса, по мере увеличения числа элементов в периоде соответствующая ему поверхность возрастает. Эту мысль он увлеченно развивал на лекциях, в печати, в своих устных выступлениях и не воспринимал иных способов оформления таблицы. Однажды, увидев в аудитории таблицу Менделеева в обычном оформлении, строго заявил: “Это что за таблица, принесите настоящую”.

Своеобразной и оригинальной личностью среди первых профессоров химического факультета был молодой ученый **Василий Кузьмич Никифоров**, первый заведующий кафедрой физической химии, открытой в 1934 г. До этого времени физическую химию в качестве раздела неорганической химии читал Э.В. Змачинский. Как лектор В.К. Никифоров отличался необыкновенной увлеченностью своим предметом и заражал ею студентов. Он одним из первых среди профессоров факультета организовал самостоятельную научно-исследовательскую работу студентов. Основным направ-

лением его научной деятельности было широкое изучение периодических реакций. Было известно, что если к гелю, содержащему растворенный бихромат калия, медленно добавлять раствор нитрата серебра, то осадок бихромата серебра выпадает в виде периодических колец (так называемые кольца Лизеганга). В.К. Никифоров взял описание этих опытов из учебников коллоидной химии, в которых они излагались мелким шрифтом как не заслуживающие особого внимания и начал их изучать, привлекая студентов. Основная его идея заключалась в том, что возникновение периодических колец – волновой процесс. Он даже применял для их описания уравнение де Бройля. Химические журналы Советского Союза отказывались публиковать эти сообщения В.К. Никифорова и его сотрудников, мотивируя это научной несостоятельностью основной идеи, но полученные результаты были охотно опубликованы в журнале Академии наук Франции ("Compte Rendus"), который, как известно, терпимо относится к спорным теориям (см., например, книгу воспоминаний известного французского физика А. Абрагама «Время вспять». М., 1991. С. 290), и это, по-видимому, справедливо с точки зрения интересов развития науки. Действительно, опубликованные материалы В.К. Никифорова и соавторов привлекли внимание ученых к изучению периодических реакций, и вскоре был открыт их новый тип – так называемые колебательные реакции. Первая такая химическая реакция была открыта Б.П. Белоусовым. Он наблюдал периодическое изменение окраски раствора, в котором происходило окисление лимонной кислоты броматом в присутствии ионов церия. Теорию этих и других колебательных реакций разработал А.М. Жаботинский. В настоящее время колебательные реакции и их теория являются бурно развивающейся отраслью знания, возникшей на стыке химии, биологии, медицины и физики. Работы В.К. Никифорова в области периодических реакций способствовали открытию и созданию теории колебательных реакций. В.К. Никифоров занимался также изучением теплот горения смесей органических жидкостей.

Настоящий краткий обзор позволяет утверждать, что научная и педагогическая деятельность основоположников химического факультета заложила прочный фундамент его замечательного дальнейшего плодотворного развития.

Поступила в редакцию 18.05.2001.

УДК 541

Г.А. БРАНИЦКИЙ

Э.В. ЗМАЧИНСКИЙ – ПЕРВЫЙ ДЕКАН ХИМИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА



Браницкий Геннадий Алексеевич – доктор химических наук, профессор, декан химического факультета, заслуженный деятель науки РБ. Область научных интересов – химия твердого тела, химия фотографических процессов, наноструктурированные системы в катализе. Автор более 350 научных работ.

The main stages of the life, fruitful working and public work of professor E.V. Zhmachinskii, the first dean of the chemical faculty, are considered.

Профессор Эмиль Викентьевич Зmachинский относится к числу людей, стоявших у истоков создания химического факультета. Он был первым его деканом не только в год открытия факультета (1931 г.), но и позднее: в 1935/36 и 1936/37 учебных годах, а в университете он начал работать заведующим кафедрой общей и неорганической химии и руководил ею с 1928 по 1937 г.

Архивных данных о жизни и деятельности Э.В. Змачинского практически не сохранилось. Сведения о нем помогли найти автору статьи сын профессора (А.Э. Змачинский) и его жена (Н.Ф. Змачинская). Им удалось сохранить и разыскать некоторые документы, публикации, газетные вырезки и фотографии, позволяющие дать объективную оценку того вклада в образование, науку и культуру, который был сделан профессором Э.В. Змачинским.

Однако, справедливости ради, автор статьи считает необходимым отметить, что ему не удалось до конца установить подробности самого начального периода становления факультета. О том, что этот период был совсем непростым, свидетельствуют воспоминания профессора Г.Л. Старобинца, который в то время учился на химическом факультете. В частности, он обращает внимание на то, что в разные непродолжительные периоды времени функции декана факультета выполняли не только профессор Э.В. Змачинский, но также профессор Н.А. Прилежаев и даже студент третьего курса М.Р. Лемеш. При этом все вопросы, относящиеся к административно-хозяйственной и научной деятельности факультета, деканы были обязаны согласовывать с партийным руководством университета и факультета (парторг – студент Либензон).



Э.В. Змачинский родился 2(14) марта 1889 г. в селе Подзерное Рубежечской волости Минского уезда Минской губернии. Его отец был писарем мещанской управы в местечке Койданово, а затем почтовым служащим в Острошицком городке Минской губернии, мать – из дворян.

До начала работы в Белорусском государственном университете Э.В. Змачинский окончил Минскую гимназию (1907 г.), химическое отделение физико-математического факультета Юрьевского (Тартусского) университета (1915 г.), Высшие педагогические курсы по отделению физики, математики и космографии, а также химико-бактериологические курсы в Юрьеве. Полученные им знания и результаты экспериментальных исследований, проводившихся в Юрьевском университете, позволили Э.В. Змачинскому подготовить и защитить в 1915 г. кандидатскую диссертацию на тему "О линейной скорости кристаллизации эфиров бензил-ортокарбоновой кислоты".

В последующем он работал в Москве в Военно-промышленном комитете, на сланцеперегонном заводе и в лаборатории Высшего технического училища, а также в Санкт-Петербурге артиллерийским приемщиком и консультантом Главного артиллерийского управления по постройке завода по производству цианистого калия.

Преподавательской работой Э.В. Змачинский начал заниматься с 1917 г. в Саратовском сельскохозяйственном институте. Здесь на протяжении восьми лет он работал ассистентом и доцентом кафедры аналитической химии, позднее (1925–1928 гг.) – профессором, заведующим кафедрой химико-фармацевтической технологии (технологии лекарственных препаратов с машиноведением) и органической химии Пермского государственного университета. В это время он поддерживал научные контакты с зарубежными учеными и выезжал в командировку в Германию.

К началу работы в Белорусском университете профессор Э.В. Змачинский был сформировавшимся педагогом и ученым, хорошо понимавшим

* Сын Э.В. Змачинского работал заведующим кафедрой строительных материалов Белорусской политехнической академии, в настоящее время – доцент кафедры, его жена – доцент кафедры медицинской подготовки БГУ.

перспективные направления развития химической промышленности и умеющим результаты своих научных разработок доводить до практического использования. При его участии в Саратовской губернии строились опытные сланце- и смолоперегонные, винокуренные и костеперерабатывающие заводы, а также опытный химико-фармацевтический завод в Перми. Им были разработаны необходимые для этих целей эскизы и чертежи, закуплено оборудование на машиностроительных заводах Германии.

Приступив к работе в Белорусском университете, профессор Э.В. Змачинский приложил много усилий для организации учебного процесса. За три года (1928–1930) ему удалось приобрести лабораторное, научное оборудование и мебель для лабораторий, кабинетов и аудиторий в новом химическом корпусе, добиться обеспечения лабораторий газом и полноценной вентиляцией. Это, безусловно, способствовало проведению учебного процесса на высоком уровне, что подтверждается сохранившимися материалами. Не только преподаватели, но и студенты получили возможность проводить экспериментальные исследования, представляющие как научный, так и практический интерес. В организации учебного процесса Э.В. Змачинский придавал большое значение изучению, наряду со специальными дисциплинами, математики и немецкого языка. Сам он в совершенстве знал немецкий, английский и польский языки, в подлиннике читал Гете, Шиллера, Сенкевича, играл на фортепиано и скрипке, был блестящим шахматистом. О плодотворной организационной работе Э.В. Змачинского в университете свидетельствует тот факт, что возглавляемый им химический факультет дважды награждался переходящим Красным знаменем, а сам он в 1934 г. "за ударную работу" награжден подпиской на "Малую советскую энциклопедию".

Научные интересы Э.В. Змачинского относятся к самым различным областям химии, фундаментальным знаниям и их практическим приложениям, связанным с решением актуальных народнохозяйственных задач, в том числе непосредственно относящихся к Белоруссии, а также к проблемам преподавания.

В 1937 г. в авторитетном американском журнале [1] им была опубликована статья о собственном подходе к периодической системе химических элементов.

Одной из научных проблем, не утратившей актуальности до настоящего времени, решением которой занимался Э.В. Змачинский совместно с И.П. Морковко, является изучение потенциалов металлов в различных по химической природе растворах [2]. С точки зрения теории важно дать объяснение механизма возникновения скачка потенциала в системе металл-чужеионный раствор, с позиций практики важно знать поведение металлов, соприкасающихся с водными растворами солей разной концентрации, встречающимися в природных условиях и в технике, поскольку это имеет отношение к поиску путей борьбы с коррозией металлов. На примере изучения поведения серебра и некоторых других металлов в растворах галогенидных солей Э.В. Змачинским установлено, что при прочих равных условиях основными факторами, определяющими величину потенциала серебряного электрода, являются природа и концентрация аниона чужеионного электролита. Различные же катионы при одном и том же анионе оказывают незначительное влияние на величину потенциала.

Этот вывод подтвержден автором данной статьи на примере изучения им реакций контактного вытеснения серебра из водных растворов его солей такими металлами, как Cu, Zn и Ni. Полученные результаты могут быть полезными при поиске путей получения кристаллов металлов с целенаправленно регулируемыми размерами и формой, которыми в ряде случаев определяются их полезные для практики свойства.

Профессором Э.В. Змачинским экспериментально была установлена возможность растворения серебра и меди в растворах галоидных солей. Химизм этого процесса представлен таким образом: галоидная соль в растворе отчасти гидролизуется, а галоидоводородная кислота как один из продуктов реакции растворяет металл с образованием его галогенида. По существу, он подтвердил наблюдения, ранее сделанные другими авторами, о возможности выделения менее благородного металла на более благородном, в частности серебра на платине, находящейся в растворе AgNO_3 . Было установлено, что серебро при определенных условиях способно вытеснять медь из растворов: выделение меди было замечено по желтой побелости на серебряной пластинке, выдержанной несколько суток в насыщенном растворе CuSO_4 [2].

Профессором Э.В. Змачинским была предложена оригинальная реакция для различения левулозы от глюкозы [3]. Ее суть состоит в том, что левулоза, в отличие от глюкозы, реагируя с серой при непродолжительном нагревании в глицерине, содержащем ацетат свинца, дает черное окрашивание раствора. Причиной этого является образование сульфида свинца за счет ацетата и сероводорода, выделяемого при реакции серы с левулозой. Отличительная особенность реакции Э.В. Змачинского состоит в том, что она пригодна для различения левулозы от глюкозы в присутствии в растворе других сахаров.

Заслуживает внимания новый подход ученого к получению бензила из бензоина [4, 5], суть которого состоит в получении бензила путем окисления бензоина серой при нагревании. Продукт реакции используется для получения красящих веществ. Разработанный способ получения бензила с высоким выходом (до 90 % от теоретического) рекомендован для практики.

Проблемы развития химической промышленности были одним из аспектов научной деятельности профессора Э.В. Змачинского. Ему принадлежит ряд работ, касающихся организации и развития химических предприятий не только в России, СССР и БССР, но и в Германии.

Не утратили до настоящего времени актуальности исследования свойств каменного угля и поиска путей его обогащения с целью получения металлургического кокса. Другой аспект – получение из угля сульфокислот для мыловаренной, жировой, текстильной и кожевенной промышленности, а также в производстве пластических масс [6]. Как оказалось, аммонийная соль сульфокислоты по своим некоторым свойствам сходна с ихтиолом и почти полностью удовлетворяет требованиям фармакопеи, предъявляемым к этому препарату.

Отметим, что об уникальных свойствах ихтиола как лечебного препарата было известно давно. Это вещество в обиходе называлось по-разному (тирзисовое масло, каменное масло, бутиминозное масло и др.). Его применяли для лечения ран, ожогов, ревматизма, нарывов, сыпи у людей и животных. Э.В. Змачинский проанализировал литературу по запасам сланцев в разных странах и свойствам получаемого из них ихтиолового масла [7]. Он убедительно показал целесообразность и выгодность использования отечественных сланцев для получения лекарственных препаратов и многих других ценных химических продуктов (красок, лаков, растворителей, асфальта), но не в качестве топлива для электростанций, загрязняющего окружающую среду. По существу, он не согласился с автором планов электрификации Г.М. Кржижановским о сооружении районной электрической станции на симбирском сланце, считая это “экономическим преступлением”, оправдываемым лишь чрезвычайными обстоятельствами.

Работая в Белоруссии, Э.В. Змачинский начал широкие исследования белорусских торфов, создал и возглавил торфяную лабораторию, преобразованную в 1936 г. в лабораторию по изучению местного химического сы-

рья. В этот период он разработал комбинированный способ переработки торфа и фосфорита на спирт, дрожжи и преципитат [8]. Предложенная им схема переработки торфа не утратила своего значения и сейчас. Это же относится и к получению ряда ценных веществ из белорусского живичного скипидара [9].

Есть основания предполагать, что многие научные работы Э.В. Змачинского, особенно теоретического плана, остались в рукописях, не были завершены и опубликованы. Не сохранился его личный архив. Постановлением особого совещания при НКВД СССР от 17 сентября 1939 г. Э.В. Змачинский был осужден по обвинению в шпионско-диверсионной деятельности сроком на пять лет. Заключение отбывал в лагере-колонии (станция Решоты Нижне-Ингашского района Красноярского края), однако после истечения указанного в приговоре срока освобожден не был. Умер 15 марта 1945 г. после тяжелого заболевания и дистрофии в больнице лагеря-колонии.

Дело по обвинению профессора Э.В. Змачинского было пересмотрено Военным трибуналом Приволжского военного округа 24 мая 1957 г. Он был реабилитирован посмертно. В положительном решении вопроса о реабилитации важную роль сыграли данные допросов академика АН БССР, профессора Н.Ф. Ермоленко и ассистента Л.И. Малишевской, на протяжении многих лет работавших на кафедре неорганической химии БГУ вместе с Э.В. Змачинским.

Есть все основания утверждать, что у истоков профессиональной университетской подготовки химиков для Беларуси стоял высокообразованный, одаренный, неординарный ученый, научные взгляды которого не утратили актуальности до настоящего времени.

1. Змачинский Э. В. // J. Chem. Education. 1937. Vol. 14. P. 232.
2. Морковко И. П., Змачинский Э. В. // Докл. АН СССР. 1937. Т. 17. № 4. С. 209.
3. Змачинский Э. В. // Там же. 1937. Т. 17. № 8. С. 411.
4. Змачинский Э. В., Малишевская Л. И. // Журн. общ. химии. 1937. Т. 7. Вып. 22. С. 2693.
5. Они же // Докл. АН СССР. Т. 17. № 7. С. 361.
6. Змачинский Э. В., Крупина Л. В. // Журн. прикл. химии. 1932. Т. 5. № 5. С. 648.
7. Змачинский Э. В. // Ихтиол и сланцы. Саратов, 1920.
8. Змачинский Э. В., Шмуйлович С. Г. // Журн. прикл. химии. 1936. Т. 9. № 10. С. 1874.
9. Змачинский Э. В., Марон С. А., Шмуйлович С. Г. // Там же. 1937. Т. 10. № 12. С. 6.

Поступила в редакцию 18.05.2001.

УДК 541

А.А. ЯНОУСКИ, А.Г. ЗЕЛЬСКИ

РЭКТАР УЛАДЗІМІР СЦЯПАНАВІЧ БАБРАУНЦКІ



Яноускі Алег Антонавіч – кандыдат гістарычных навук, дацэнт, прарэктар па вучэбнай рабоце, загадчык кафедры гісторыі Расіі. Галіна навуковых інтарэсаў – гісторыя міжнародных адносін XV–XVII ст., гісторыя універсітэцкай адукацыі.

Зельскі Артур Гарыевіч – кандыдат гістарычных навук, загадчык Музея гісторыі БДУ.

Life and a scientific activity of Vladimir Stepanovitch Bobrovnik, rector of the Belarusian State University is presented on the base of archive materials.



«Беларускаму дзяржаўнаму ўніверсітэту прадстаіць ганаровая задача – і надалей выхоўваць высокакваліфікаваныя кадры»

У.С. Бабраўніцкі

У нечым падобны лес гэтых людзей – першых рэктараў універсітэта. Усе яны, за выключэннем У.І. Пічэты, нарадзіліся на беларускай зямлі, прайшлі цяжкі шлях да сваёй грамадзянскай і працоўнай сталасці, каб у выніку апынуцца за кратамі. Зразумела, гэта былі розныя асобы з рознымі характарамі: адны – больш навукоўцы, другія – больш адміністратары, трэція – здолелі шчасліва спалучыць і творчасць навукоўца, і талент арганізатара. Да апошніх, на нашу думку, можна аднесці і У.С. Бабраўніцкага.

Нарадзіўся Уладзімір Сцяпанавіч Бабраўніцкі ў 1905 г. у мястэчку Койда-нава (сучасны Дзяржынск). Акрамя яго, у сям’і было тры браты і дзве сястры. Гаспадарка бацькі была сярэдняй – тыпавай для Беларусі тых часоў: 5 дзесяцін зямлі (прыблізна 5,5 га). Акрамя таго, трымалі швальню¹, у якой працавалі майстры [1]. Пэўна, бацькі разумелі неабходнасць адукацыі – усе дзеці вучыліся ў школе. Уладзімір, скончыўшы ў 1923 г. сямігодку, вырашыў працягваць вучобу далей. У Мінску ён атрымаў сярэдняю адукацыю, а затым скіраваўся ў Беларускі інстытут сельскай і лясной гаспадаркі. У інстытуце ўжо ішла рэарганізацыя – неўзабаве ён быў далучаны да Горы-Горыцкага сельскагаспадарчага інстытута, і ў 1925 г. была створана Беларуская дзяржаўная акадэмія сельскай гаспадаркі [2]. У тым жа годзе Уладзімір паступіў вучыцца на лясны факультэт акадэміі. Разам з ім вучыліся Алесь Вечар – будучы беларускі біяхімік і паэт, Мікалай Дарожкін – будучы вядомы міколаг і фітапатолог. У акадэміі выкладалі беларускую мову і літаратуру Максім Гарэцкі і Юрый Гаўрук, глебазнаўства – прафесар Я.М. Афанасьеў, фізіялогію раслін – М.М. Ганчарык [3]. Вытворчая практыка на вёсцы пераканала Уладзіміра Бабраўніцкага ў тым, што “хутарская сельская вытворчасць больш ёмкая, што на хутарскай гаспадарцы лепш усталяваны севазварот, што на Беларусі, з яе глебавымі і кліматычнымі умовамі, добра можа развівацца толькі хутарская гаспадарка [4]”, аб чым ён зрабіў даклад.

І калі падобныя погляды ў 1926 г. супадалі з лініяй Наркамзема Беларусі на чале з Дз. Прышчэпавым, то вельмі хутка яны пойдучь у разрэз з устаноўкамі кампартыі на калектывізацыю вёскі.

У 1929 г. Уладзімір Бабраўніцкі завяршыў вучобу і атрымаў дыплом інжынера-лесгаспадарніка [5]. У верасні таго ж года ён быў залічаны ў аспірантуру па кафедры хімічнай тэхналогіі Гомельскага лесатэхнічнага інстытута. Аспірантуру Уладзімір Бабраўніцкі скончыў датэрмінова, але без абароны дысертцыі, пасля чаго пачаў працаваць асістэнтам кафедры хіміі таго ж інстытута [6].

У гэты час у інстытуце (як, дарэчы, і ва ўсіх іншых ВНУ) уводзіўся брыгадна-лабараторны метада. Аб заганах гэтага метаду ў адносінах да вывучэння розных дысцыплін, асабліва гуманітарных, сказана шмат. Аднак, што датычыцца дакладных навук, у практычных умовах таго часу такі метада, напэўна, меў рацыю. Ва ўсякім разе, змена вызначанай формы заняткаў была не ў кампетэнцыі выкладчыка У.С. Бабраўніцкага (што пасля было інкрымінавана яму НКУС у якасці абвінавачвання). У 1932 г. ён стаў дацэнтам. У сувязі з тым, што хімічнае аддзяленне ў інстытуце тады зачынілі, Уладзімір Сцяпанавіч некаторы час працаваў намеснікам дырэктара інстытута па вучэбнай частцы. Пасля, па парадзе сяброў, і, пэўна, адчуваючы неабходнасць працягваць вучобу, У.С. Бабраўніцкі ў жніўні 1934 г. пераехаў у Мінск і зноў паступіў у аспірантуру – на гэты раз Акадэміі навук БССР. Вынікам вучобы стала паспяховая абарона ў красавіку 1936 г. кандыдацкай

¹ Швальня (уст.) – кравецкая майстэрня.

дысертацыі на тэму "Каталітычная кандэнсацыя ацэтылена з хлорангідрыдамі ў прысутнасці напахлорыстай медзі".

Станоучай рэцэнзіяй на работу У.С. Бабраўніцкага адазваўся вядомы хімік акадэмік М.Дз. Зялінскі [7]. Тут неабходна адзначыць, што з 29 чалавек, скончыўшых аспірантуру ў 1936 г., дысертацыі абаранілі толькі двое, у тым ліку і Уладзімір Сцяпанавіч [8]. Яшчэ падчас вучобы ў аспірантуры, у верасні 1935 г., ён стаў загадчыкам кафедры хіміі і чытаў курс лекцый у Вышэйшай камуністычнай сельскагаспадарчай школе Беларусі [9].

У сакавіку 1936 г. У.С. Бабраўніцкі быў прызначаны часова выконваючым абавязкі дырэктара аддзялення падрыхтоўкі навукова-даследчых кадраў БелАН. Аднак прыём у аспірантуру АН быў спынены яшчэ ў 1934 г. і на канец 1936 г. у ёй засталіся толькі 18 чалавек. У студзені 1937 г. па дакладу У.С. Бабраўніцкага Прэзідыум акадэміі прыняў рашэнне аб ліквідацыі аддзялення [10].

Пры усёй занятасці на працы Уладзімір Сцяпанавіч працягваў займацца доктарскай дысертацыяй, праводзячы вольны час у лабараторыі. Але скончыць гэту працу не паспеў. У пачатку студзеня 1938 г. яго выклікалі ў Народны Камісарыят асветы, дзе нарком У.І. Півавараў паведаміў аб рашэнні ЦК КП(б)Б і Усесаюзнага камітэта па справах вышэйшай школы пры СНК СССР аб прызначэнні яго рэктарам БДУ [11].

Чаму менавіта У.С. Бабраўніцкі быў прызначаны на высокую пасаду рэктара адзінага на той час універсітэта? Трэба думаць, што ўрад БССР і, у прыватнасці НКА, імкнуліся гэтым спыніць тую чахарду з кіраўніцтвам універсітэта, што ішла ўжо чацвёрты год: за гэты час змянілася тры рэктары і шэсць намеснікаў, выконваючых абавязкі рэктара. Уладзімір Сцяпанавіч мог задаволіць кіраўніцтва сваёй, у пэўным сэнсе, "невядомасцю": ён да гэтага не займаў высокіх пасадаў, як яго папярэднікі, і таму меў шанс пратрымацца на высокай пасадзе больш працяглы час.

8 студзеня 1938 г. У.С. Бабраўніцкі прыняў справы ад выконваючага абавязкі рэктара А.Н. Андрушчанкі.

У 1937/38 навучальным годзе ў Беларускам дзяржаўным універсітэце налічвалася пяць факультэтаў: біялагічны (кафедры: заалогіі пазванковых, заалогіі беспазванковых, сістэматыкі раслін, фізіялогіі раслін, фізіялогіі жывёл), геаграфічны (кафедры: фізічнай геаграфіі, эканамічнай геаграфіі, геалогіі), гістарычны (кафедры: гісторыі СССР, новага часу, старажытнай гісторыі і сярэднявечча, сацыяльна-эканамічных навук), фізіка-матэматычны (кафедры: матэматычнага аналізу, тэорыі функцый, вышэйшай алгебры, вышэйшай геаметрыі, дыферэнцыяльных ураўненняў, агульнай і эксперыментальнай фізікі, металафізікі, электрамагнітных хістанняў, тэарэтычнай механікі), хімічны (кафедры: арганічнай хіміі, неарганічнай хіміі, аналітычнай хіміі, фізічнай хіміі). Акрамя таго, меліся тры агульнаўніверсітэцкія кафедры (замежных моў, ваеннай справы, фізічнай культуры), 13 лабараторый і 10 кабінетаў. Ва ўніверсітэце навучаліся 1097 студэнтаў і 24 аспіранты [12].

Аднак навучальны працэс у БДУ ішоў з вялікімі цяжкасцямі – не хапала праграм, схем, карт, запознена складаліся расклады заняткаў, па некалькі разоў мяняліся планы сесій, расклады залікаў, экзаменаў. І такая сітуацыя існавала на ўсіх факультэтах і была ў асноўным абумоўлена тым, што ва ўніверсітэце катастрофічна не хапала высокакваліфікаваных навукоўцаў [13]. Так, як паведамляла газета "Звязда", на фізіка-матэматычным факультэце на гэты час не аказалася ніводнага прафесара. Не лепшае становішча складалася і на іншых факультэтах. Часта курсы чыталіся непадрыхтаванымі выкладчыкамі, а некаторыя дысцыпліны не выкладаліся ўвогуле. Не было каму весці заняткі з аспірантамі. Нават універсітэцкія навукоўцы, магчыма, шчыра лічылі, што да гэтага становішча давялі "арудаваўшыя у БДУ і Нар-

камасветы ворагі народа” [14]. Але відавочна, што такое становішча стала вынікам рэпрэсіўных дзеянняў улад у дачыненні да калектыву БДУ.

Амаль з першых дзён новы рэктар паспрабаваў палепшыць становішча з навуковымі кадрамі. Былі распачаты перамовы з выкладчыкамі шэрага навучальных устаноў Масквы і Ленінграда. Аднак тыя, хто пагаджаўся на пераезд у Мінск, адразу патрабавалі кватэры, якія, на іх погляд, адпавядалі б іх кваліфікацыі. Напрыканцы студзеня У.С. Бабраўніцкі звярнуўся да Старшыні СНК БССР А.Ф. Кавалёва і наркома асветы У.І. Піваварава з просьбай выдзеліць БДУ хаця б 8–10 кватэр, паведамляючы пры гэтым, што неабходна, каб ва ўніверсітэце працавала яшчэ 12 прафесараў і 13 дацэнтаў, інакш навучальны працэс апынецца пад угрозай зрыву. Аднак кватэры так і не былі выдзелены. Запрошаныя на працу у БДУ выкладчыкі альбо не прыязджалі, альбо, папрацаваўшы малы час, накіроуваліся ў іншыя ВНУ СССР [15].

З 1 сакавіка 1938 г. у БДУ была уведзена штатная сістэма, якая прадугледжвала трывалую працу выкладчыкаў, без сумяшчальніцтва. Гэта, як і неблагія аклады, натуральна, павінна было садзейнічаць больш стабільнай сістэме выкладання. Згодна штатам, прафесар, доктар навук павінен быў атрымліваць 1100–1300 рублёў штомесяц (у залежнасці ад стажу), дацэнт, кандыдат навук – 700–800 рублёў, асістэнт – 500 рублёў. Па штату у БДУ налічвалася 6 прафесараў (8 працавалі па сумяшчальніцтву), 20 дацэнтаў (і 6 – па сумяшчальніцтву), выконваючых абавязкі дацэнта – адпаведна 17 і 1, старэйшых выкладчыкаў – 5 і 2, выкладчыкаў – 5 і 3, асістэнтаў – 11 і 4 [16].

Як бачым, штаты невялікія. Каб вырашыць кадравыя пытанні, рэктар, як дарэчы, і яго папярэднікі, зрабіў асноўную стаўку на падрыхтоўку уласных навукоўцаў. Быў аб’яўлены дадатковы прыём у аспірантуру: было прынята 25 чалавек [17]. Гэтыя захады праз пэўны час павінны былі даць плён.

У 1937/38 навучальным годзе у БДУ прагулы, пропускі заняткаў сталі агульнай з’явай. Расла акадэмічная запазычанасць. Так, на фізмаце 82 студэнты мелі запазычанасць па 33 дысцыплінах. Толькі на 5-м курсе таго ж факультэта 14 студэнтаў мелі запазычанасць па 26 асноўных дысцыплінах. Прычыны такога становішча тлумачылі, зразумела, “шкодніцкай дзейнасцю мінулага кіраўніцтва факультэта” [18]. Пропускі студэнтамі заняткаў склалі ў восеньскім семестры 1937 г. 17 020 гадзін, з іх без уважлівых прычын – 5838 гадзін [19]. Ганебнай з’явай былі даносы студэнтаў на выкладчыкаў і на сваіх аднакашнікаў, якія на занятках станоўча адзываліся аб дасягненнях заходняй навукі ці сябравалі альбо былі проста знаёмы з рэпрэсіраванымі асобамі.

Пераадолець падобнае было цяжка, у той час амаль немагчыма. Аднак змагацца з пропускамі заняткаў было неабходна. 23 лютага ва ўніверсітэцкай газеце выходзіць артыкул У.С. Бабраўніцкага “Аб дысцыпліне”. У ім, у прыватнасці, адзначалася, што недысцыплінаванасць у БДУ ахапіла і студэнцтва, і прафесарска-выкладчыцкі састаў, і адміністрацыйна-тэхнічны персанал. Так, пасля зімовых канікул ва ўніверсітэт спазніліся на некалькі дзён 120 студэнтаў (прыблізна 1/9 частка), пачаліся пропускі заняткаў. Больш таго, звыклая з’ява стала ў БДУ хуліганскія учынкi з боку студэнтаў: бойка ў бібліятэцы, п’янства і бойка ў інтэрнаце, зняважлівыя адносіны да выкладчыкаў, тэхнічнага персаналу і г. д. “Пры гэтым з гутарак са студэнтамі, – піша рэктар, – ствараецца уражанне, што вельмі многія не бачаць у недысцыплінаванасці нічога дрэннага, лічаць гэта звычайнай справай”. Безадказнасць назіралася не толькі сярод студэнтаў: выкладчыкі нярэдка без прычын зрывалі заняткі, часта спазняліся на лекцыі. Усё гэта, адзначаў У.С. Бабраўніцкі, вядзе да дэзарганізацыі вучэбнага працэсу, невыканання вучэбнага плана. Павышэнне узроўню дысцыплінаванасці і адказнасці, на думку рэктара, павінна ісці праз растлумачальную работу сярод студэнцтва з боку рэктарата, прафкома і грамадскіх арганізацый [20].

Усё ж захады рэктара і адміністрацыі ўніверсітэта далі пэўныя вынікі. Спецыяльная камісія засведчыла, што скарацілася колькасць пропускау у веснавым семестры да 12 847 навучальных гадзін, з іх па уважлівых прычынах – 8029, крыху вырасла паспяховасць студэнтаў па ўсіх факультэтах: выдатных адзнак было атрымана 56,9 % супраць 54,8 % у восеньскім семестры [21].

Палітычны рэжым, аднак, дыктаваў і іншыя прыярытэты у жыцці ўніверсітэта. Ці не галоўная ўвага надавалася спартыўна-ваеннаму выхаванню. Аб гэтым сведчаць нумары газеты “За ленінскія кадры”, у якіх “абаронная” тэматыка займала наступнае месца пасля партыйных і палітычных матэрыялаў: і у перадавых артыкулах, і вершыках кшталту “Навучы нас Варашылаў”, “На мяжы савецкай”, у “Абаронных частушках”, паведамленнях аб поспехах у абароннай рабоце [22]. А поспехі і сапрауды былі. На факультэтах праводзіліся стралковыя спаборніцтвы, а па іх выніках – міжфакультэцкія і гарадскія спаборніцтвы, на якіх каманда БДУ заняла першае месца. Выйграла каманда БДУ і гарадскія лыжныя спаборніцтвы па буксіроўцы за аўтамашынай. Былі арганізаваны аўтамоташкола (150 чалавек) і гурток па вывучэнню радыё (40 чалавек). На кожным факультэце былі створаны гурткі ППХА (лепшымі былі прызнаны гурткі на гістфаку і хімфаку).

Студэнты вывучалі малакалібэрную вінтоўку і станкавы кулямёт “максім”. У Мінскім аэраклубе з БДУ займаліся 5 чалавек, з іх найбольш вядомай у той час была студэнтка геафака М. Казлова, якая скончыла лётную школу аэраклуба і стала лётчыкам-інструктарам [23]. Спіс гэтых дасягненняў можна працягваць. І усё было б някепска, калі б не адбівалася адмоўна на галоўнай сферы дзейнасці ўніверсітэта – на вучобе і навуцы, калі б усё гэта праходзіла без палітычнай істэрыі, калі б не было імкнення ахапіць “ваенізацыяй” 100 % студэнтаў і выкладчыкаў і ператварыць БДУ у “крэпасць абароны”. Але гэта быў той час, калі на першым месцы была “грамадская неабходнасць”, а не разумны падыход да справы.

Універсітэт не мог існаваць па-за тагачаснай палітычнай атмасферай. 2–13 сакавіка 1938 г. у Маскве адбыўся адкрыты працэс так званага правацэкісцкага блока. Супраць М.І. Бухарына, А.І. Рыкава, В.Ф. Шаранговіча і іншых была разгорнута беспрэцэдэнтная кампанія ашальмавання ў газетах і па радыё. У яе былі ўцягнуты калектывы прадпрыемстваў і навучальных устаноў. З нагоды выкрыцця чарговых “ворагаў народа” у БДУ адбыўся мітынг студэнтаў, навукоўцаў і адміністрацыйна-тэхнічнага персаналу, на якім прамоўцы клеймавалі апошнімі словамі “гнюсных агентаў фашысцкіх разведак, шкоднікаў, дыверсантаў, забойцаў”. Універсітэцкая газета стракацела артыкупамі яго супрацоўнікаў з характэрнымі загалоўкамі: “Смерць фашысцкім наймітам!”, “Сцерці з твару зямлі подлых бандытаў!”, “Здраднікам няма літасці!”, “Раздавіць гадаў”, “Смерць рыцарам мяча і крыві”, “Калі вораг не здаецца – яго знішчаюць”, “Вялікі гнеў і абурэнне” [24].

У гэтай атмасферы усеагульнай падазронасці і недаверу працаваць было цяжка. Асабліва шчыравалі на старонках універсітэцкага друку “абаронцы прауды” і “пільныя людзі”, якія абвінавачвалі рэктарат і персанальна У.С. Бабраўніцкага ў розных “грахах”: няма крэйды, анучак, дошак на занятках – вінаваты рэктар, пераехаў намеснік прарэктара ў новую кватэру і адрамантаваў яе, а рэктар не рэагуе – гэта зноў жа падазрона, адвезена мэбля на кватэру рэктара – “падхалімаж і ўгодніцтва” з боку адміністрацыі. Як вынік – “адсутнасць большавіцкай крытыкі і самакрытыкі” [25].

Прайшлі першамайскія святы: са студэнцкай калонай пад партрэтамі Леніна і Сталіна, з урачыстым вечарам і выступленнем мастацкай самад-

* У 1920–1930-я гг. БДУ меў кватэры так званага прафесарскага фонду, якія займалі выкладчыкі і плацілі ўніверсітэту. Рамонт гэтых кватэр ішоў за кошт БДУ. Калі выкладчык спыняў працу у БДУ, то ён вызваляў кватэру.

зейнасці – хору, гуртка народных танцаў, джаз-аркестра, а таксама гімнастаў і баксёраў [26]. БДУ стаў рыхтавацца да выбараў у Вярхоўны Савет БССР. Студэнты і выкладчыкі былі заняты на выбарчых і агітацыйных участках, займаліся вывучэннем закону аб выбарах, наведвалі працоўныя калектывы. На агульным аб'яднаным сходзе студэнтаў, навукоўцаў і работнікаў БДУ, Медінстытута, рабочых, служачых і ІТР Дома урада па Кагановіцкай выбарчай акрузе быў вылучаны кандыдатам у дэпутаты П.П. Савіцкі. Будучы новы рэктар універсітэта [27].

У чэрвені у БДУ пачала работу прыёмная камісія, планавалася прыняць 300 студэнтаў. Універсітэт пасылаў сваіх прадстаўнікоў у розныя раёны Беларусі: прафесара Ц.М. Годнева – у Віцебск, прафесара У.К. Нікіфарова – у Гомель, дацэнта І.Г. Некрашэвіча – у Оршу і інш. Газета “За ленинские кадры” змясціла артыкулы дэканаў аб сваіх факультэтах. Там жа быў надрукаваны перадавы артыкул “Права на асвету”. Ён без подпісу, але па стылю належыць У.С. Бабраўніцкаму. Акрамя ўжо звычайных для таго часу фразаштампаў аб “забітай дарэвалюцыйнай Беларусі”, “барацьбе рабочых і сялян пад кіраўніцтвам бальшавіцкай партыі Леніна – Сталіна”, у артыкуле паведамлялася, што за семнаццаць гадоў існавання БДУ падрыхтаваў каля трох тысяч спецыялістаў, падкрэслівалася, што значная частка былых выхаванцаў БДУ працуе ў самім жа ўніверсітэце, якому, па словах У.С. Бабраўніцкага, “прадстаіць ганаровая задача і надалей выхоўваць высокакваліфікаваныя кадры” [28].

Аднак самому рэктару выконваць гэту задачу ўжо не прыйшлося: 12 ліпеня 1938 г. ён быў арыштаваны ў сваім працоўным кабінёце [29]. У.С. Бабраўніцкага абвінавачвалі ў тым, што ён з’яўляўся “удзельнікам антысавецкай нацыянал-фашысцкай арганізацыі, праводзіў шкодніцкую работу ў АН Беларусі і Белдзяржуніверсітэце” [30]. 21 ліпеня рэктар пачаў даваць паказанні. Ён прызнаваўся ў тым, што падчас вучобы ў Горыцкай СГА “зрываў” правядзенне свята “Дні леса”, “агітаваў” сялян супраць калектывізацыі, быў знаёмы з М.І. Гарэцкім, А.С. Вечарам, Я.М. Афанасьевым, М.А. Дарожкіным і іншымі “нацдэмамі”, а ў Гомельскім лесатэхнічным інстытуце праводзіў заняткі па брыгадна-лабараторнаму метаду [31].

Аднак на фоне маскоўскіх працэсаў усе гэтыя “злачынствы” выглядалі непераканаўча. І ў сваіх паказаннях Уладзімір Сцяпанавіч вымушаны быў (як гэта рабілася – зразумела) сазнацца і ў практычным шкодніцтве, а пасля і ў шпіянажы, і ва ўдзеле ў нацфашысцкай арганізацыі разам з наркомам У.Л. Піваваравым, і ў стварэнні нацфашысцкай арганізацыі ў БДУ і АН [32]. Аднак даваць паказанні У.С. Бабраўніцкі не скончыў і не падпісаў іх.

У верасні 1938 г. у час допыту У.С. Бабраўніцкі заявіў, што “удзельнікам нацфашысцкай арганізацыі ніколі не з’яўляўся”. У снежні ён пацвердзіў гэтыя свае словы, дадаўшы, што і шкодніцтвам ніколі не займаўся [33]. На допытах у траўні 1939 г. ён ізноў заявіў, што ніколі не быў удзельнікам нацфашысцкай арганізацыі і аб яе існаванні нічога не ведаў, усе ранейшыя прызнанні і паказанні на вочных стаўках з М.А. Дарожкіным, У.Л. Піваваравым і іншымі былі зроблены пад “фізічным і маральным уздзеяннем з боку следчых”, у выніку чаго ён быў даведзены да “бессвядомага стану”. У паказаннях У.С. Бабраўніцкі пісаў: “Мяне збівалі 4 сутак бесперапынна з 12 па 16 ліпеня 1938 г. без прад’яўлення ордэра на арышт (ордэр падпісаны і санкцыя дадзена 16 ліпеня)... Такое збіццё працягвалася да 20 верасня 1938 г.” [34]. Гэта і прымусіла яго паклёпнічаць на сябе і іншых. Цяпер ужо яму інкрымінаваўся не ўдзел у фантастычных арганізацыях, а ліквідацыя аспірантуры ў АН і шкодніцкая дзейнасць у БДУ. Следчыя выклікалі студэнтаў, якія давалі паказанні аб тым, што былы рэктар скарачаў лекцыі па дыялектычнаму матэрыялізму, не вёў барацьбу з недысцыплінаванасцю, хаваў (!) ад ЦК КП(б)Б, СНК неабходнасць пабудовы інтэрната і г. д. Гэтыя высновы

падмацоуваліся актам камісіі парткома ад 7 верасня 1938 г. “аб контррэвалюцыйнай дзейнасці былога рэктара Белдзяржуніверсітэта Бабраўніцкага У.С.” [35].

Аднак былы рэктар адмаўляў сваю віну і пратакол аб заканчэнні следства не падпісаў, як і ў першы раз, абвяргаючы абвінавачванні. У.С. Бабраўніцкі хадайнічаў аб новых вочных стаўках, але яму было адмоўлена [36].

Нягледзячы на ўсю непераканаучасць матэрыялаў, У.С. Бабраўніцкі абвінавачваўся ў тым, што ён “з’яўляўся удзельнікам нацфашысцкай арганізацыі... па заданню якой праводзіў шкодніцкую работу ў Белдзяржуніверсітэце і АН БССР”. У заключэнні ёсць цікавы момант: у сувязі з тым, што У.С. Бабраўніцкі адмовіўся ад сваіх паказанняў, а некаторыя з тых, хто абвінавачваў яго, былі асуджаны, а неасуджаныя таксама адмовіліся ад сваіх ранейшых паказанняў, і, акрамя таго, паколькі У.С. Бабраўніцкі да арышту з’яўляўся “сакрэтным супрацоўнікам” двух аператыўных аддзелаў, следства прызнавала немэтазгодным слухаць справу ў судзе і накіравала яе на разгляд Асобай Нарады НКУС СССР [37].

Тут справа У.С. Бабраўніцкага прыпынілася, а ў студзені 1940 г. была вернута на даследаванне. За гэты час сваякі Уладзіміра Сцяпанавіча (яго бацька, жонка, брат) паспрабавалі дабіцца справядлівасці, пісалі лісты на імя Берыі, Сталіна і Калініна, у якіх выказвалі просьбу разабрацца з абвінавачваннямі супраць іх сына, мужа, брата, прасілі паспрыяць палягчэнню рэжыму яго утрымання (зіму 1938/39 г. У.С. Бабраўніцкі правёў у летняй вопратцы, у якой быў арыштаваны, а цёплыя рэчы прыняць адмовіліся). Усе гэтыя лісты трапілі ў Пракуратуру БССР, а затым – у матэрыялы следства [38].

Нанава дапытаныя сведкі адмовіліся ад сваіх ранейшых паказанняў, спаслаўшыся на тое, што пасля арышту У.С. Бабраўніцкага в. а. рэктара БДУ М.А. Ліхтарнікаў патрабаваў ад іх прадставіць недахопы, якія былі на той час у БДУ, як вынік шкодніцкай дзейнасці былога рэктара. Ізноў створаная камісія прыйшла да высновы, што практычная работа былога рэктара БДУ не была скіравана на зрыў падрыхтоўкі навуковых кадраў. Правёрка дзейнасці У.С. Бабраўніцкага ў Інстытуце хіміі АН БССР высветліла, што там ён лічыўся аспірантам і ніякіх пасадаў не займаў [39]. Паколькі і іншыя абвінавачванні не пацвердзіліся і шкодніцкая дзейнасць не была выяўлена, то 10 сакавіка 1940 г. справа была спынена, а сам Уладзімір Сцяпанавіч 16 сакавіка 1940 г. быў вызвалены [40].

Пасля вызвалення У.С. Бабраўніцкі быў адноўлены на працы ў БДУ. Да пачатку Вялікай Айчыннай вайны ён працаваў дацэнтам кафедры арганічнай хіміі, потым у эвакуацыі – дырэктарам Мензялінскага педагагічнага вучылішча Татарскай АССР (да 26 лістапада 1943 г.). У снежні 1943 г. па распараджэнні ЦК КП(б)Б ён быў адкліканы ў Маскву і скіраваны на работу ў Наркамасветы БССР. Там да сакавіка 1947 г. ён працаваў у якасці кансультанта-метадыста Упраўлення вышэйшай школы і з’яўляўся сакратаром партыйнай арганізацыі. Адначасова ён чытаў у БДУ курс лекцый па арганічнай хіміі на біяфаку, лесахіміі і арганічнага аналізу – на хімфаку [41]. За выдатную працу ў галіне асветы ў ліпені 1945 г. У.С. Бабраўніцкі быў узнагароджаны Ганаровай граматай Прэзідыума Вярхоўнага Савета БССР, а ў 1946 г. – медалём “За доблесную працу ў Вялікай Айчыннай вайне 1941–1945 гг.” Аднак работа ў апарата Міністэрства асветы не дазваляла яму удзяляць дастаткова увагі факультэту і навукова-даследчай дзейнасці. За увесь папярэдні час У.С. Бабраўніцкі надрукаваў пяць даследаванняў па пытаннях хіміі. Тым не менш 1 траўня 1947 г. ён быў прызначаны намеснікам дырэктара НДІ хіміі БДУ, дзе працаваў да ліквідацыі інстытута ў сакавіку 1950 г. [42]. У хуткім часе Уладзімір Сцяпанавіч канчаткова перайшоў на выкладчыцкую работу ва ўніверсітэт.

Асабістае жыццё і адносіны з адміністрацыяй у У.С. Бабраўніцкага неяк не складваліся. Пачасціліся спазненні на заняткі. Дзе шукаць карані гэтых зрываў – можа у сям’і, у зламанай лесам навуковай кар’еры? Ва ўсякім разе ні кіраўніцтва факультэта, ні рэктарат, здаецца, не імкнуліся высвятляць прычыны. З існуючым становішчам змагаліся выключна вымовамі і строгімі вымовамі [43]. Вынікам пропуску партыйных сходаў стаў разгляд у чэрвені 1952 г. асабістай справы У.С. Бабраўніцкага і папярэджанне аб недапушчальнасці падобных паводзін [44].

І ў гэты час У.С. Бабраўніцкі працягваў работу над доктарскай дысертацыяй на тэму “Ператварэнне цяпенавых вуглевадародаў у прысутнасці бязводнага хлорыстага алюмінія”. У чэрвені 1952 г. на сходзе кафедры арганічнай хіміі было разгледжана пытанне аб рэкамендацыі У.С. Бабраўніцкага ў дактарантуру. Кафедра рэкамендацыі не дала – была адзначана адрывачасць выніковых дадзеных, адсутнасць неабходнай колькасці друкаваных прац і нават літаратурнага агляду па тэме [45].

Ці пераадолеў сябе Уладзімір Сцяпанавіч? Ва ўсякім разе ў характарыстыцы ад 29 красавіка 1954 г. адзначана, што лекцыйныя курсы і практычныя заняткі У.С. Бабраўніцкі праводзіў на належным навуковым узроўні, прымаў удзел у грамадскай працы, хаця было і дададзена, што за парушэнні працоўнай дысцыпліны ён меў спагнанні па адміністрацыйнай і партыйнай лініі [46]. Больш, аднак, працаваць яму ў БДУ не прыйшлося. У ліпені 1955 г. у сувязі са скарачэннем аб’ёму педагогічнай нагрузкі на 1955/56 навучальны год ад працы ва ўніверсітэце быў вызвалены шэраг выкладчыкаў. У іх ліку «скарацілі» і У.С. Бабраўніцкага [47].

Да верасня 1957 г. ён працуе на кафедры хіміі Беларускага леса-тэхнічнага інстытута. Пасля – да 1960 г. – на кафедры хіміі Беларускага інстытута народнай гаспадаркі. 3 мая 1960 г. займае пасаду старэйшага навуковага супрацоўніка лабараторыі пластмас Мінскага НДІ будматэрыялаў Дзяржбуда СССР і адначасова працуе па сумяшчальніцтву дацэнтам кафедры прыродазнаўства Мінскага педінстытута [48].

Працуючы ў НДІ, У.С. Бабраўніцкі бярэ удзел як непасрэдна выканаўца і кіраўнік у шэрагу навуковых даследаванняў па комплекснай пераапрацоўцы адходаў прамысловасці, у распрацоўцы новых клеячых саставаў для пластыкавых вырабаў і інш. Некаторыя з гэтых работ ён давёў да ўкаранення ў прамысловасць і атрымаў на іх аўтарскія пасведчанні [49].

У 1965 г. У.С. Бабраўніцкі канчаткова перайшоў на працу ў Мінскі педінстытут на кафедру прыродазнаўства. Пасля стварэння на яе базе кафедры хіміі неўзабаве стаў выконваць абавязкі загадчыка кафедры, а ў 1967 г. узначаліў яе.

У кастрычніку 1968 г. Уладзімір Сцяпанавіч моцна захварэў, аднак у студзені 1969 г. зноў быў на працы. Памер ён раптоўна 28 кастрычніка 1969 г. [50].

Тыя, хто калісьці ведалі Уладзіміра Сцяпанавіча і вучыліся ў яго, захавалі аб ім добрую памяць як аб таленавітым вучоным і педагогу.

1. Архіў КДБ РБ. Спр. 7108-С. Арк. 170.
2. Энцыклапедыя гісторыі Беларусі. Мн., 1993. Т. 1. С. 414; Т. 3. С. 93. (Далей – ЭГБ).
3. Там жа. Т. 2. С. 259, 494. Беларуская энцыклапедыя. Мн., 1998. Т. 6. С. 55; Т. 2. С. 126; Т. 5. С. 89, 35. (Далей – БЭ); Архіў КДБ РБ. Там жа. Арк. 24–28.
4. Архіў КДБ РБ. Там жа. Арк. 22–23.
5. Архіў БДУ. Спр. 35/1955. Арк. 13.
6. Там жа. Арк. 14, 24. БЭ. Т. 2. С. 458.
7. Архіў БДУ. Там жа. Арк. 4, 9; Архіў КДБ РБ. Там жа. Арк. 73.
8. Архіў КДБ РБ. Там жа. Арк. 158.
9. Архіў БДУ. Там жа. Арк. 1.
10. Архіў КДБ РБ. Там жа. Арк. 160–161.
11. Архіў БДУ. Там жа. Арк. 1, 22; Архіў КДБ РБ. Там жа. Арк. 35, 217.
12. НА РБ. Ф. 205. Воп. 1. Спр. 698. Арк. 24, 26.
13. Канстанцінаў Ф. Непаваротлівасць // Звязда. 1938. 6 студз.
14. Шапіра І. П., Некрашэвіч І. Г. Яшчэ раз аб універсітэце // Звязда. 1938. 17 лют.

15. Архіў КДБ РБ. Там жа. Арк. 192, 247, 253.
16. НА РБ. Там жа. Спр. 698. Арк. 33, 37.
17. Там жа. Спр. 721. Арк. 1–3.
18. Габрыёлаў. У другім пагоддзі працаваць лепш // За лeнін. кадры. 1938. 21 студз.
19. Архіў КДБ РБ. Там жа. Арк. 246.
20. Бабраўніцкі У. С. Аб дысцыпліне // За лeнін. кадры. 1938. 23 лют.
21. Архіў КДБ РБ. Там жа. Арк. 246.
22. За лeнін. кадры. 1938. 23 лют.
23. Кавалевіч. Узмацнім абаронную работу // За лeнін. кадры. 1938. 23 лют.; Кавалевіч. Моладзь авалодвае абароннай справай // Там жа. 1938. 11 крас.; Луцэвіч Ф. Студенты-мотоциклисты // Сов. Белоруссия. 1938. 29 марта; Чырв. змена. 1938. 4 чэрв.; Канстанцінаў Ф. Пілот // За лeнін. кадры. 1938. 8 сак.
24. За лeнін. кадры. 1938. 8 сак.
25. Паулоўскі Я. Рука руку мые... // За лeнін. кадры. 1938. 22 сак.; Бірылка. Эканомія на гразі і пыле // Там жа. 1938. 11 крас.
26. Першамайская калона студэнтаў // Чырв. змена. 1938. 21 крас.; Свята 1 Мая // За лeнін. кадры. 1938. 1 траўня.
27. Вышэй якасць агітацыйнай работы // За лeнін. кадры. 1938. 14 траўня; Куксо А. Г. Агітацыя на выбарчым участку // Там жа; Цярэшчанка. Вывучаем выбарчы закон // Там жа; Наш кандыдат у дэпутаты Вярхоўнага Савета БССР // Там жа. 1938. 14 чэрв.
28. Права на асвету // За лeнін. кадры. 1938. 14 чэрв.
29. Архіў КДБ РБ. Там жа. Арк. 2, 4, 216.
30. Там жа. Арк. 1, 9.
31. Там жа. Арк. 18–33.
32. Там жа. Арк. 36, 39, 40, 46–53.
33. Там жа. Арк. 59, 62.
34. Там жа. Арк. 63–66.
35. Там жа. Арк. 73, 94–95, 110–117, 153–154.
36. Там жа. Арк. 162, 163, 172, 175, 192.
37. Там жа. Арк. 168–169.
38. Там жа. Арк. 212, 222–236.
39. Там жа. Арк. 238–240, 246–248, 255.
40. Там жа. Арк. 258–260.
41. Архіў БДУ. Там жа. Арк. 8, 22, 10, 11, 23, 12.
42. Там жа. Арк. 3, 40, 20.
43. Там жа. Арк. 33, 34, 39, 40, 41, 42, 47, 48, 50.
44. Там жа. Арк. 36–38.
45. Там жа. Арк. 44.
46. Там жа. Арк. 59.
47. Там жа. Арк. 59.
48. Архіў БДПУ імя М. Танка. Вопіс супрацоўнікаў. Спр. 888. Арк. 12.
49. Там жа. Арк. 11, 23–24.
50. Там жа. Арк. 18–19, 25, 28, 32, 35.

Поступила в редакцию 10.01.2001.

УДК 541

В.В. СВИРИДОВ

КАФЕДРЕ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ – 80 ЛЕТ



Свиридов Вадим Васильевич – академик НАН Беларуси, академик Академии образования Республики Беларусь, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой неорганической химии, главный научный сотрудник НИИ ФХП. Научные интересы относятся к областям химии твердого тела, синтеза ультрадисперсных неорганических веществ и тонких пленок, фотохимии неорганических систем. Автор более 450 научных статей, трех монографий, 6 учебных пособий.

The paper briefly describes the accomplishments of the Chair of Inorganic Chemistry of Belarussian State University in chemical education, scientific researches, and training of specialists according to PhD programs between 1921 and 2001.

В краткой статье можно лишь в самых общих чертах охарактеризовать деятельность кафедры неорганической химии за время ее существования. Задача облегчается тем, что, во-первых, в этом же но-

мере журнала содержатся материалы об истории химического факультета в целом (авторы Г.А. Браницкий и Т.П. Каратаева) и об его жизни в довоенный период (автор Г.Л. Старобинец), а во-вторых, в последние годы опубликовано несколько статей [1–8], в которых в той или иной степени отражены итоги научной деятельности кафедры неорганической химии и тесно связанных с ней лабораторий Института физико-химических проблем БГУ.

Кафедра неорганической химии была организована с момента открытия университета в 1921 г., правда, вначале ее функции были более широки и она называлась кафедрой неорганической, аналитической и физической химии. После создания химического факультета (1931 г.) из состава этой кафедры были выделены кафедры физической (1933 г.) и аналитической химии (1934 г.).

В некоторых из названных выше материалов этот период жизни кафедры нашел достаточно полное отражение точно так же, как и исключительно плодотворная научная и учебная деятельность академика Н.Ф. Ермоленко, многие годы читавшего лекции по курсу неорганической химии, а с 1943 г. возглавившего кафедру неорганической химии (в довоенное время преподавание неорганической химии он совмещал с заведованием кафедрой аналитической химии).

В 1940–1950-е гг. на кафедре восстанавливалось то, что было утрачено в годы войны и в это же время кафедра становится одной из центральных учебно-научных ячеек химического факультета. В начале 1960-х гг. кафедра стала преобразовываться и к середине 1970-х гг. превратилась в большой учебно-научный коллектив, включающий не только преподавателей и аспирантов, но и большую группу научных сотрудников. Непрерывно расширялась и углублялась научная тематика кафедры, появилось современное для того времени научное оборудование (этому в большой степени способствовало то, что значительная часть научной деятельности проводилась по тематике, в разработке которой были заинтересованы военные ведомства, имевшие возможность финансировать не только прикладные, но и некоторые фундаментальные исследования). Налаживались научные контакты с целым рядом передовых научных организаций. Кафедра быстро росла и численно, что в значительной мере было связано с необходимостью обеспечить обучение все увеличивающегося (вплоть до 1970-х гг.) количества студентов факультета.

На протяжении более 20 лет (до 1965 г.) кафедру возглавлял академик Н.Ф. Ермоленко. Ему кафедра обязана тем, что к концу 1950-х гг. на ней стали успешно развиваться исследования в области коллоидной химии и химии ультрадисперсных неорганических веществ. На последнем направлении работы кафедры я специально акцентирую внимание, имея в виду, что ее основные научные достижения в послевоенный период и в настоящее время были связаны с исследованиями в этой области химии. В материалах, посвященных недавно отмечавшемуся столетию со дня рождения Н.Ф. Ермоленко, проанализирован его вклад в научные исследования, выполнявшиеся на кафедре неорганической химии до середины 1960-х гг., и заслуги в организации преподавания химии [5]. С 1965 г. руководство кафедрой осуществляет автор данной статьи.

В 1960–1970-е гг. непрерывно совершенствовался учебный процесс по неорганической химии и кристаллохимии, было подготовлено около десяти новых спецкурсов для студентов производственного и педагогического отделений. Наряду со специализацией по неорганической химии была организована специализация по химии твердого тела и полупроводников.

К концу 1960-х гг. курс неорганической химии был перестроен таким образом, что материал, относящийся к строению атомов, молекул, кристал-

лов, стал рассматриваться на основе современных представлений о природе химической связи, а материал, относящийся к проблемам реакционной способности химических веществ, излагался с использованием термодинамических представлений.

Много внимания было уделено углубленному изучению студентами всех разделов неорганической химии на семинарских занятиях, для чего подготовлен вышедший двумя изданиями сборник вопросов и упражнений по неорганической химии. Позже был издан новый сборник задач, вопросов и упражнений по этому курсу, содержание которого соответствовало уровню университетских требований к изучению неорганической химии в конце 1970-х гг. Второе и третье исправленные и дополненные издания этого сборника вышли в 1980-е гг. Преподаватели кафедры стали уделять больше внимания и совершенствованию учебного процесса по химии в средней школе. Важным итогом деятельности в этом направлении явилось издание нескольких сборников олимпиадных задач, а также сборника усложненных задач (вышел в двух изданиях), нашедшего широкое применение в школах Советского Союза.

В конце 1960-х гг. кафедра стала готовить большую группу аспирантов и соискателей кандидатских степеней. Молодые кандидаты наук становились не только преподавателями, но и руководителями научных исследований на кафедре.

К концу 1970-х гг. сформировались два научных направления по изучению свойств ультрадисперсных веществ и сложных композитных систем, включающих такого рода вещества.

Одно из направлений исследований было связано с установлением закономерностей фотохимических превращений, протекающих в объеме и на поверхности высокодисперсных твердых веществ, а также реакций химического восстановления ионов металлов в растворах, которые приводят к образованию соответствующего металла в виде ультрадисперсного продукта или тонкой пленки, формирующейся на твердой поверхности или в полимерной матрице. Сочетание этих двух типов процессов – фотохимического и приводящего к образованию ультрадисперсного металла – позволило разработать новые способы получения фотографических несеребряных изображений и принципы нового технологического приема селективного осаждения металлов в виде рисунков заданной геометрической конфигурации на различные поверхности. Как фотографические, так и фототехнологические процессы осаждения металлов нашли довольно широкое практическое применение.

Второе направление относилось к изучению структурно-химических превращений бинарных гидроксидных систем и закономерностей термического разложения и горения композитов сложного химического состава.

Создание на кафедре неорганической химии, а также на некоторых других кафедрах научных групп и лабораторий явилось существенной предпосылкой организации в университете в конце 1978 г. НИИ физико-химических проблем, деятельность которого тесно связана до настоящего времени с деятельностью кафедр химического факультета. В институт было переведено более семидесяти сотрудников кафедры неорганической химии, составивших отдел из двух лабораторий. Вскоре одна из этих лабораторий разделилась на две. Значительная часть научной тематики, выполняемая в институте в развитие тех исследований, которые до создания института проводились на кафедре, тесно связана до настоящего времени с кафедральными исследованиями. Развитию деловых взаимоотношений между кафедрой неорганической химии и лабораториями института способствовало то, что на протяжении пятнадцати лет заведующий кафедрой – автор данной статьи – одновременно выполнял функции директора института.

Связи между кафедрой и институтом сохранились и до настоящего времени. Преподаватели кафедры руководят тремя научными группами лабораторий института, сотрудники которого читают на кафедре четыре спецкурса и руководят кандидатскими и магистерскими диссертациями, а также большим количеством дипломных и курсовых работ.

Начатая в 1960-е гг. работа по совершенствованию учебного процесса и подготовке учебных пособий продолжается на кафедре до настоящего времени. Одним из ее итогов явилась разработка принципов составления развернутых программ по изучаемым курсам, в которых четко определяется круг подлежащих изучению и ознакомлению вопросов по всем разделам и изучаемый материал классифицируется по степени значимости. Программа курса неорганической химии, разработанная кафедрой, была рекомендована в 1990 г. Минвузом СССР в качестве базовой для химических факультетов университетов Советского Союза.

В течение многих лет преподаватели кафедры читали курс «Введение в специальность». Материалы лекций были изданы в виде отдельной небольшой книги, в которой проанализировано современное состояние и перспективы развития различных направлений химии [9]. Более двадцати лет кафедра отвечает за преподавание студентам старших курсов учебных дисциплин «Теоретические проблемы неорганической химии» и «Химия твердого тела». С учетом особенностей требований к знаниям выпускников химического факультета и необходимости улучшения теоретической подготовки студентов заметно модернизировалось содержание специальных курсов и лабораторных занятий по специализациям «неорганическая химия» и «химия твердого тела», осуществляемым кафедрой. После открытия на химическом факультете специализаций «химия лекарственных препаратов» и «химическая экология» на кафедре подготовлены разделы курса по фармацевтической химии, бионеорганической химии и геохимии. Одним из важных направлений деятельности кафедры является также разработка проблем дидактики и методики преподавания химии в средней школе, организация различных школьных олимпиад и чтение лекций учителям.

На протяжении последних двадцати лет подготовлено и издано большое количество учебных пособий. За это время вышли два издания сборника задач, вопросов и упражнений по неорганической химии для студентов химического факультета, два издания сборника задач и упражнений по химии для средней школы (второе издание на белорусском и русском языках), широко используемого до настоящего времени в школах республики, два издания руководства по синтезу неорганических соединений для студентов химического факультета (второе издание вышло в 2000 г. [10]). В 2000–2001 гг. вышло также несколько других учебных пособий [11–15]. Преподаватели кафедры являются соавторами учебника по химии для средней школы, вышедшего в 2000 г. на русском и белорусском языках и ряда методических материалов для учителей средней школы. Существенную помощь средней школе оказывают и статьи (около 30) преподавателей кафедры, опубликованные в журнале «Хімія: праблемы выкладання» (редактором этого журнала на протяжении шести лет является заведующий кафедрой академик В.В. Свиридов). Значительная часть этих материалов рассчитана на ознакомление учителей химии и учеников с достижениями науки последних десятилетий. Ряд статей заполняют пробелы в учебной литературе по важным вопросам программы средней школы, многие представляют интерес и для преподавателей общей химии нехимических вузов.

Важным направлением работы кафедры является разработка принципов использования в учебном процессе методических приемов проведения занятий по ряду дисциплин (прежде всего семинарских и лабораторных), основанных на обучающе-исследовательском принципе. Широкое применение

в учебном процессе находит научная литература. Названные учебные пособия [10–15] специально построены таким образом, чтобы обеспечивать использование обучающе-исследовательского принципа.

Существенный вклад внесен преподавателями кафедры в составление тестов по различным химическим дисциплинам, а также по курсу химии в средней школе. При этом основной упор делался и делается на подготовку тестов, которые наряду с контролирующей обладают и обучающей функцией.

Тесное увязывание обучения студентов с научными исследованиями, чему немалое внимание уделялось уже в 1960-е гг. (именно в конце этого периода на кафедре стал выполняться студентами старших курсов учебно-исследовательский практикум), позволило кафедре подготовить для поступления в аспирантуру большую группу способных и талантливых выпускников химического факультета. Многие из них стали в дальнейшем преподавателями кафедры, видными учеными и организаторами науки. Среди них нынешний декан химического факультета профессор Г.А. Браницкий и его заместитель доцент Т.П. Каратаева, профессора Т.Н. Воробьева и А.И. Кулак, доценты Н.Н. Горошко, Н.И. Кунцевич, Е.И. Василевская, Г.Л. Щукин, Е.А. Стрельцов, Н.В. Логинова, Д.И. Мычко, А.Ч. Гурло, ныне покойная доцент Г.А. Васильева, бывшие преподаватели, а теперь пенсионеры доценты Г.А. Попкович, Т.П. Адамович, А.Р. Улазова, Г.И. Тарайковская. Большой вклад в учебный процесс на кафедре в 1960–1970-е гг. внес бывший декан химического факультета В.Ф. Тикавый, в 1973 г. возглавивший кафедру общей химии. В 1940–1960 гг. плодотворно работал на кафедре доцент А.С. Баркан. Кафедра гордится бывшими студентами и аспирантами, которые в настоящее время являются крупными организаторами науки и учебного процесса. К ним относятся академик А.И. Лесникович – председатель Государственного Комитета по науке и технологиям республики (он одновременно заведует кафедрой общей химии и методики преподавания БГУ), проректор по научной работе БГУ, доктор химических наук С.К. Рахманов, нынешний директор Института физико-химических проблем БГУ, доктор химических наук О.А. Ивашкевич, заместитель директора Института общей и неорганической химии НАН Беларуси и одновременно профессор кафедры неорганической химии А.И. Кулак. В общей сложности на кафедре неорганической химии совместно с сотрудничающими с ней лабораториями института было подготовлено за послевоенное время около 80 кандидатов наук, а девять человек – В.В. Свиридов, А.И. Лесникович, Г.А. Браницкий, А.И. Кулак, С.К. Рахманов, О.А. Ивашкевич, Т.Н. Воробьева, Д.В. Свиридов, П.Н. Гапоник – защитили докторские диссертации.

Ощутимый вклад в учебный процесс (чтение лекций, руководство дипломными и диссертационными работами, за подготовку которых отвечает кафедра неорганической химии) вносят ведущие сотрудники института – доктор химических наук Д.В. Свиридов, кандидаты химических наук Г.П. Шевченко, Л.И. Степанова, Г.А. Рагойша, Т.В. Гаевская, М.И. Ивановская и др.

Успешной подготовке студентов и кандидатов наук способствует активное участие кафедры и сотрудничающих с ней в настоящее время двух лабораторий НИИ ФХП в выполнении научных исследований. Эти исследования – логическое продолжение того, что являлось предметом научных изысканий 1970-х гг.

В развитие работ, которые привели к созданию новых принципов и систем фотографической регистрации информации, получен ряд новых результатов в области химии фотографических процессов на галогенидосеребряных носителях светочувствительности, установлены новые закономерности реакций химического восстановления галогенидов серебра, ис-

пользуемых в фотографическом проявлении, углублены представления о начальной стадии образования и роста частиц серебра и других металлов в автокаталитических реакциях при восстановлении этих металлов в водной среде, установлены закономерности фотохимического активирования многих полупроводниковых веществ, обеспечивающего селективное осаждение металлов на экспонированные (или, наоборот, не подвергнутые облучению) участки твердой поверхности, обнаружен и изучен новый эффект фотоактивирования наногетероструктур «малые частицы серебра или меди-йодид свинца», которые могут выполнять роль центров осаждения металла из раствора, содержащего восстановитель. Подведены итоги начатых ранее исследований закономерностей фотохромных процессов в гетероструктурах, состоящих из малых частиц галогенидов нескольких металлов. В процессе изучения особенностей и механизма реакций, протекающих при фотографическом проявлении галогенидосеребряных фотослоев, разработано несколько новых способов получения изображений на этих слоях (несколько вариантов способов получения многоцветных изображений на черно-белых фотографических материалах; процессы усиления фотографических изображений посредством окислительно-восстановительного диспергирования формирующего изображение серебра, что позволяет увеличить чувствительность фотоматериалов до десяти раз, и др.).

Параллельно с изучением процесса восстановления трудно растворимых в воде галогенидов серебра, протекающего при фотографическом проявлении, проводилось исследование особенностей формирования и роста частиц серебра, золота, меди, сплавов, содержащих эти металлы, а также частиц ферромагнитных металлов подгруппы железа и их сплавов. Установлены факторы, определяющие размеры частиц и приемы регулирования этих размеров. Показано, что ферромагнитные металлы могут формировать наноструктурированные волокна. Обнаружен эффект влияния магнитного поля на относительную скорость восстановления из растворов ферромагнитных металлов и сопутствующее ему каталитическое разложение воды с выделением водорода.

Выполнен большой цикл работ по электрохимии и фотоэлектрохимии тонких пленок полупроводниковых веществ, изучен механизм электрохимического формирования частиц металла на поверхности полупроводниковых электродов и свойства этих частиц. Установлены особенности механизма фотокаталитических процессов на поверхности нанодисперсных полупроводников и их наноструктурированных систем, изучен механизм спектральной сенсibilизации фотоэлектрохимических процессов на поверхности полупроводников красителями и агрегатами их молекул, изучены электро- и фотоэлектрокаталитические свойства различных наногетерогенных композитов и в том числе содержащих полианилин в качестве матрицы с регулируемой электропроводностью, а также фотокаталитические свойства магнитоуправляемых композитов, состоящих из ферромагнитного ядра и фотоактивной полупроводниковой оболочки. Установлены закономерности колебательных периодических электрокаталитических процессов на наногетероструктурах из малых частиц серебра и некоторых других металлов.

В 1980-е гг. начали развиваться исследования в области электрохимического синтеза различных твердых веществ и твердотельных структур, закономерности которого изучались в сопоставлении с закономерностями процессов, протекающих при синтезе твердых веществ с использованием реакций химического восстановления. Найдены условия формирования наноструктурированных сплавов никеля с молибденом и вольфрамом, в том числе и в виде твердых растворов неравновесного состава, а также сплавов, относящихся к системам олово – медь или никель, цинк – никель и др. Показана возможность получения ряда сплавов в виде аморфных тонкоп-

леночных структур. Изучены свойства электрохимически и химически осажденных наноструктурированных кристаллических пленочных структур «никель или железо – бор». Изучены закономерности анодно-плазменного окисления поверхности алюминия и его сплавов и особенности формирования при этом покрытий, включающих химически связываемые компоненты растворов электролитов. Установлены закономерности электрохимического осаждения монослоев и наноструктурированных кристаллических пленок ряда халькогенидов металлов и их твердых растворов.

Разработано более десятка технологических процессов электрохимического получения покрытий из изучавшихся металлов, сплавов и оксидных структур с повышенной коррозионной устойчивостью и различными механическими свойствами, в том числе процессов получения металлических рисунков без использования фоторезистов.

Начатые в 1960-е гг. исследования закономерностей структурно-химических превращений в гидроксидных системах в дальнейшем были продолжены в направлении использования золей гидроксидных систем для формирования тонких пленок простых и сложных оксидов, а также гетероструктур на их основе. Изучены структурно-химические превращения в большом ряду формирующих пленки гидроксидных систем, разработан ряд химических газовых сенсоров на их основе и выявлены пути регулирования активности и селективности этих сенсоров. Изучены закономерности формирования пленочных и керамических структур «оксид – малые частицы металла», получаемых с использованием как золей гидроксидов, так и композитов на основе труднокристаллизующихся и склонных к образованию пленок резинатов металлов. Разработаны термически стабильные катализаторы, представляющие собой высокодисперсные металлы – серебро, палладий, платину, вкрапленные в оксидные матрицы, что снижает вероятность спекания частиц металла.

Перечисленные результаты исследований были получены большой группой сотрудников кафедры и НИИ ФХП под руководством профессоров и докторов химических наук Г.А. Браницкого, А.И. Кулака, С.К. Рахманова, Т.Н. Воробьевой, Д.В. Свиридова, кандидатов наук (доцентов, ведущих и старших научных сотрудников) Г.А. Рагойши, Е.А. Стрельцова, Л.И. Степановой, Т.В. Гаевской, Г.П. Шевченко, Г.Л. Щукина, М.И. Ивановской, Н.И. Кунцевич, Т.П. Каратаевой, Е.И. Василевской, Н.В. Логиновой, Д.И. Мычко, В.Г. Соколова, А.В. Семешко, Ю.В. Нечипуренко и других, а также автора данной статьи. Исследования, выполнявшиеся в научных коллективах академика А.И. Лесникова и докторов химических наук О.А. Ивашкевича и П.Н. Гапоника, начавших свои работы на кафедре неорганической химии до организации НИИ ФХП и продолживших их в институте независимо от кафедры неорганической химии, здесь не рассматриваются. Согласованно функционирующий коллектив, состоящий из сотрудников кафедры неорганической химии и большой группы сотрудников НИИ ФХП, ведущих исследования в области химии ультрадисперсных систем, тонких пленок и электрохимии, сможет в будущем не только продолжить свои фундаментальные и прикладные исследования, подготовку студентов по специальностям «неорганическая химия» и «химия твердого тела», подготовку кандидатов наук, но также стать эффективно действующей структурой в системе повышения квалификации преподавателей химических дисциплин других высших учебных заведений, учителей химии средней школы и химиков – работников промышленности. Кроме того, кафедра неорганической химии располагает пока не реализованными в полной мере возможностями оказывать помощь другим вузам в организации завершающей подготовки студентов старших курсов, требующей приобретения ими опыта выполнения научных исследований, а также в обучении в магистратуре бакалавров, полу-

чивших образование в других вузах. Оптимистическая оценка будущей роли кафедры в педагогической и научной деятельности во многом базируется на том, что кафедра и институт располагают устремленными в будущее талантливыми молодыми сотрудниками, которые являются резервом белорусской химической науки.

1. Свиридов В.В., Браницкий Г.А., Рахманов С.К., Кулак А.И. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1996. № 3. С. 10.
2. Свиридов В.В., Браницкий Г.А. // Химические проблемы создания новых материалов и технологий: Сб. ст. к 20-летию НИИ ФХП БГУ. Мн., 1998. С. 293.
3. Свиридов В.В. // Там же. С. 323.
4. Свиридов В.В., Браницкий Г.А., Рахманов С.К. // Там же. С. 367.
5. Свиридов В.В. // Синтез, структура и свойства неорганических веществ и коллоидных систем: Тр. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения акад. Н.Ф. Ермоленко. Мн., 2000. С. 121.
6. Свиридов В.В., Браницкий Г.А. // Там же. С. 153.
7. Стрельцов Е.А. // Там же. С. 181.
8. Воробьева Т.Н., Рева О.В. // Там же. С. 196.
9. Свиридов В.В. // Химия сегодня и завтра. Мн., 1987.
10. Свиридов В.В., Попкович Г.А., Василевская Е.И. // Неорганический синтез. Мн., 2000.
11. Логинова Н.В. // Бионеорганическая химия: металлокомплексы в медицине. Мн., 2000.
12. Свиридов В.В., Попкович Г.А., Василевская Е.И., Логинова Н.В. Введение в лабораторный практикум по неорганической химии. Мн., 2001.
13. Каратаева Т.Н. Основы кристаллохимии. Мн., 2001.
14. Ивашкевич Л.С., Каратаева Т.П., Ляхов А.С. Рентгенографические методы в химических исследованиях. Мн., 2001.
15. Логинова Н.В., Полозов Г.И. Введение в общую фармацевтическую химию. Мн., 2001.

Поступила в редакцию 18.05.2001.

УДК 547.512+547.729

Л.С. СТАНИШЕВСКИЙ, В.И. ТЫВОРСКИЙ, О.Г. КУЛИНКОВИЧ

**РАБОТЫ КАФЕДРЫ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ
И ХИМИИ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ
В ОБЛАСТИ ХИМИИ МАЛЫХ ЦИКЛОВ**



Станишевский Леонид Станиславович – доктор химических наук, профессор кафедры органической химии и химии высокомолекулярных соединений. Область научных интересов – синтез биологически активных гетероциклических соединений. Автор более 150 научных работ.

Тыворский Владимир Исидорович – кандидат химических наук, доцент кафедры органической химии и химии высокомолекулярных соединений. Область научных интересов – химия гетероциклических соединений. Автор более 70 научных работ.

Куликович Олег Григорьевич – доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой органической химии и химии высокомолекулярных соединений. Область научных интересов – органический синтез, фазовые превращения водорастворимых полимеров. Автор более 120 научных работ.

The brief review of works carried out at the Department of Organic Chemistry and Chemistry of High-molecular Compounds, Chemical Faculty, Belarussian State University, in the field of small-size carbo- and heterocycles is brought.

Основное научное направление, традиционно развиваемое на кафедре органической химии БГУ, – разработка новых методов синтеза широкого круга полифункциональных веществ на базе превращений напряженных карбоциклических и гетероциклических систем. Фундамент этих исследований был заложен известным химиком-органиком, член-корреспондентом АН СССР, профессором Н.А. Прилежаевым, с именем которого неразрывно связана история создания кафедры органической химии и химического факультета в целом. В БГУ вместе со своими учениками он продолжил исследования по окислению ненасыщенных органических соединений надкислотами – реакция Прилежаева. Эта реакция чрезвычайно широко используется в практике тонкого органического синтеза как общий метод получения α -окисей (оксиранов) – одного из важнейших классов органических соединений.

В дальнейшем под руководством член-корреспондента АН БССР И.Г. Тищенко на кафедре проводилось систематическое изучение химических превращений ацилоксиранов, являющихся продуктами окисления пероксидом водорода соответствующих α -, β -ненасыщенных карбонильных соединений в присутствии оснований. В этой области исследований получены новые результаты по традиционным для химии оксиранов процессам раскрытия трехчленного цикла под действием разнообразных нуклеофильных реагентов: аминов, воды, спиртов, фенолов и их тиоаналогов. Существенный интерес представляют исследования по синтезу пятичленных гетероциклических соединений на основе реакций расширения трехзвенного кольца ацилоксиранов и их азотистых аналогов ацилазиридинов, приведшие к новым методам получения ацилзамещенных 1,3-диоксоланов, оксазолинов, имидазолов и γ -бутиролактонов.

Впервые изучены также реакции ацилоксиранов при участии ацильного фрагмента, протекающие с сохранением трехчленного цикла. При этом разработаны простые и удобные методы получения полифункциональных эпоксидных соединений, таких как акрилоилоксираны, производные оксиранилакриловых и оксиранилглицидных кислот, этоксивинилоксираны, енаминоэпоксикетоны. На основе полученных высокореакционных полупродуктов были синтезированы разнообразные труднодоступные гетероциклические системы, представляющие практический интерес. Так, акрилоилоксираны оказались удобными предшественниками ранее неизвестных стереоизомерных 3-гидрокси-4-пиперидонов, которые, в свою очередь, использованы как исходные для получения 3,4-дигидрокси-пиперидинов, фууро[2,3-с]пиперидинов и 1,5-метано-2-бензасоцинов, обладающих различными видами биологической активности, а также конденсированных и мостиковых трициклических систем: пиридо[1,2-с][1.3]бензоксазинов и 6-аза-2-окса-3,4-бензобицикло[3.3.1]нонанов. Гидрокси-пиперидоны были введены в эффективные синтетические схемы получения бензо[а]хинолизин-2-онов и бензо[а]фууро[2,3-г]хинолизинов, близких по структуре к природным биологически активным соединениям.

Исходя из эфиров оксиранилакриловых и оксиранилглицидных кислот, разработаны удобные подходы к 5-гетерометил-2(5Н)-фуранонам различного строения, включая природный γ -гидроксиметилзамещенный ненасыщенный γ -лактон умбелактон и его структурный изомер, являющийся ключевым интермедиатом в синтезе антибиотика лептохлорина [1].

В последние годы продолжены исследования в этом направлении с целью создания новых методологий синтеза практически важных гетероциклических структур на основе ацилоксиранов, продуктов их превращений и родственных ненасыщенных соединений, а также для изучения их синтетических возможностей и других областей применения.

На основе реакции гидроцианирования 3-гидроксипиперидин-4-онов, хинолонов и соответствующих иминов разработаны высокоэффективные стереоселективные методы получения производных дигидрокси- и аминогидроксиизонипекотиновых кислот. Результаты исследования стереохимии этого процесса в условиях кинетического и термодинамического контроля позволили предложить препаративные методики синтеза индивидуальных эпимерных продуктов. Показана возможность получения из них бициклических оксазинонов и спироциклических диоксоланонов. С целью синтеза гетероциклических аналогов ГАМК были развиты препаративные методы превращения диастереомерных α -, β -дигидроксипиперидинкарбонитрилов в соответствующие амиды, кислоты и сложные эфиры. Для ряда синтезированных соединений обнаружена антимикробная активность [2].

Совместно с кафедрой фармакологии Минского медицинского института разработаны высокоактивные миорелаксанты "дитолоний" и "диэтоний".

В рамках настоящей тематики также велись исследования по разработке методов получения производных хинолина, пиридина и других гетероциклов на базе этоксивинилоксиранов, дициановинилоксиранов, эпоксиаминовинилкетонов. Изучены реакции ацилоксиранов с малононитрилом, диметил-ацеталем диметилформамида, а также этоксивинилоксиранов с основаниями Шиффа. Синтезированные эпоксиаминовинилкетоны превращены в декагидрохинолоны различного строения [3].

С целью синтеза потенциально биологически активных перфторалкилированных гетероциклических соединений разработан эффективный способ получения 5-алкил(арил)замещенных и 5,6-диалкилзамещенных 2-(перфторалкил)-4Н-пиран-4-онов путем дегидратации 3-гидрокси-2,3-дигидро-4Н-пиран-4-онов – продуктов конденсации 2-ацетилоксиранов с эфирами перфторалкановых кислот. Обнаружена термическая перегруппировка с сужением цикла ацетатов и бензоатов указанных гидроксидигидропиранонов, приводящая к замещенным 3(2Н)-фуранонам. 6-Алкил-, 5- и 6-арилзамещенные и не содержащие в этих положениях заместителей перфторалкилированные 4Н-пиран-4-оны получены также взаимодействием эфиров перфторалкановых кислот с β -гетеровинил- и этинилметилкетонами. На базе этих соединений синтезированы ранее неизвестные и перспективные для использования фторированные аналоги лазерных красителей дицианометиленипиранового ряда, а также 4(1Н)-пиридины и 4-пиридины, которые были вовлечены в реакции гидридного восстановления, алкилирования и аминирования [4].

Результаты этих исследований использованы в разработке простого четырехстадийного синтеза природного дипиридинного антибиотика церуломицина Е, методов получения фторированных аналогов применяемых в медицинской практике анальгетиков, а также удобных в препаративном отношении подходов к новым трифторметилированным 4-аминопиридинам на основе взаимодействия 4-пиридинов с тозилизоцианатом или хлорацетамидом. Показано, что 5-алкил- и 5-арилзамещенные 2-(трифторметил)-4-аминопиридины являются эффективными предшественниками для получения трифторметилированных конденсированных азотсодержащих соединений, в частности, труднодоступных 1Н-пирроло[4,3-с]пиридинов, 1Н-пирроло[3,2-с]пиридинов и бензо[с][1.6]нафтиридинов [5].

С начала 1970-х гг. на кафедре начаты работы в области химии циклопропановых соединений. Было установлено, что карбонильные производные галогенциклопропанов, имеющие в трехчленном цикле подвижный атом водорода в геминальном положении к карбонильной функции, способны в мягких условиях вступать в реакции нуклеофильного замещения атомов галогена по механизму отщепления-присоединения. Эти реакции с O- и N-нуклеофилами протекают через промежуточное образование донорно-акцепторных циклопропанов, которые в условиях реакции обычно подвергаются самопроизвольному раскрытию цикла, приводя к соответствующим 1,4-дикарбонильным соединениям или пятичленным гетероциклам. 5,5-Диалокси-4,5-дигидрофураны – продукты перегруппировки 2,2-диалкоксциклопропилкетон – явились удобными исходными веществами в синтезе широкого круга функциональных органических соединений, например ацеталей γ -кетоальдегидов и 2-алкоксифуранов.

Взаимодействием тиофенолята натрия с гем-дихлорциклопропилкетонами с высокими выходами синтезированы высокореакционные гем-дифенилтиоциклопропилкетоны, которые в исключительно мягких условиях подвергаются кислотнo-катализируемой перегруппировке в дифенилтиоацетали β -оксокетонa, а также служат удобным источником получения дифенилтиоацеталей α -, β -непредельных кетонa. Реакцией гем-дихлорциклопропилкетонa со смесями различных нуклеофилов синтезированы малодоступные тиоамиды β -оксокарбоновых кислот, 2-диалкиламинотиофены и 2-диалкиламинопирролы. Установлено, что карбонильная функция оказывает также значительное активирующее действие на процессы нуклеофильного замещения атома галогена в α -бромциклопропилкетонах. В этих случаях типичными являются реакции нуклеофильного замещения у атома галогена и перегруппировка Фаворского [6, 7].

Альтернативный подход к получению донорно-акцепторных циклопропановых соединений основан на использовании реакций 1,3-элиминирования 3-галоген-2-алкоксипропилкетонa, что позволило разработать ряд новых эффективных методов синтеза 1,4-дикарбонильных соединений и их производных. Найден эффективный путь получения 1,4-дикарбонильных соединений, базирующийся на конденсации α -бромкетонa с метилкетонами в присутствии слабых оснований через стадию образования гидроксциклопропановых интермедиатов.

Важным научным результатом проведенных в последние годы работ явилось открытие новой реакции магнийорганических соединений со сложными эфирами в присутствии алкоксидов титана, приводящей к замещенным циклопропанолам. Проведенные систематические исследования этой реакции позволили предложить механизм и выяснить основные закономерности ее протекания. Главная особенность этого необычного превращения заключается в действии магнийорганического соединения как эквивалента вицинального дианиона, тогда как во всех других известных синтетически полезных превращениях этих широко распространенных реагентов они выступают в качестве эквивалентов соответствующих моноанионов или радикалов. Реакция, как правило, приводит к высоким выходам целевых продуктов, характеризуется высокой стереоизбирательностью, может осуществляться в каталитическом варианте и проста в экспериментальном исполнении. В качестве катализаторов могут также использоваться алкоксидные соединения ванадия.

Дополнительная возможность расширения области препаративного использования реакции сложных эфиров с магнийорганическими реагентами в присутствии алкоксидов титана заключается в вовлечении олефинов в про-

цессы лигандного обмена в промежуточных титан-олефиновых комплексах. Найдено, что реакция этилмагнийбромид с этилацетатом в присутствии стирола и тетраизопропоксида титана как катализатора приводит к стереоселективному образованию (Z)-1-метил-2-фенилциклопропанола. В аналогичное превращение вовлекаются также гомоаллиловые спирты. Получены данные по распределению дейтерия в продуктах титан-катализируемого циклопропанирования сложных эфиров $(CD_3)_2CHMgBr$, которые согласуются с постулированными механизмами образования и взаимопревращения диалкоксититанациклопропановых реагентов.

Обнаружено, что алкоксиды титана катализируют также реакции алкил-магнийгалогенидов с аллиловыми спиртами. Результатом этих реакций является образование продуктов формального S_N2' -замещения гидроксильной группы на алкильный радикал или продуктов восстановительного элиминирования гидроксильной группы. Взаимодействие циклических аллиловых эфиров с этой системой реагентов с высокой стереоизбирательностью приводит к соответствующим транс-алкенам. Главными факторами, определяющими направление реакции, являются структура исходного аллильного соединения и используемого реагента Гриньяра. Предложен механизм реакции алкилирования аллиловых спиртов, ключевой стадией которого является формирование углерод-углеродной связи между связанными в комплекс с двухвалентным титаном олефиновыми фрагментами. Полученные экспериментальные данные позволили предположить, что эта стадия реакции инициируется присоединением магнийорганического соединения к титан-олефиновому комплексу.

Значительное внимание было уделено вопросам использования циклопропановых соединений для получения веществ, имеющих практическое значение. На основе превращений этих соединений были разработаны эффективные схемы синтеза основных компонентов половых феромонов персиковой плодовой гни, червеца Комстока, яблонной и сливовой плодовой гни, непарного шелкопряда и шелкопряда-монашенки, жуков-короедов рода *Ips*, рыжего таракана и миксобактерии *Stigmatella aurantiaca*. Впервые синтезированы биологически активные оксикиклопропановые аналоги диспарлора – полового феромона непарного шелкопряда и шелкопряда-монашенки и циклопропановый аналог феромона персиковой плодовой гни, ключевых циклопентеновых интермедиатов в синтезе простагландинов, природного алкалоида витасомнина, гипоглицина А, циклопентеноидного антибиотика метилениомина Б и некоторых других природных соединений [8, 9].

1. Станишевский Л.С., Кулинкович О.Г. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1996. № 3. С. 36.
2. Лахвич Ф.Ф., Лахвич О.Ф., Станишевский Л.С. // ХГС. 1997. № 4. С. 523.
3. Аврутина О.Ю., Кудреватых М.В., Бубель О.Н. // ЖОрХ. 1999. Т. 35. Вып. 1. С. 112.
4. Тыворский В.И., Бобров Д.Н. // ХГС. 1998. № 6. С. 780.
5. Tyvorskii V.I., Bobrov D.N., Kulinkovich O.G. et al. // Tetrahedron. 1998. Vol. 54. № 12. P. 2819; 2000. Vol. 56. № 37. P. 7313.
6. Кулинкович О.Г. // Успехи химии. 1989. Т. 58. № 8. С. 1233; 1993. Т. 62. № 9. С. 887.
7. Idem // Polish J. Chem. 1997. Vol. 71. P. 845.
8. Kulinkovich O.G., De Meijere A. // Chem. Rev. 2000. Vol. 100. № 8. P. 2789.
9. Kulinkovich O.G. // Pure Appl. Chem. 2000. Vol. 72. № 9. P. 1715.

Поступила в редакцию 17.05.2001.

О.И. ШАДЫРО, В.И. ГЕРГАЛОВ

**РАЗВИТИЕ РАДИАЦИОННОЙ ХИМИИ И РАДИОХИМИИ
НА ХИМИЧЕСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ БЕЛГОСУНИВЕРСИТЕТА**

Шадыро Олег Иосифович – доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой радиационной химии и химической технологии. Область научных интересов – радиационная и свободнорадикальная химия биологически важных соединений. Автор более 150 научных работ, из них двух монографий.

Гергалов Валерий Иванович – кандидат химических наук, доцент кафедры радиационной химии и химической технологии. Область научных интересов – радиационная химия и экология. Автор более 50 научных публикаций, в том числе двух учебных пособий.



The article considers the principal trends of scientific research in the field of radiation chemistry and radiochemistry being developed at the Department of Radiation Chemistry and Chemical Technology from the moment of its creation until now.

Во второй половине XX в. в передовых странах мира были начаты широкомасштабные работы по комплексному использованию ядерной энергии в мирных целях. Перед химиками открылись огромные перспективы: от выбора или создания радиационно стойких материалов для технических устройств, призванных решать чисто физико-энергетические задачи, до разработки химических основ действия ионизирующих излучений на биообъекты.

Имевшиеся к тому времени сведения о химическом действии ионизирующих излучений были явно недостаточными как для установления закономерностей образования и последующих превращений высокорекреационноспособных продуктов радиолитиза, так и для решения практических задач по оптимальному проведению процессов синтеза, разложения и модификации различных веществ и материалов.

В 1962 г. под Минском (пос. Сосны) был введен в строй ядерный реактор, предназначенный для осуществления комплексных исследований в области ядерной физики, радиационной химии и радиохимии. Возникшая потребность в широких систематических исследованиях процессов взаимодействия ионизирующих излучений с веществом выдвигала проблему подготовки кадров, способных профессионально решать задачи, возникающие на стыке физики, химии, биологии и ряда других смежных дисциплин. Учитывая это, в 1968 г. на химическом факультете БГУ была открыта кафедра радиационной химии и радиохимии. Инициатором ее создания и первым заведующим был Евгений Петрович Петряев – выпускник ЛГУ, ученик известного радиохимика И.Е. Старика, который к моменту создания кафедры работал в должности руководителя отдела в ИЯЭ АН БССР.

Основным направлением деятельности кафедры стала подготовка специалистов в области радиационной химии и радиохимии и проведение научно-исследовательских работ по установлению закономерностей радиолитиза органических соединений и водно-органических систем.

В первые годы штат кафедры не превышал 10 человек. В период становления кафедры и в последующие годы большую помощь в проведении учебной и научно-исследовательской работы оказали ведущие специалисты МГУ им. М.В. Ломоносова в области радиационной химии, профессор Л.Т. Бугаенко и старший научный сотрудник Е.П. Калязин. Активное участие в делах кафедры принимала профессор Н.А. Бах – основатель радиацион-

ной химии в СССР. В своей деятельности кафедра ощущала постоянную поддержку сотрудников ИЯЭ АН БССР.

Научная деятельность кафедры началась с изучения закономерностей радиолиза водных растворов спиртов, гликолей, альдегидов, окси- и аминокислот и других органических соединений. Выбор объектов исследований определялся во многом тем, что в 1970-е гг. кафедра совместно с рядом научных учреждений (ИЯЭ АН БССР, МГУ им. М.В. Ломоносова, Институт электрохимии АН СССР, НИФХИ им. Л.Я. Карпова и др.) принимала активное участие в проведении научно-исследовательских работ по радиационно-химическому получению аминокислот и синтезу α -диолов и глицерина на основе спиртово-альдегидных смесей. Целесообразность использования последних в качестве исходных объектов исследования была обусловлена возможностью реализации при облучении спиртов в присутствии формальдегида цепного процесса образования целевых продуктов с высокими радиационно-химическими выходами. Непосредственное участие в этих исследованиях приняли Е.П. Петряев, В.Д. Майборода, В.И. Гергалов, В.М. Горбачев, А.А. Зайцев, С.Л. Кильчицкая, О.И. Шадыро и другие сотрудники кафедры. Полученные данные по радиолизу индивидуальных исходных соединений и спиртово-альдегидных растворов позволили установить оптимальные условия синтеза α -диолов и глицерина. Одновременно было показано, что, в отличие от формальдегида, высшие альдегиды в спиртовых и водных растворах не вступают в реакции оксиалкилирования, а подвергаются при облучении декарбонилированию.

Проведение работ по радиационно-химическому синтезу α -диолов и глицерина потребовало изучения их радиационной устойчивости. Это положило начало проводимым на кафедре исследованиям радиационно-индуцированных превращений би- и полифункциональных органических веществ в водных растворах. В работах Е.П. Петряева, О.И. Шадыро, А.В. Павлова, А.Н. Рухли, Г.К. Глушонка, Н.И. Коваленко, В.С. Кособуцкого, Г.Н. Васильева, Л.А. Масловской было показано, что радиационная устойчивость α -, β -бифункциональных органических соединений (α -диолы и их эфиры, аминокспирты, окси- и аминокислоты, оксиальдегиды и др.), а также устойчивость веществ, содержащих аналогичные структурные фрагменты, во многом определяются способностью радикалов исходных соединений вступать в реакцию фрагментации с разрывом двух вицинальных по отношению к радикальному центру связей. Впервые была показана возможность протекания реакции фрагментации органических радикалов по согласованному механизму и изучены закономерности реализации радиационно-индуцированных процессов, в которых эти реакции играют ключевую роль. В этих исследованиях, кроме сотрудников кафедры, принимали участие специалисты МГУ им. М.В. Ломоносова, ИХФ АН СССР, ИЭЛ АН СССР, НИФХИ им. Л.Я. Карпова, а в последующем – сотрудники университета г. Базель (Швейцария), Иллинойского университета (США), Института радиационной химии г. Мюльхайм (Германия) и др. Экспериментальные данные по радиолизу бифункциональных органических соединений обобщены в монографии Е.П. Петряева и О.И. Шадыро «Радиационная химия бифункциональных органических соединений» (1986 г.).

Результаты исследований радиационно-индуцированных свободнорадикальных превращений органических веществ позволили вплотную подойти к решению ряда прикладных задач, связанных с внедрением в практику радиационных технологий. Здесь необходимо отметить работы по облучению целлюлозосодержащих материалов с целью повышения их питательной ценности (Е.П. Петряев, О.И. Шадыро, В.М. Горбачев, Т.Г. Глушенок). Фундаментальной основой проведения этих работ стали экспериментальные

данные по радиолizu полисахаридов (О.И. Шадыро, В.В. Болтromeюк, Т.Г. Глушoнок), которые свидетельствовали о том, что при облучении из всех биополимеров полисахариды более всего склонны подвергаться деструкции, приводящей к значительному уменьшению их молекулярной массы. Это означало, что при облучении грубых кормов можно было ожидать улучшения их ферментативной переработки, повышения перевариваемости, увеличения питательной ценности.

Практическая проверка показала справедливость такого предположения и явилась предпосылкой внедрения радиационных технологий в сельское хозяйство. В опытах *in vitro* и *in vivo* было показано, что в результате радиационной обработки значительно возрастает скорость расщепления целлюлозосодержащих материалов рубцовой жидкостью, а их питательность увеличивается в 1,5–1,7 раза. Важно, что одновременно достигается полная стерилизация кормов. В сезонах 1982–1984 г. в колхозе им. Урицкого Гомельской области совместно с ЦНИИМЭСХ и Институтом экспериментальной ветеринарии был проведен научно-хозяйственный опыт по откорму крупной партии бычков (более 100 голов), показавший гораздо более высокие среднесуточные привесы скота в опытной группе по сравнению с контрольной. Аналогичные эксперименты были проведены и с другими животными (опыты по откорму свиней в совхозах «Боровляны» и «Новый» Минского района, опыты по откорму птицы на Дзержинской бройлерной фабрике и др.). Полученные данные явились основанием для создания на базе ускорителя ИЛУ-6 опытно-промышленной технологической линии по радиационной обработке кормовых материалов производительностью по соломе до 4 т/ч. В 1985 г. экспонат «Радиационный комплекс «Боровляны»» отмечен бронзовой медалью на ВДНХ СССР.

Проведенные на кафедре исследования по радиолizu водных растворов биологически важных соединений: полисахаридов, нуклеозидов и нуклеотидов, липидов и их модельных соединений, аминокислот и пептидов (О.И. Шадыро, В.В. Болтromeюк, И.П. Едимечева, Т.Г. Глушoнок, С.В. Мощинская, И.Л. Юркова, А.А. Сосновская, О.Н. Врублевская) – свидетельствовали о возможности многообразных трансформаций указанных веществ при облучении. В то же время было установлено, что характерным путем превращения биополимеров и моделирующих их веществ под действием излучений является свободнорадикальный процесс фрагментации исходных соединений. Аналогичные реакции, как следовало из полученных данных, протекают не только при облучении биообъектов, но и при воздействии на них других инициаторов свободнорадикальных реакций. Это открывало возможности использования радиационно-химических методов и подходов для изучения свободнорадикальных процессов в биосистемах. Проведение такого рода исследований весьма актуально, поскольку позволяет выявить особенности возникновения большого числа заболеваний, причиной которых является активация свободнорадикальных процессов в организме.

Изучение взаимосвязей между физико-химическими закономерностями протекания тех или иных свободнорадикальных реакций в биосистемах и функционированием их в норме и патологии позволяет судить о молекулярных механизмах развития патологий и создает основу для научно обоснованного поиска фармакологически активных веществ для лечения заболеваний свободнорадикальной этиологии. Такие исследования ведутся на кафедре в течение последних 10 лет и особенно эффективно в последние годы после получения финансирования в рамках ГНТП «Лекарственные препараты» и по гранту МНТЦ «Разработать методы направленного поиска фармакологически активных веществ на основе данных по радиолizu природных соединений». Сотрудниками кафедры и лаборатории химии сво-

боднорадикальных процессов НИИ ФХП разработаны научные подходы поиска эффективных ингибиторов свободнорадикальных процессов окисления и фрагментации. Синтезированы более 30 производных двухатомных фенолов и аминокфенолов (большая часть из них – оригинальные вещества), которые эффективно взаимодействуют с различными радикальными интермедиатами (О.И. Шадыро, Г.И. Полозов, В.Л. Сорокин).

Перспективность использования полученных универсальных ингибиторов свободнорадикальных реакций в медицине была показана при изучении их биологической активности как на модельных системах, так и в экспериментах на животных. Как и ожидалось, синтезированные производные пирокатехина оказались эффективными биоантиоксидантами с выраженными антигипоксическими, противовоспалительными и ноотропными свойствами, а некоторые производные *o*-аминокфенола, являясь эффективными биоантиоксидантами, проявляют ярко выраженную противовирусную активность. Испытания ряда впервые синтезированных на кафедре производных двухатомных фенолов, проведенные в Национальном институте рака (США), показали наличие у них способности эффективно тормозить рост раковых клеток. Токсикологические исследования показали низкую токсичность соединений данной группы. Сотрудниками кафедры разработан антигерпетический препарат «бутаминофен», который по своей эффективности не уступает ацикловиру, но, в отличие от последнего, получение «бутаминофена» основано на использовании недорогого и доступного сырья.

С момента образования кафедры параллельно с работами по изучению механизмов радиационно-химических превращений органических соединений и разработкой процессов радиационно-химического синтеза начали проводиться научные исследования по использованию энергии ионизирующих частиц для очистки сточных вод и выбросных газов промышленных предприятий. Как правило, в этих работах сочетались возможности химических и радиационно-химического методов очистки.

Так, в течение 1970–1975 гг. исследован радиационно-полимеризационный метод очистки сточных вод производства сульфатной целлюлозы. Показано, что при облучении в присутствии незначительных количеств акрилатных добавок сточные воды производства сульфатной целлюлозы осветляются и теряют большую часть растворенного лигнина в виде осадка. На основе образующихся осадков получены и испытаны образцы легкого керамзитового полимербетона (Е.П. Петряев, В.Г. Шлык, А.М. Ковалевская). Испытания показали, что модифицированный полимерами бетон обладает в два раза большей прочностью на сжатие, чем обычный, а его коррозионная устойчивость по отношению к растворам сильвинита повышается в 60 раз. На основе полимерного осадка и неделовых пород древесины получены композиционные древесные пластики с высокими прочностными характеристиками и улучшенным эстетическим видом.

Была разработана радиационная технология очистки и дезодорирования промышленного дистиллята сточных вод ЦБП, позволяющая использовать его в оборотных циклах водоснабжения, а также технология очистки городских стоков в комплексе с дистилляцией для получения глубоко очищенной воды (Е.П. Петряев, В.Г. Шлык, А.М. Ковалевская, О.А. Герасимович, А.В. Кирейко и др.).

В 1972 г. создается сектор в составе 10 человек по изучению процессов радиационно-химического окисления. Совместно с МГУ им. М.В. Ломоносова, ИЯЭ АН БССР и НИИОГАЗом разработан метод радиационно-каталитической очистки выбросных газов сернокислотных производств от сернистого ангидрида (1973–1977 гг.). На основе эксплуатации укрупненной петлевой установки, смонтированной на базе УГУ-200 ИЯЭ АН БССР, прове-

дена технико-экономическая оценка процесса (В.Н. Щурин, Г.И. Орел, В.М. Горбачев, А.В. Павлов, В.А. Фомин, И.П. Едимечева). Показано, что разработанный метод эффективнее озono-каталитического. Работа удостоена Почетной грамоты ВХО им. Д.И. Менделеева в 1977 г. за лучшую научно-исследовательскую работу по химии и химической технологии по защите окружающей среды. Технология очистки от сернистого ангидрида передана к внедрению Полоцкому НПЗ. Работа защищена двумя авторскими свидетельствами и пятью патентами (США, Англия, ФРГ, Франция, Индия).

В 1975–1980 гг. были продолжены работы по использованию радиационных методов очистки сточных вод химической промышленности (стоки производства нитрона и бисульфатный маточник ПО «Полимир», сернисто-щелочные стоки, стоки производства изделий из стеклопластиков) от токсичных загрязнений, таких как цианиды, мономеры, сульфиды, полиэфирные и эпоксидные смолы и др.

В 1980–1981 гг. разработан метод очистки мышьяксодержащих сточных вод ПО «Азот» (Е.П. Петряев, В.И. Власова). Внедрение метода (1981 г.) позволило ликвидировать сброс в канализацию 100 тыс. м³/год сточной воды, утилизировать около 7 т/год мышьяка.

Среди наиболее значимых работ этого периода следует назвать исследования по разработке технологии очистки сточных вод Брестского завода бытовой химии, Гайского ГОКа, птицефабрики «Дубовляны», Билибинской АТЭЦ (Е.П. Петряев, В.И. Гергалов, А.А. Сосновская, В.И. Власова, Н.Н. Цодова, И.П. Едимечева, Н.Н. Субботина и др.). За цикл работ «Разработка комплексного метода очистки сточных вод целлюлозно-бумажных предприятий» в 1984 г. присуждены одна золотая, две серебряные и четыре бронзовые медали ВДНХ СССР.

По результатам работ экологической направленности в 1985 г. опубликована монография Е.П. Петряева, В.И. Власовой, И.А. Савушкина «Радиационно-химическая очистка сточных вод и выбросных газов».

В 1987 г. на ПО «Литбыхим» (г. Вильнюс) внедрена в производство разработанная на кафедре технология очистки сточных вод производства инсектицидных препаратов, защищенная авторским свидетельством (Е.П. Петряев, В.И. Власова, А.А. Сосновская, Н.Н. Цодова, Н.Н. Субботина).

Лабораторией радиационной химии совместно с ЦНИИМЭСХ, БелНИИ-ПА, БелНИСГИ разработана технология обезвреживания ускоренными электронами избыточного активного ила очистных сооружений ПО «Полимир» в смеси с сырыми осадками первичных отстойников городских стоков Полоцка, Новополоцка и хозяйственно-бытовых стоков предприятия (1985–1987 гг.). Выданы исходные данные на проектирование опытно-промышленной установки производительностью 700 м³/сут уплотненных осадков. Разработаны технические условия на органо-минеральное удобрение, получаемое из осадков сточных вод по этой технологии (Е.П. Петряев, А.А. Сосновская, Н.Н. Субботина).

В 1988 г. сотрудниками кафедры получены две серебряные медали ВДНХ СССР за участие в выставке по разделу «Малоотходные и безотходные технологии – основной путь решения проблемы охраны окружающей среды».

В 1989–1992 гг. разработаны технологии очистки сточных вод предприятий легкой промышленности от ПАВ, красителей, нефтепродуктов и других органических загрязнений (Минские камвольный и тонкосуконный комбинаты, Жодинская трикотажная фабрика, механизированные прачечные г. Минска).

Сразу же после аварии на ЧАЭС при кафедре была создана временная радиохимическая лаборатория под руководством профессора Е.П. Петряева, в которую вошли многие сотрудники химического факультета. В лаборатории выполнялись оперативные правительственные задания по оценке радиационной ситуации в республике. В ноябре 1986 г. с целью мониторинга радиационной обстановки в пострадавших районах был организован сектор радиохимии, а в 1993 г. на данной основе образована самостоятельная научно-исследовательская лаборатория радиохимии.

В начальный период сотрудниками НИЛ радиохимии совместно с Госагропромом и Госкомгидрометом выполнялась большая работа по оценке уровня радиоактивного загрязнения сельхозугодий и населенных пунктов. Полученные результаты использовались в целях создания карт территориального загрязнения республики, решения вопросов отселения, разработки рекомендаций по ведению хозяйственной деятельности в пострадавших районах.

В работе лаборатории большое внимание уделялось исследованию миграции черномыльских радионуклидов в различных природных и аграрных экосистемах. Совместно с академическими институтами Беларуси были выявлены закономерности накопления радионуклидов в растительности кормового, лекарственного и технического назначения, получены данные по накоплению радионуклидов различными представителями наземной и водной фауны, проведена оценка накопления радионуклидов в организме человека, их содержания в различных органах, тканях и физиологических жидкостях. Но главное внимание в научных исследованиях лаборатории уделялось комплексному изучению поведения α -, β -, γ -излучающих радионуклидов в почвенно-растительном покрове и гидросфере болотных и пойменных систем в наиболее пострадавших районах Гомельской и Могилевской областей. Сотрудниками лаборатории (Г.А. Соколик, С.Л. Лейнова, С.В. Овсянникова, Т.Г. Иванова, С.Л. Кильчицкая, М.А. Казанцева, С.Я. Рубинчик, В.В. Захаренков, И.М. Кимленко, Н.В. Захаренкова и др.) проводились исследования по двум основным направлениям: 1) миграции радионуклидов черномыльского выброса по различным биогеохимическим цепочкам, 2) эволюции во времени физико-химического состояния радиоактивных выпадений.

В рамках первого направления изучена динамика вертикального распределения ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239,240}\text{Pu}$, ^{241}Am в профиле почв разного типа и рассчитаны скоростные параметры миграции; оценена биологическая доступность радионуклидов, в том числе уровень радиоактивного загрязнения растительного покрова природных комплексов, коэффициенты накопления радионуклидов луговой и лесной растительностью; определена опасность загрязнения поверхностных, грунтовых, болотных и других природных вод, а также донных отложений водоемов.

В рамках второго направления определялись влияние "горячих" частиц топливного и конденсационного происхождения на разном удалении от ЧАЭС, их радионуклидный, элементный состав и геохимическая устойчивость; оценено соотношение мобильных и прочносвязанных форм радионуклидов в почвах лесных и луговых ландшафтов, исследована динамика трансформации во времени физико-химического состояния радионуклидов.

На основе полученных данных был сделан прогноз степени самоочистки почв, дифференцирована загрязненная территория по степени интенсивности миграционных процессов, оценена эффективность и целесообразность проведения различных краткосрочных и долгосрочных реабилитационных мероприятий.

Наряду с выполнением научно-исследовательских разработок в рамках государственных программ сотрудники НИЛ радиохимии участвовали в выполнении проектов в рамках Соглашения о международном сотрудничестве по изучению последствий Чернобыльской катастрофы между ЕС и СНГ (1990–1995 гг.), научно-технической программы МАГАТЭ (1995–1996 гг.), европейской программы INCO-COPERNICUS (1997–1999 гг.). В результате выполнения проектов были изучены пути водной, почвенной и биогенной миграции чернобыльских радионуклидов, что внесло вклад в развитие концепции допустимых дозовых нагрузок, корректировку различных аспектов безопасного проживания и хозяйственной деятельности на загрязненных территориях. Работа в рамках проектов позволила улучшить материально-техническую базу лаборатории и повысить эффективность проводимых исследований. Сотрудники лаборатории радиохимии стажировались в ведущих международных научных центрах Италии, Греции, Дании, Австрии, Швеции, Голландии, Франции и др.

Перспективным направлением в работе НИЛ радиохимии является изучение поведения в окружающей среде трансурановых элементов, играющих важную роль в ядерном топливном цикле. В рамках трех НИР, включенных в различные научные программы (в том числе в Государственную программу фундаментальных исследований на 2001–2005 гг.), проводится изучение физико-химических процессов, контролирующих состояние и подвижность радионуклидов в почве, а также процессов аккумуляции плутония и америция в растительности природных и аграрных комплексов. В лаборатории продолжают исследования по углубленному изучению поведения основных дозообразующих радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr . В рамках программы Министерства образования Республики Беларусь выполняются две НИР, при реализации которых предполагается выявить дополнительные возможности природных составляющих почвенного комплекса закреплять радионуклиды и разработать новые экологически безопасные способы снижения биологической доступности ^{137}Cs и ^{90}Sr .

Международное сотрудничество в настоящий период осуществляется по проекту «Радиозкология» (1999–2001 гг.) в рамках франко-германской инициативы, основной целью которого является создание оптимизированных информационных баз данных по переходу радионуклидов в растения и концентраторам, применяемым на естественных и сельскохозяйственных угодьях, а также верификация моделей переноса радионуклидов в системе «почва–растение». Сотрудники НИЛ радиохимии принимают также участие в выполнении проекта «Информация для населения, проживающего на загрязненных территориях» (2000–2001 гг.) по программе TACIS. В ходе реализации проекта значительное внимание уделяется популяризации научных знаний, созданию информационных памяток и буклетов по различным аспектам жизнедеятельности на загрязненной территории, проведению разъяснительной работы среди населения с целью снятия социально-психологического стресса в связи с аварией на ЧАЭС.

Наряду с научно-исследовательской работой кафедрой выполнялся большой объем учебной работы. Первый выпуск студентов кафедры по специализации «радиационная химия» состоялся в 1970 г. (12 человек).

На этапе становления в соответствии с профилем научной деятельности кафедра обеспечивала чтение спецкурсов «Основы радиохимии» (Е.П. Петряев), «Основы радиационной химии» (Е.П. Петряев, В.Г. Шлык), «Радиационно-химический синтез» (Б.А. Литвиненко), «Радиационная полимеризация и модификация материалов» (В.Г. Шлык), «Прикладная радиохимия» (И.И. Покровский), «Ядерная физика» (А.Д. Левкович), «Дозиметрия излучений» и «Моделирование на АВМ радиационно-химических процессов»

(В.Д. Майборода). Для чтения отдельных разделов спецкурсов приглашаются известные специалисты в области радиационной химии: профессор Л.Т. Бугаенко, старший научный сотрудник Е.П. Калязин, известный специалист в области химии полимеров профессор Э.Э. Финкель, основатель радиационной химии в СССР профессор Н.А. Бах.

После реорганизации, проведенной на факультете в 1974 г., первоначальное название кафедры было изменено. Она стала называться кафедрой радиационной химии и химической технологии и курировать общие курсы технологического профиля, в том числе «Общая химическая технология», «Охрана труда», а позднее – «Экономика и организация промышленности», «Охрана природы», «Инженерная графика». В этот период кафедра обеспечивала проведение двух специальных и одного общего практикумов.

Выпускники кафедры осваивали новейшие методы микроколичественного анализа: спектро- и фотометрию, спектроскопию, хроматографию, метод меченых атомов, тонкий органический синтез, практику работы с вакуумной техникой, методы радиационной полимеризации и др. Многие курсовые и дипломные работы выполнялись в институтах АН БССР. Базами производственной практики были академические институты и крупнейшие химические предприятия республики.

Тематика студенческих работ тесно увязывалась с исследованиями кафедры. СНИЛ под руководством старшего научного сотрудника А.М. Ковалевской занималась проблемами очистки сточных вод и выбросных газов промышленных предприятий. В рамках СНО два научно-исследовательских студенческих кружка работали по направлениям радиационно-химического синтеза и радиационно-химического окисления. Научными исследованиями студентов на кафедре руководили опытные преподаватели и ведущие научные сотрудники, в том числе два доктора и восемь кандидатов наук. Активно велась работа с аспирантами. Студенты и аспиранты, помимо общей подготовки, принимали непосредственное участие в выполнении научных исследований кафедры.

Начиная с 1970-х гг. в учебный процесс и научную работу активно внедряются методы математического моделирования химических и радиационно-химических процессов. Для студентов, специализирующихся на кафедре, организован спецпрактикум по моделированию химических и радиационно-химических процессов на АВМ. В 1979 г. опубликовано пособие для студентов «Математическое моделирование химической кинетики на ЦВМ» (авторы В.Д. Майборода, Н.И. Зеленков, В.И. Гергалов). Кафедра активно участвует в организации занятий с использованием системы ЭВОС БГУ. В учебном процессе широко используются аналоговые и цифровые вычислительные машины, в том числе Минск-32, ЕС-1020. Для выполнения дипломных работ арендуется машинное время на ВЦ БГУ. В 1980 г. вышло из печати учебное пособие с грифом Министерства просвещения БССР «Прикладная ядерная физика» (авторы А.К. Красин, Е.П. Петряев, И.А. Савушкин).

Многие работы студентов кафедры отмечены дипломами всесоюзного и республиканского конкурсов студенческих НИР, почетными дипломами и благодарностями ректората, денежными премиями. В период с 1975 по 1985 г. ежегодно публиковалось от 5 до 12 работ совместно со студентами. Результаты выполненных исследований докладывались на республиканских и всесоюзных конференциях. В НИР ежегодно участвовало до 40 студентов, из них от 15 до 18 – на платных должностях. Работа СНИЛ кафедры была отмечена постановлением Минвуза СССР, Секретариата ЦК ВЛКСМ, Президиума ЦК профсоюза работников просвещения и научных учреждений. Многие молодые ученые неоднократно награждались почетными грамотами. Сотрудники кафедры успешно работают над подготовкой диссер-

таций. В 1974 г. были защищены две докторские диссертации, а в 1975 г. – две кандидатские диссертации.

К 1980 г. на кафедре работали свыше 60 сотрудников, в том числе два доктора наук, десять кандидатов, девять аспирантов, шесть соискателей. Значительно расширился приборный парк: в распоряжении кафедры имелись γ -установка и ускоритель электронов, ЭПР- и УФ-спектрометры, различные типы спектрофотометров, полярографы, рН-метры, ротационный вискозиметр, вычислительная техника, ряд современных хроматографов и др.

С середины 1970-х и до конца 1980-х гг. сохранялась определенная стабильность в организации учебного процесса. Этот период характеризуется непрерывным ростом компьютеризации учебного процесса, ведется целенаправленная работа по улучшению методического обеспечения учебного процесса. Были изданы сборник программ спецкурсов, два руководства к лабораторным занятиям по курсу «Радиационная химия», указания к использованию ЭВМ в практикуме по радиационной химии, ряд пособий по курсу «Химическая технология и моделирование химических процессов» и др. В 1989 г. опубликовано учебно-вспомогательное пособие «Математическое моделирование химической кинетики» (авторы В.Д. Майборода, В.И. Гергалов, Е.П. Петряев).

После аварии на ЧАЭС в теоретические курсы вводится материал, отражающий создавшуюся экологическую ситуацию. Большое внимание оказывается подготовке специалистов по радиометрии и дозиметрии излучений. С 1992 г. на базе специальности 01.08 «Химия» была начата подготовка кадров по специализации 01.08.06 «Радиохимия». Для чтения курса «Радиохимия» был приглашен доктор химических наук Ю.П. Давыдов. Раздел радиационной химии газовой среды читала доктор химических наук Г.В. Ничипор.

На базе НИЛ радиохимии с 1992 г. ведется подготовка студентов по специализации «Радиохимия». Сотрудники лаборатории (С.В. Овсянникова, С.Л. Лейнова) проводят лекционные, семинарские и лабораторные занятия со студентами по спецкурсу «Радионуклиды в окружающей среде», осуществляют руководство курсовыми и дипломными проектами.

В 1994 г. по заданию Министерства образования Республики Беларусь было подготовлено и издано на русском и белорусском языках пособие для 10–11-х классов общеобразовательных школ и профтехучилищ «Радиация, жизнь и окружающая среда» (авторы В.И. Гергалов, Е.П. Петряев).

После распада СССР перед высшей школой республики возникли новые задачи, появилась необходимость переориентации в вопросах подготовки специалистов. С одной стороны, это было вызвано определенными тенденциями изменения структуры общества и нарушением традиционных связей между республиками бывшего СССР, с другой – необходимостью перехода на многоуровневую структуру обучения, соответствующую принятой ЮНЕСКО стандартной классификации.

Преподаватели кафедры совместно с деканатом и другими кафедрами приняли активное участие в выполнении темы «Определение нового содержания химического образования в университетах» (научные руководители – профессор О.И. Шадыро, доцент В.И. Гергалов). Из широкого круга проблем, решаемых с использованием химических методов и технологий и требующих специальной и углубленной химической подготовки, были выбраны две наиболее значимые для республики. Первая связана с охраной окружающей среды, вторая – с подготовкой химиков, специализирующихся в области получения, испытания и производства лекарственных средств.

На основании анализа специфики экологического образования в ведущих вузах бывшего СССР и с учетом особенностей реформы образования в

передовых странах мирового сообщества были сформулированы новые требования к подготовке специалистов с химико-экологическим образованием, разработана «Квалификационная характеристика специалистов», подготовлен ряд программ экологических курсов и составлен примерный учебный план специализации Н.06.01.00 «Химическая экология».

С учетом того, что развитие фармацевтической промышленности Республики Беларусь как самостоятельной отрасли практически невозможно без высококвалифицированных специалистов, были проанализированы возможности их подготовки на базе химического факультета БГУ, разработана и согласована с Комитетом по фармацевтической и микробиологической промышленности при Совете Министров Республики Беларусь «Квалификационная характеристика специалистов-химиков по специальности Н.03.01 "Химия" со специализацией Н.03.01.15 "Химия лекарственных соединений"», подготовлен ряд программ базовых курсов медико-биологического профиля и составлен примерный учебный план по открываемой специализации.

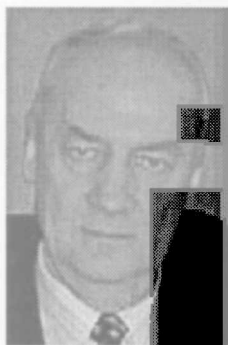
Итогом выполнения упомянутой темы явилось открытие на химическом факультете двух новых специализаций: Н.06.01.00 «Химическая экология» (1994) и Н.03.01.15 «Химия лекарственных соединений» (1995). Учитывая специфику работ кафедры, ей было поручено готовить специалистов по обоим направлениям, что потребовало проведения ряда серьезных организационных мероприятий. Расширился штат преподавателей кафедры. К чтению курируемых кафедрой курсов были привлечены профессора. Кафедра курирует свыше 25 общих и специальных курсов, к чтению которых привлечены четыре профессора, восемь доцентов и один старший преподаватель. В дополнение к практикумам по курсам «Общая химическая технология» и «Радиохимия» были организованы новые практикумы по курсам «Биохимия» «Биотехнология», «Фармацевтическая химия», «Технология лекарств», «Оборона населения в чрезвычайных ситуациях и экологическая безопасность», «Полимеры в медицине», «Радионуклиды в окружающей среде». Практикум по дисциплине «Биотехнология» проводится на биологическом факультете. Таким образом, число курируемых кафедрой общих практикумов расширилось до семи. Кафедра обеспечивает чтение курса «Основы экологии» для студентов исторического факультета БГУ. Преподавателями кафедры подготовлены программы всех общих курсов, по курсу «Фармацевтическая химия» подготовлены два учебных пособия (Н.В. Логинова, Г.И. Полозов).

Сотрудниками кафедры подготовлены и защищены 3 докторские и свыше 25 кандидатских диссертаций, опубликовано 6 монографий и 3 учебных пособия, получено более 170 авторских свидетельств, опубликовано свыше 800 научных работ. Кафедра поддерживает тесные научные связи с институтами Министерства здравоохранения Республики Беларусь (МГМИ, Институт онкологии и радиологии, Институт эпидемиологии и микробиологии и др.), рядом академических институтов химического профиля (ИФОХ, ИБОХ, ИРБ, ИРЭП, ИГ), с университетом г. Базель (Швейцария), Институтом радиационной химии г. Мюльхайм (Германия) и университетом г. Лейпциг (Германия). Тесные связи установлены с предприятиями Белбиофарма (ОАО «Белмедпрепараты», Борисовский завод медицинских препаратов).

Сегодня выпускников кафедры можно встретить в академических институтах, на химических и химико-фармацевтических предприятиях, в исследовательских центрах и научных лабораториях, в высших учебных заведениях и средних школах. Перед студентами и сотрудниками кафедры открыты широкие возможности для реализации своего творческого потенциала при решении разнообразных научных и практических задач.

А.И. ЛЕСНИКОВИЧ, В.Ф. ТИКАВЫЙ

КАФЕДРА ОБЩЕЙ ХИМИИ И МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ



Лесникович Анатолий Иванович – академик НАН Беларуси, доктор химических наук, профессор, действительный член Международной академии наук высшей школы (Москва) и Белорусской академии образования, заведующий кафедрой общей химии и методики преподавания химии. Область научных интересов – физика и химия процессов горения и термического разложения, материаловедение. Автор более 400 научных работ и более 60 изобретений.



Тикавый Вадим Федорович – кандидат химических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Республики Беларусь. Область научных интересов – синтез и

изучение свойств неорганических полимерных систем на основе солей многовалентных металлов и многоосновных кислот. Автор более 200 научных и научно-методических работ, четырех учебных пособий, 21 изобретения.

A brief review of the history and main achievements of the Department of General Chemistry and Methods of Chemistry Teaching is presented. The Department develops an integrated system of management in teaching inorganic chemistry and a study-with-research approach in education. In the field of inorganic chemistry, the Department investigates inorganic polymers and their application as sorbents, heat-resistant coatings, porous and highly disperse materials.

Кафедра общей химии и методики преподавания химии была основана в 1973 г. для обеспечения учебного процесса по общей и неорганической химии на нехимических факультетах университета, а также по методике преподавания химии на химическом и биологическом факультетах для студентов, получающих дополнительную специальность "преподаватель химии". Кафедра осуществляет специализацию студентов по неорганической химии. Со времени открытия до 1995 г. кафедрой заведовал профессор В.Ф. Тикавый, а в 1995 г. кафедру возглавил академик НАН Беларуси А.И. Лесникович.

Кафедра является одним из зачинателей широкого использования ЭВМ в учебном процессе. Разработанные здесь научно-методические принципы использования автоматизированных обучающих систем в значительной степени определили пути компьютеризации высшего химического образования на всей территории бывшего СССР. На базе кафедры в 1983 г. было проведено совещание заведующих химическими кафедрами университетов СССР по вопросам компьютеризации учебного процесса по химии. При проведении работ в этом направлении кафедра сотрудничала с кафедрой общей химии университета г. Любляна (Словения).

Сотрудниками кафедры опубликован ряд статей и изданы учебные пособия, в основу которых положены новые методические подходы к проблемам структурирования учебного материала по общей и неорганической химии, методике организации контроля и самоконтроля учебной деятельности студентов, обоснования содержания лекционных и практических занятий.

Широкое признание среди преподавателей, студентов и школьников получило изданное в 1989 г. справочное учебное руководство "Общая химия в формулах, определениях, схемах" (авторы И.Е. Шиманович, В.Ф. Тикавый, М.Л. Павлович, П.М. Малашко), переведенное затем на английский язык в издательстве "Мир" и изданное в 1990 г. (в 1995 г. вышло второе издание).

В.Ф. Тикавый является одним из авторов выдержавшего несколько изданий "Пособия по химии для поступающих в вузы". Им также написано и издано в 1985 г. оригинальное учебное пособие "Полимерное строение неор-

ганических соединений”, в котором впервые рассмотрен ряд закономерностей, связывающих строение и свойства ряда неорганических соединений различных элементов с их положением в Периодической системе Д.И. Менделеева. Это позволило по-новому перестроить курс отдельных разделов неорганической химии с точки зрения методики.

Совместно с кафедрой неорганической химии МГУ при участии И.Е. Шимановича и В.Ф. Тикавого впервые составлена и вышла в издательстве “Высшая школа” (Москва) в 1985 г. таблица-справочник “Периодическая система элементов”, а в 1990 и 1995 гг. – ее малоформатные варианты. Вышедшие массовыми тиражами различные варианты этого издания приобрели большую популярность, в том числе и за пределами Беларуси.

Под руководством доцента И.Е. Шимановича на кафедре организованы и работают авторские коллективы по подготовке серии школьных учебников и учебно-методических пособий по химии. Результатом их деятельности явился выход в свет учебников “Вселенная” для 6-го класса, “Природоведение” для 5-го класса, “Химия” для 8, 9 и 10-го классов на русском и белорусском языках, а также ряда учебно-методических изданий.

С 1996 г. при кафедре действует учебно-информационный центр по химическому образованию, который принимает активное участие в организации и проведении различных мероприятий, связанных с проблемами средней школы. Центр является организатором семинаров для учителей школ и преподавателей вузов Беларуси по проблемам перехода от школьного к вузовскому изучению химии, а также семинаров для специалистов школьного химического образования. В результате этих мероприятий была переработана программа по химии для средней общеобразовательной школы.

На базе центра регулярно проводятся однодневные семинары для учителей химии школ Беларуси по проблемам методических подходов к рассмотрению отдельных разделов химии, где преподаватели, студенты и школьники могут получить организационную и методическую помощь по интересующим их вопросам преподавания и изучения программного материала по химии.

В центре аккумулируются современные учебники, учебно-методические пособия и программы различных стран по школьному химическому образованию. Организована и постоянно действует выставка специальной литературы.

Совместно с НИИ ФХП кафедра осуществила закупку оборудования для создания локальной компьютерной сети химического корпуса. Старший преподаватель А.А. Рагойша проводит анализ информационных ресурсов Интернет с целью составления рекомендаций по их использованию в учебном процессе и в научных исследованиях. Разработанные обзоры и методические материалы публикуются на сайте “Азбука Web-поиска для химиков” (<http://www.bsu.unibel.by/091212/>).

Под руководством доцента В.Н. Хвалюка осуществляются координация, организация и проведение в республике школьных олимпиад по химии вплоть до международного уровня. На базе центра проводится подготовка сборной команды Республики Беларусь к международным олимпиадам школьников по химии.

Работа центра оказала существенное влияние на школьное химическое образование в Беларуси, приблизило его к современному международному уровню. Разработанные нормативные документы (стандарты, учебные пособия, учебные программы), а также учебники и учебно-методические материалы являются основой совершенствования школьного химического образования.

Кафедра выступила инициатором и организатором межвузовской программы “Пути реализации обучающе-исследовательского принципа в сис-

теме многоуровневого университетского образования". Под руководством профессора А.И. Лесниковича разработана концепция обучающе-исследовательского принципа и его реализации в том числе в применении к преподаванию химии. Подготовлены варианты программы по отдельным разделам общей и неорганической химии, а также по семинарским и лабораторным занятиям для студентов химического, биологического и географического факультетов.

В течение ряда лет кафедра активно участвует в выполнении отраслевой научно-технической программы "Образование и кадры". Под руководством А.И. Лесниковича и И.Е. Шимановича группой преподавателей разработана модель системы модульной организации учебного процесса по предмету, создано учебно-методическое обеспечение функционирования такой системы на примере курса общей и неорганической химии биологического факультета и проведена его практическая апробация.

На основе сравнительного практического анализа содержания учебных программ по химии вузов Беларуси и стран ближнего и дальнего зарубежья и их методического обеспечения разработана модульная программа по химии для нехимических специальностей и система учебно-методического обеспечения ее функционирования.

Одно из направлений научной работы кафедры под руководством В.Ф. Тикавого заключается в проведении исследований в области синтеза и изучения свойств неорганических полимерных материалов на основе соединений многовалентных металлов и многоосновных кислот, в частности, фосфатов циркония, хрома, алюминия и некоторых других материалов подобного состава, которые находят применение в качестве неорганических ионообменников и термостойких покрытий специального назначения, а также термостойких клеев. В 1969 г. под руководством В.Ф. Тикавого аспирант В.Д. Комаров защитил кандидатскую диссертацию на тему "Некоторые особенности структуры и ионообменные свойства фосфата циркония".

В течение ряда лет на хоздоговорных началах по заказу Института атомной энергии им. И.В. Курчатова В.А. Корпусем велись работы по синтезу и изучению возможности использования непосредственно в горячих контурах атомных паросиловых установок ионообменников на основе фосфата циркония. Проведенные исследования впервые показали перспективность применения некристаллических неорганических ионообменных материалов в гидротермальных условиях вследствие их заметной гидролизуемости и перестройки структуры, приводящей к потере ионообменных свойств. Этот результат имел определенное практическое значение, так как в свое время в атомной энергетике возлагались большие надежды на возможность очистки воды в горячих контурах с помощью неорганических ионообменных материалов. Для НПО "Энергия" проводились также исследования по разработке термостойких покрытий. Полученные материалы были использованы для теплозащиты отдельных узлов ракетно-космической системы "Энергия – Буран".

В 1983 г. доцент К.Н. Лапко защитил кандидатскую диссертацию "Особенности строения и свойства кристаллических триполифосфатов алюминия, хрома (III) и железа (III) типа $\text{H}_2\text{MeP}_3\text{O}_{10} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и некоторых продуктов замещения ионов водорода" (руководитель В.Ф. Тикавый). В результате проведенных исследований была предложена динамическая модель состояния протонсодержащих групп в указанных триполифосфатах. Объяснено ионообменное поведение этих соединений с точки зрения фазовых превращений, протекающих при замещении ионов. Путем ионообменных реакций получен ряд новых двойных триполифосфатов. Изучены состав, свойства и термическая дегидратация полученных соединений. Установлена зависимость каталитических, электрохимических и ионообменных свойств от

их природы. Изучен механизм гидролитического разрушения триполифосфатов в зависимости от состава водных растворов и температуры.

В настоящее время К.Н. Лапко проводятся исследования по разработке высокотемпературных неорганических связующих, огнеупорных покрытий и безобжиговой керамики. Изучены композиции, твердеющие при низких температурах и выдерживающие термоциклирование до 1500 °С. Исследование фазовых превращений таких композиций при твердении и нагревании до 1500 °С позволило выявить основные закономерности процесса взаимодействия в системе связующее – наполнитель, а также процессов окисления ряда компонентов при нагревании в окислительной атмосфере. Полученные результаты являются основой целенаправленного улучшения качества материалов с использованием металлофосфатных композиций. Ряд разработанных составов предложен для использования в космической технике. По государственной научно-технической программе “Химия в строительстве” разработана техническая документация на производство футеровочных материалов и капсул для Минского завода отопительного оборудования и Минского фарфорового завода. Исследования по разработке теплозащитных покрытий проводились также по контракту с заинтересованными организациями Индии.

В 1983 г. старший научный сотрудник В.О. Шабловский защитил кандидатскую диссертацию “Влияние гидротермальной обработки на физико-химические свойства сорбентов на основе фосфатов металлов IVB группы” (руководитель В.Ф. Тикавый). В работе установлены физико-химические закономерности гидротермальной кристаллизации в изотермическом режиме при температурах 100–300 °С в системах $\text{Me(IV)O}_2 - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{O}$ и $\text{Me(I)}_2\text{O} - \text{Me(IV)O}_2 - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{O}$, где Me(I) – катионы щелочных металлов и аммония. Систематически изучены закономерности процессов гидролиза полученных сорбентов в гидротермальных условиях, а также взаимосвязь структуры и состава сорбентов с их сорбционными и гидролитическими характеристиками в этих условиях при 300 °С. В настоящее время В.О. Шабловским разработаны технологии получения неорганических сорбентов на основе гидроксидов, фосфатов и алюмосиликатов многовалентных металлов для удаления тяжелых металлов из питьевой воды и гальваносточков, а также извлечения радионуклидов цезия и стронция из высокоминерализованных растворов; способы получения угольных гемосорбентов сферической грануляции для удаления из крови человека метаболитов и токсинов со средней молекулярной массой. Созданы металлокерамические мембраны с изменяющимся знаком и величиной заряда поверхности для очистки питьевой воды и жирных пищевых продуктов от коллоидных примесей и бактерий.

Под руководством доцента И.Е. Шимановича проводятся исследования по разработке химических методов получения и модификации эксплуатационных свойств пористых неорганических и металлических материалов, которые нашли широкое применение в качестве наполнителей для катализаторов, фильтрующих устройств, элементов тепловых труб, в мембранных технологиях.

На основе исследования процессов химического дублирования пористых органических матриц (включающих в себя их химическую металлизацию, электрохимическое осаждение металла и удаление пиролизом органической матрицы) разработаны технологические схемы получения губчатых ячеистых металлов (никеля, меди, серебра), характеризующихся исключительно высокой пористостью (до 98 %) при удовлетворительных механических характеристиках. Они могут использоваться в качестве фильтров, носителей для катализаторов (в частности, в устройствах для дожигания выхлопных газов), электродов топливных элементов. Разработанные методики используются в практике получения пенометаллов, на них получено 10 автор-

ских свидетельств. Подобного рода технология разработана и для получения высокопористых керамических материалов.

Проводились также исследования в области сорбции из водно-органических сред сорбентами различной природы (доценты М.Л. Павлович и И.Б. Станкевич). Доцент Л.И. Продан в течение многих лет проводила исследования по физико-химическому анализу многокомпонентных систем на основе фосфатов. Результатом исследований явилось опубликование совместно с Е.А. Проданом и Н.Ф. Ермоленко монографии "Триполифосфаты".

Одним из направлений исследований, выполняемых совместно с НИИ ФХП в лаборатории химии конденсированных сред под руководством А.И. Лесникова, является синтез и исследование ультрадисперсных металлов, оксидов, солей и материалов на их основе, началом которых явились работы в области регулирования скорости горения смесевых твердых ракетных топлив и баллистических порохов.

Совместно с НИИ медицинской радиологии (г. Обнинск) была получена и всесторонне исследована рентгеноконтрастная нейтронозахватная ферромагнитная жидкость, которая после воздействия потока нейтронов представляет собой источник интенсивного вторичного гамма-излучения. Уникальное сочетание ферромагнитных и нейтронозахватных свойств данной жидкости позволяет использовать ее в качестве управляемого магнитным полем источника излучения, который может применяться для лучевых методов исследования, в лечебных целях и рентгеновской диагностике.

На основе магнитных жидкостей были получены и испытаны на стендах Физико-технического института НАН Республики Беларусь магнитно-абразивные материалы, сочетающие в себе высокие магнитные, режущие и абразивные свойства.

При разработке новых и совершенствовании известных методов получения магнитных жидкостей в технических ферроколлоидах была обнаружена и исследована магнитожестькая фракция, что представляет интерес для создания жидких магнитов.

Другими материалами, включающими высокодисперсные компоненты, явились присадки к минеральным маслам. Были получены и всесторонне исследованы присадки на основе высокодисперсных металлов (меди, никеля, кобальта) и окиси меди. Результаты проведенных исследований показали, что металлоблокирующие присадки на основе высокодисперсных металлов, полученные химическим осаждением, улучшают антифрикционные и противоизносные свойства моторного масла. Присадка на основе высокодисперсного никеля, получившая название "НИКМА", наряду с испытаниями в лабораторных условиях испытывалась на стендах Минского моторного завода и в условиях реальной эксплуатации на машинах различных марок показала хорошие результаты. Результаты, полученные при исследовании присадок к моторным маслам, нашли продолжение в разработке присадок к индустриальным маслам, используемым для повышения износостойкости оборудования предприятий легкой промышленности.

Модифицированные высокодисперсные порошки нашли применение в качестве средств визуализации отпечатков рук при проведении криминалистической экспертизы. В соответствии с результатами испытаний, проведенных специалистами Государственного экспертно-криминалистического центра Республики Беларусь, свойства полученных порошков сопоставимы, а в ряде случаев превосходят используемые сейчас в экспертно-криминалистических подразделениях Министерства внутренних дел.

В настоящее время проводятся оригинальные исследования по межфазному синтезу металлов, оксидов, солей. Межфазным синтезом получены и исследуются высокодисперсные порошки и коллоидные растворы неблагоприятных металлов и сульфидов. Необходимо отметить, что размеры частиц,

получаемых межфазным синтезом, охватывают труднодоступную для препаративных методов область.

Научная работа кафедры тесно связана с научно-методической работой и с учебным процессом на химическом факультете, что определяет возможность реализации современных подходов повышения качества высшего образования и подготовки специалистов высшей научной квалификации.

В настоящее время на кафедре работают два профессора, три доцента, два старших преподавателя и один ассистент. Сотрудниками кафедры опубликовано в журналах АН СССР и АН РФ, АН БССР и НАН РБ, в международных журналах, а также в форме тезисов докладов на научных конференциях, включая международные, более 500 статей, получено более 30 авторских свидетельств на изобретения. Защищены четыре кандидатские диссертации. Кафедра работает в тесном контакте с НИИ ФХП БГУ, поддерживает научные связи с соответствующими НИИ НАН РБ, участвует в реализации государственных научно-технических программ. В проведении учебно-методической работы сотрудничает с Республиканским институтом высшей школы БГУ и НИИ образования Министерства образования Республики Беларусь.

Кафедра более 30 раз принимала участие в различных выставках, в том числе более 10 раз в международных.

С 1998 г. на кафедре выполняются работы по двум контрактам с DRDL (Индия).

В 1982 г. профессору В.Ф. Тикавому присвоено почетное звание заслуженного работника высшей школы БССР.

Поступила в редакцию 15.05.2001.

80
лет

БЕЛОРУССКОМУ
ГОСУДАРСТВЕННОМУ
УНИВЕРСИТЕТУ



УДК 632.937:631.63.544

В.В. ЛЫСАК, Н.П. МАКСИМОВА

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ



Лысак Владимир Васильевич – кандидат биологических наук, доцент, декан биологического факультета. Область научных интересов – исследования в области микробиологии и биотехнологии, связанные с изучением антибиотикопродуцирующих бактерий и разработкой основ их практического использования. Автор более 80 научных статей и изобретений.



Максимова Наталья Павловна – кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой генетики и биотехнологии биологического факультета. Область научных интересов – исследования в области молекулярной генетики бактерий и биотехнологии. Автор более 130 научных статей и 12 изобретений, в том числе биопрепарата для защиты растений Бактоген.

The article of the scientific research of Biology Department in area of biotechnology is represented in this article. Research are connected with construction of ecological innocuous microbial biopreparation for the protection of plants from bacterial and fungal diseases.

В настоящее время для многих стран актуальна проблема снижения уровня негативного воздействия на окружающую среду ряда техногенных и антропогенных факторов. Улучшению экологической обстановки может способствовать перевод отдельных отраслей сельскохозяйственного производства на способы хозяйствования, предусматривающие частичную или полную замену химических средств защиты растений биологическими.

Действительно, в мировой практике сегодня сложилась стойкая тенденция к вытеснению химических средств защиты растений препаратами нового поколения – биологическими. При этом основу таких препаратов могут составлять как живые культуры микроорганизмов-интродуцентов, так и отдельные продукты их метаболизма (например, антибиотики, пигменты, ферменты, полисахариды и др.).

Биопрепараты на основе микроорганизмов характеризуются рядом преимуществ – биологических, экологических и биотехнологических. К числу биологических преимуществ можно отнести их безвредность для человека, животных, отсутствие фитотоксичности, мутагенной и онкогенной активности, а также широкий спектр действия в отношении различных фитопатогенов. У биологических препаратов отсутствует специфичность в отношении определенных видов или сортов сельскохозяйственных культур, они спо-

собны колонизировать ризосферу или филлосферу растений, обладают пролонгированным действием, образуя естественный щит для проникновения фитопатогенной микрофлоры. Входящие в состав препаратов микроорганизмы, помимо антимикробных соединений, могут синтезировать ростостимуляторы растений, а также переводить питательные вещества (например, фосфаты) в более усвояемую для растений форму.

К экологическим преимуществам микробных препаратов можно отнести их безвредность для окружающей среды и отсутствие угрозы загрязнения агробиоценозов, к биотехнологическим преимуществам – возможность повышения активности биопрепаратов за счет генетических, генно-инженерных усовершенствований входящих в их состав микроорганизмов, простую технологию производства и, как результат этого, низкую стоимость.

В основе антимикробной активности биопрепаратов на основе микроорганизмов лежит способность к синтезу биологически активных соединений: антибиотиков и антибиотикоподобных соединений, пигментов, некоторых ферментов (например, хитиназы), сидерофоров – соединений, способных связывать ионы железа и других металлов и переводить их в недоступную для вредных микроорганизмов форму. Как уже указывалось, микроорганизмы, помимо антимикробных агентов, могут синтезировать также ростостимуляторы растений: ауксины, гиббереллины, индол-3-уксусную кислоту (ИУК), этилен, аммиак, витамины, гидролитические ферменты, разлагающие белки и полисахариды на составляющие компоненты и др.

Наибольший вред сельскохозяйственному производству наносят фитопатогены бактериальной, грибной этиологии, а также нематода. Болезни, вызываемые этими возбудителями, являются сегодня наиболее распространенными среди сельскохозяйственных растений, поражают овощные, зерновые и бобовые культуры как в полевых условиях, так и в защищенном грунте. Распространение этих болезней приводит, как правило, к значительным потерям урожая, достигающим в отдельных случаях 50–60 %, а в защищенном грунте – 100 %.

Таблица 1

Заболевания сельскохозяйственных культур, вызываемые фитопатогенными грибами и бактериями

Заболевание	Возбудитель
Фитофтороз	<i>Phytophthora</i>
Фомоз	<i>Phoma</i>
Аскохитоз	<i>Ascochyta</i>
Фузариоз	<i>Fusarium</i>
Мучнистая роса	<i>Sphaerotheca</i>
Антракноз	<i>Colletotrichum</i>
Парша	<i>Macrosporium</i>
Белая гниль	<i>Sclerotinia</i>
Черная парша	<i>Rhizoctonia</i>
Кладоспориоз	<i>Cladosporium</i>
Альтернариоз	<i>Alternaria</i>
Пероноспороз	<i>Pseudosporium</i>
Черная ножка, мягкие гнили	<i>Erwinia</i>
Мягкие гнили, ожоги, пятнистости	<i>Pseudomonas</i> , <i>Xanthomonas</i>
Бактериальный рак томатов	<i>Corynebacterium</i>

вызываемых *Fusarium*, *Pythium* и нематоды, *Intercept* (на основе *P. Cepacia*) – для защиты кукурузы и хлопка от *Pythium sp.*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium sp.* и др.

В серии предварительных экспериментов было установлено, что бактерии *P. putida* M обладают выраженной антимикробной активностью как по

Наиболее распространенные заболевания грибной и бактериальной этиологии представлены в табл. 1.

Таким образом, создание новых эффективных средств защиты растений для борьбы с заболеваниями сельскохозяйственных культур является важной и актуальной задачей. Сегодня в мире большой интерес вызывают биопрепараты на основе ризосферных бактерий *Pseudomonas* флюоресцирующей группы. К наиболее известным среди них можно отнести следующие: препарат BioSave (на основе *P. syringae* ESC 6-10), предназначенный для защиты citrusовых и плодовых деревьев от грибных инфекций, Blu-Circle (на основе *P. cepacia type Wisconsin*) – для защиты растений от грибных инфекций,

отношению к представителям этого же рода *Pseudomonas*, так и к некоторым другим филогенетически неродственным микроорганизмам (табл. 2).

Антагонистическая активность бактерий *P. putida* M проявлялась также в отношении близкородственных видов *Pseudomonas* (табл. 3), таких как *P. putida*, *P. fluorescens* и *P. aeruginosa*, относящихся к флюоресцирующей первой группе по классификации Паллерони и др. [1], что свидетельствовало о том, что синтезируемый клетками изучаемого штамма агент высокоактивен и отличается от ранее известных антимикробных соединений, продуцируемых представителями этой группы.

Таблица 2
Спектр антимикробной активности бактерий
P. putida M

Группа	Штамм	Число штаммов	
		проверенных	чувствительных
Бактерии	<i>Pseudomonas</i>	485	461
	<i>Erwinia</i>	248	235
	<i>Xanthomonas</i>	14	14
	<i>Agrobacterium</i>	9	9
	<i>Bacillus</i>	5	5
	<i>Staphylococcus</i>	1	1
	<i>Citrobacter</i>	1	1
	<i>Escherichia</i>	1	1
	<i>Klebsiella</i>	1	1
	<i>Sarcina</i>	1	1
	<i>Corynebacterium</i>	1	1
Грибы	<i>Fusarium</i>	3	3
	<i>Alternaria</i>	1	1
	<i>Cladosporium</i>	1	1
Всего		772	735

Феномен антимикробной активности флюоресцирующих *Pseudomonas* уже неоднократно отмечался рядом исследователей [2–9 и др.], причем в одних случаях роль антимикробного фактора отводилась исключительно сидерофорам [10, 11 и др.], а в других, наряду с сидерофорами, и антибиотиками [12–14 и др.]. Среди синтезируемых флюоресцирующими *Pseudomonas* антибиотических веществ наиболее изученными являются упоминавшиеся ранее антибиотики ароматического ряда –

обафлуорин [15, 16], феназиновые соединения [17, 18], метил- и алкилпроизводные пиррола [19], флороглюцин [20, 21], производные резорцина [22], а также ряд алифатических антибиотиков – азомицин, сперабиллины и другие соединения подобного действия – псевдомоновая кислота [23, 24], путидолюмазин [25], цианиды [26] и др.

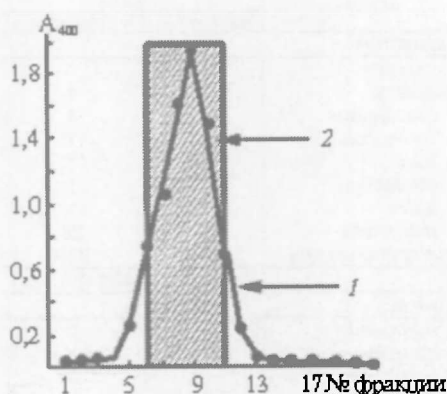
Таблица 3
Антагонистическая активность бактерий *P. putida* M
по отношению к близкородственным видам

Вид	Штамм	Число штаммов	
		проверенных	чувствительных
<i>P. putida</i>	B-34, B-37, B-38, B-39, B-40, AC 13, AC 29, BS, pPG1	9	9
<i>P. fluorescens</i>	B-15, B-17, B-18, B-23, B-24, B-28, B-29, B-35, VKMB-553, VKMB-561, VKMB-896	11	11
<i>P. aeruginosa</i>	B-1, B-2, B-4, B-5, B-6, B-7, B-9, B-10, B-11, B-12, B-19, B-26, PAO1, PAO3O1, PAT319, PAT2125	10	10

Примечание. Индексом «В» обозначены штаммы, полученные из коллекции культур микроорганизмов ИБМФ РАН; г. Пушкино; индексом «VKMB» – из Всесоюзной коллекции микроорганизмов и вирусов, г. Москва; штаммы *P. putida* AC 13, AC 29, BS, pPG1, *P. aeruginosa* PAO1, PAO3O1, PAT319, PAT2125 получены из ВНИИ «Генетика», г. Москва.

Для выяснения природы антимикробного агента, синтезируемого метилотрофными бактериями *P. putida* M, была проведена гель-фильтрация освобожденной от клеток культуральной жидкости этого штамма на биогеле Акрилекс Р2 (обеспечивает разделение молекул от 100 до 1800 Да) с последующим анализом каждой фракции на наличие флюоресцирующего пигмента и антибактериальной активности. В качестве индикаторной культуры использовали один из наиболее чувствительных бактериальных штаммов – *E. chrysanthemi* G261. В результате было уста-

новлено, что только содержащие пигмент фракции (для которых A_{400} была больше 0,7–0,8) обнаруживали антибактериальную активность (рисунок). Этот факт указывал на то, что ингибирующим рост индикаторных бактерий агентом является флуоресцирующий пигмент и других антибиотических веществ клетки изучаемого штамма не синтезируют. В последующих экспериментах с очищенным препаратом пигмента было показано, что антибактериальная активность начинает проявляться при его концентрации 5 мкг/мл. Дополнительным доказательством антибактериальной активности флуоресцирующего пигмента, синтезируемого клетками изучаемого штамма, явились результаты экспериментов, свидетельствующие о том, что в присутствии Fe^{3+} -ионов в среде (10 мкг/мл и выше), когда синтез пигмента подавляется, антибактериальная активность также отсутствует. Кроме того, у полученных *Flu⁻*, *Sid⁻*-мутантов, дефектных по синтезу пигмента, антибактериальная активность также не регистрировалась.



Профиль элюции флуоресцирующего пигмента бактерий *P. putida M*
1 – элюция флуоресцирующего пигмента, 2 – фракции, в которых обнаруживалась антибактериальная активность

Все сказанное позволяет сделать вывод, что антимикробная активность бактерий *P. putida M* обусловлена синтезом флуоресцирующего пигмента (пиовердина P_m), образование которого зависит от присутствия ионов трехвалентного железа в ростовой среде [27–29].

Механизм антимикробного действия флуоресцирующих пигментов достаточно подробно описан Клоппер и др. [30, 31], суть его заключается в следующем: молекулы пигмента обладают способностью связывать находящиеся в среде Fe^{3+} -ионы и переводить их в недоступную для других организмов форму, а возникающий при этом острый дефицит железа влечет за собой задержку роста и

развития других микроорганизмов. Можно полагать, что в основе антимикробной активности пиовердина P_m бактерий *P. putida M* также лежит подобный механизм. Причем выраженное антимикробное действие данных бактерий, проявляемое в отношении близкородственных видов *P. putida*, *P. fluorescens* и *P. aeruginosa*, способных синтезировать аналогичные флуоресцирующие пигменты, говорит о том, что:

а) пиовердин P_m обладает более высоким сродством к Fe^{3+} -ионам, нежели пигменты других известных штаммов *Pseudomonas*, и связывает их более эффективно;

б) комплексы пиовердина P_m и Fe^{3+} -ионов являются высокоспецифическими и не могут использоваться в качестве источников ионов железа клетками других штаммов *Pseudomonas* (этот феномен связан, по-видимому, с уникальным аминокислотным составом пиовердина P_m).

Высокая специфичность пиовердина P_m может быть отнесена к разряду полезных в биотехнологическом отношении свойств бактерий *P. putida M*, в частности, открывает перспективы создания на их основе биопрепарата фитозащитного действия.

При разработке этой проблемы принимались во внимание известные факты, что бактерии *Pseudomonas*, синтезирующие желто-зеленые флуоресцирующие пигменты, способны подавлять рост фитопатогенных грибов *P. Oxy-sporum*, *G. graminis*, *G. candidum*, *R. solani*, *S. scierotium*, *P. omnivorum*, *P. megasperma*, *P. aphanidermatum*, *B. cinerea*, *P. beta*, *A. niger*, *P. claviforme* и бак-

терий *E. carotovora*, а также *E. coli*. Исходя из полученных в предварительной серии экспериментов результатов по антимикробной активности бактерий *P. putida* M в отношении ряда грамположительных и грамотрицательных бактерий, нами было сделано предположение о высокой антимикробной активности изучаемого штамма *P. putida* M. С этой целью антагонистическая активность *P. putida* M тестировалась в отношении таких распространенных бактериальных патогенов, как *Erwinia*, *Xanthomonas*, *Agrobacterium*, *Corynebacterium* и *Pseudomonas*. В экспериментах *in vitro* антибактериальная активность пиовердина P_m проявлялась в отношении 686 фитопатогенных культур из 724 проверенных (94, 73 %) (табл. 4).

Таблица 4

Спектр антибактериальной активности пиовердина P_m
по отношению к фитопатогенным бактериям рода *Pseudomonas*

Штаммы	Число штаммов		Штаммы	Число штаммов	
	проверенных	чувствительных		проверенных	чувствительных
Бактерии <i>Pseudomonas</i>					
<i>P. syringae</i>	23	19	<i>P. cerasi</i>	1	—
<i>P. xanthochlora</i>	29	29	<i>P. aptata</i>	1	1
<i>P. fluorescens</i>	63	58	<i>P. areofaciens</i>	1	1
<i>P. vignae</i>	1	1	<i>P. faseolicola</i>	1	1
<i>P. lachrymans</i>	6	5	<i>P. folcii</i>	1	1
<i>P. maltophila</i>	39	35	<i>P. atrofaciens</i>	1	1
<i>P. pisi</i>	1	1	<i>P. lupini</i>	1	1
<i>P. cichorii</i>	6	15	<i>P. marginalis</i>	31	28
			<i>Pseudomonas spp.</i>	245	239
Всего				451	436 (96,7 %)
Бактерии <i>Erwinia</i>					
<i>E. carotovora</i>	47	47	<i>E. rhapontici</i>	2	1
<i>E. aroideae</i>	67	62	<i>E. quercina</i>	1	—
<i>E. atroseptica</i>	16	15	<i>E. herbicola</i>	8	8
<i>E. chrysanthemi</i>	13	13	<i>Erwinia spp.</i>	91	85
<i>E. nimipressuralis</i>	2	2			
Всего				239	226 (94,6 %)
Бактерии рода <i>Xanthomonas</i>					
<i>X. beticola</i>	1	1	<i>X. pruni</i>	1	1
<i>X. rubrillanes</i>	1	1	<i>X. barbareae</i>	1	1
<i>X. vesicatoria</i>	2	2	<i>X. campestris</i>	2	2
<i>X. atseuoxydans</i>	1	1	<i>X. desmodia</i>	1	1
<i>X. phaseoli</i>	1	1	<i>X. tranaluceus</i>	1	1
<i>X. desmodiigangetici</i>	1	1	<i>X. carotae</i>	1	1
Всего				14	14 (100 %)

При этом пигмент штамма *P. putida* M подавлял рост 16 видов фитопатогенных *Pseudomonas*, *P. syringae*, *P. xanthochlora*, *P. vignae*, *P. lachrymans*, *P. maltophila*, *P. aptata*, *P. cerasi*, *P. cichorii*, *P. aureofaciens*, *P. pisi*, *P. Faseolicola*, *P. holcii*, *P. atrofaciens*, *P. lupini*, *P. marginalis*, *P. fluorescens*, а также других, неидентифицированных фитопатогенных штаммов *Pseudomonas spp.*

Не менее чувствительными к действию пиовердина P_m оказались и фитопатогенные бактерии *Erwinia* (8 видов): *E. carotovora*, *E. aroideae*, *E. atroseptica*, *E. chrysanthemi*, *E. nimipressuralis*, *E. rhapontici*, *E. uercina*, *E. herbicola*, а также штаммы неидентифицированных до вида фитопатогенных *Erwinia spp.* (см. табл. 4), *Xanthomonas* (12 видов): *X. beticola*, *X. Rubrilianes*, *X. vesicatoria*, *X. atseuoxydans*, *X. phaseoli*, *X. desmodiigangeticii*, *X. pruni*, *X. barbareae*, *X. campestris*, *X. desmodia*, *X. translucens*, *X. carotae* (см. табл. 4), *Agrobacterium* (2 вида): *A. tumefaciens* и *A. radiobacter*, одного вида *C. michiganensis*, являющегося высоковирулентным по отношению к культуре томатов.

Защитное действие бактерий *P. putida* M проявилось и в экспериментах с растительными объектами, искусственно инфицированными соответствующими фитопатогенами. В качестве растительных объектов использовали

овощные культуры, инфицированные фитопатогенами: картофель – бактериями *E. aroideae* и *E. carotovora*, свеклу – *X. beticola*, огурцы – *P. Lachrymans*, а томаты – *C. michiganensis*. Инфицирование растений осуществлялось путем обработки семенного материала культурами фитопатогенов. Обработку семян клетками штамма-протектора осуществляли перед их посадкой путем замачивания (или опрыскивания) суспензией бактерий *P. putida* M. Контролем служили инфицированные бактерии без обработки клетками штамма-протектора. Результаты учитывали через 1–2 месяца выращивания растений в светотеплице при 28 °С. Количество растений в каждом опыте соответствовало 50. Было зарегистрировано значительное снижение заболеваемости растений (их гибели, недоразвитие и пр.): томатов – на 70 %, огурцов – на 35, свеклы – на 25 %. Инфицирование картофеля осуществляли на ломтиках путем поочередного нанесения на их поверхность клеток фитопатогена и протектора. Было установлено, что бактерии *P. putida* M полностью предохраняют растительные ткани от заражения бактериями *Erwinia*.

Помимо антимикробной активности бактерии *P. putida* M обладают и другими полезными свойствами, выгодно отличающими их от других известных штаммов *Pseudomonas*. Они оказались непатогенными по отношению к растениям, о чем судили по результатам экспресс-реакции "сверхчувствительности" на листьях табака *Nicotina tabacum* (сорт Трапезунд), нефитотоксичными (по результатам реакции с культурой хлореллы *Chlorella vulgaris*), не снижали всхожести семян различных видов растений. Бактерии *P. putida* M хорошо размножаются в почве и на поверхности листьев растений.

Однако наиболее интересным биотехнологическим свойством штамма *P. putida* M является все же его мощный фитостимулирующий эффект [32, 33]. Проверяли стимулирующее действие штамма на различных сельскохозяйственных растениях после замачивания семян в суспензии бактерий *P. putida* M в течение определенного времени. Эксперименты проводили в различных вариантах: во влажной камере в светотеплице (лабораторные условия), а также в условиях закрытого грунта после высадки обрабо-

танных бактериями *P. putida* M семян непосредственно в почву, которые выращивали в течение 10–20 дней. Стимулирующее действие бактерий *P. putida* M зарегистрировано в отношении 9 технических культур: люпина, сои, фасоли, вики, льна, тыквы, клевера, рапса. При этом увеличение основных показателей роста достигало для корневой системы 1,2–3,5 раза и 1,1–3,6 раза для проростков в зависимости от вида растения (табл. 5).

Подобного рода эффект наблюдался в лабораторных условиях также для зерновых и

Таблица 5

Стимуляция роста сельскохозяйственных культур бактериями *P. putida* M

Культура, сорт	Стимуляция роста корневой системы, раз	Стимуляция роста проростков, раз
Технические и зерновые		
Люпин желтый Кастрыйчик	1,7	1,4
Люпин узколистный Немчиновский	1,7	1,1
Соя Кировоградская 4	3,5	3,6
Фасоль Мотольская белая	1,6	1,7
Вика яровая Белоцерковская 222	1,7	1,8
Чумиза зеленая	1,2	2,1
Тыква Мозолеевская 49	1,7	1,2
Клевер Служкий ранний местный	1,6	1,2
Рапс яровой Кубанский	1,8	2,3
Кукуруза Гибрид Киевский 8	1,8	1,5
Овес Надежный	4,0	2,3
Пшеница яровая Белорусская	1,9	1,3
Овощные		
Томаты Русич	1,8	1,9
Редис Красный великан	2,1	1,8
Редис Рубин	6,3	3,1
Огурцы Парад	2,5	1,2
Огурцы Вязниковские	3,0	1,2
Салат Каменная головка	4,0	1,8
Свекла Бордо	1,9	1,8
Картофель Темп	–	2,6

Примечание. Здесь и в табл. 6 приведены средние значения 200 измерений относительно контроля.

овощных культур. Было протестировано три вида зерновых культур: кукуруза, овес, пшеница. Прибавка роста корневой системы в этом случае достигала 1,8–4,0 раза, а проростков – 1,3–2,3 раза в зависимости от вида растений (см. табл. 5). Для восьми овощных культур: томатов, редиса, огурцов, салата, свеклы и картофеля показатели были следующими: прибавка роста

Таблица 6

Стимуляция роста сельскохозяйственных культур бактериями *P. putida* M в условиях закрытого грунта

Культура, сорт	Стимуляция роста корневой системы, раз	Стимуляция роста проростков, раз
Технические и зерновые		
Люпин желтый Кастрыйчик	1,5	1,4
Ячмень яровой Надя	3,1	1,3
Пшеница яровая Балорусская 80	3,4	1,3
Просо Подольское 24/237	4,1	2,2
Рожь Восход	2,4	2,2
Овес Надежный	1,3	6,1
Гречиха Искра	1,2	1,2
Овощные		
Томаты Русич	4,3	1,9
Редис Рубин	2,5	4,3
Огурцы Парад	2,4	1,8
Огурцы Вязниковские	2,8	1,5

корневой системы составляла 1,8–3,3 раза, а проростков 1,2–3,1 раза в зависимости от вида растения (см. табл. 5).

В условиях закрытого грунта в общей сложности тестировали 12 культур (табл. 6). Рост корневой системы технических и зерновых культур стимулировался в 1,2–4,1 раза, а проростков – в 1,2–6,1 раза. Наибольший стимулирующий эффект в условиях закрытого грунта наблюдался для овощ-

ных культур – прирост корневой системы составлял 2,4–4,3 раза, а проростков – 1,8–4,3 раза в зависимости от вида растения.

Таким образом, по приведенным результатам исследований можно заключить, что бактерии *P. putida* M стимулируют рост технических, зерновых и овощных культур в лабораторных условиях и в закрытом грунте, обеспечивая высокие темпы их роста. Преимущества штамма *P. putida* M по сравнению с известными штаммами состоит в том, что его клетки способны стимулировать рост широкого круга сельскохозяйственных культур, причем стимулирующий эффект в отдельных случаях достигает 6 раз (у прототипов не более 2 раз). Штамм не фитотоксичен, не патогенен по отношению к растениям, не снижает их всхожести, хорошо сохраняется в почве и ризосфере растений и может размножаться в этих условиях. Таким образом, штамм *P.*

Таблица 7

Эффективность использования биопрепарата Бактофил для защиты растений томатов от болезней

Тип заболевания	Эффективность защиты, %
Томаты	
Бактериозы	1* – 44,1
	2* – 53,6
	3* – 50,1
Серая гниль	62,0
Кладоспориоз	43,5
Мучнистая роса	58,2
Огурцы	
Корневые гнили	76,6
Стеблевой аскохитоз	72,0
Мучнистая роса	47,5
Пероноспороз	76,4
Нематода	68,9

Примечание. Цифрами со звездочкой обозначены этапы оценки биологической эффективности препаратов на стадии сеянцев (1), рассады (2) и в конце вегетации (3). Остальные результаты учитывали в конце периода вегетации.

putida M является универсальным биостимулятором растений и может широко использоваться для усиления роста различных сельскохозяйственных культур. Стимулирующий эффект достигается путем замачивания семенного материала в суспензии бактерий в концентрации $1,5 \cdot 10^6$ – $1,5 \cdot 10^7$ клеток на 1 г семян.

По результатам изучения полезных свойств штамма *P. putida* M в качестве средств защиты растений от бактериозов на их основе был создан биологический препарат Бактофил, и проведены его производственные испытания [34, 35].

Была исследована эффективность использования биопрепарата в качестве средства борьбы с болезнями овощных культур: томатов (сорта Ру-

бин и Перомога) и огурцов (сорта НИИОХ-412 и ТСХА-98) в условиях защищенного грунта. Эксперименты проводили в 1996–2000 гг. с использованием стандартных методов. Полученные результаты приведены в табл. 7.

Обработка биопрепаратом привела к значительному снижению заболеваемости растений (от 47 до 85 %) и оказалась в некоторых случаях более эффективной, чем действие эталонного препарата Превикур, особенно в отношении возбудителей мучнистой росы, стеблевого аскохитоза и пероноспороза. Наиболее перспективным является использование препарата Бактофил (эффективность защиты 68,9 %) в борьбе с нематодой, что согласуется с известными данными для *P. fluorescens* [36].

Приведенные результаты свидетельствуют, что испытуемый микробный препарат Бактофил обладает защитным эффектом в отношении ряда заболеваний овощных культур бактериальной и грибной этиологии, по своему действию в ряде случаев превышает эффективность эталонного химического препарата Превикур и может быть рекомендован для использования в сельскохозяйственном производстве. Особенно перспективным является использование Бактофила для борьбы с патогенной нематодой.

1. Palleroni N., Kunisawa R., Contopoulou R., Doudorouf M. // Int. J. Syst. Bacteriol. 1973. Vol. 23. P. 333.
2. Becker J.O., Cook R.J. // Phytopathol. 1984. Vol. 78. P. 778.
3. De Freitas J.R., Germida J.J. // Can. J. Microbiol. 1990. Vol. 36. P. 265.
4. Geels F.P., Schippers B. // Phytopathol. Zeiting. 1983. Vol. 108. P. 207.
5. Ibid. P. 193.
6. Hemming B., Orser C., Jacobs D. et al. // J. Plant Nutr. 1982. Vol. 5. P. 683.
7. Kloepper J., Leong J., Teintze H., Schroth M. // Nature. 1980. Vol. 286. P. 885.
8. Ibid. // Curr. Microbiol. 1980. Vol. 4. P. 317.
9. Leong J. // Annu. Rev. Phytopathol. 1986. Vol. 24. P. 187.
10. Elad Y., Baker R. // Ecol. Epidemiol. 1985. Vol. 75. P. 1047.
11. Lockwood J., Schipper B. // Trans. Br. Mycol. Soc. 1984. Vol. 82. P. 589.
12. Howell C.R., Stipanovic R.D. // Phytopathol. 1979. Vol. 69. P. 480.
13. Ibid. 1980. Vol. 70. P. 712.
14. Weller D.M., Cook R.J. // Can. J. Plant. Pathol. 1986. Vol. 8. P. 328.
15. Herbert R.B., Knaggs A.R. // J. C. S. Perkin I. 1992. P. 103.
16. Tymiak A., Culver C., Malley M., Gougouts J. // J. Org. Chem. 1985. Vol. 50. P. 5491.
17. Gurusiddaiah S., Weller D., Sarkar A., Cook R. // Antimicrob. Agents Chemother. 1986. Vol. 29. P. 488.
18. Taraz K., Schaffner E., Budzikiewicz H. et al. // Z. Naturforsch. 1990. Vol. 45b. P. 552.
19. Hildenbrand U., Budzikiewicz H. // Z. Naturforsch. 1986. Vol. 41b. P. 1161.
20. Perley J.E., Stowe B.B. // Biochem. J. 1966. Vol. 100. P. 169.
21. Shanahan Ph., O'Sullivan D., Simpson P. et al. // Appl. and Environ. Microbiol. 1992. Vol. 58. P. 353.
22. Kanda N., Ishizaki N., Inoue N. et al. // J. Antibiotics. 1975. Vol. 28. P. 935.
23. Chain E.B., Mellows G. // J.C.S. Perkin I. 1977. P. 294.
24. Ibid. // J. C. S. Perkin I. 1977. P. 318.
25. Suzuki A., Goto M. // Nippon Kagakuzasshi. 1970. Vol. 91. P. 404.
26. Voisard C., Keel C., Haas D., Defago G. // EMBO J. 1989. Vol. 8. P. 351.
27. А. с. 1535893 СССР, МКИ⁵ С 12 N 15/00, 1/20, С 12Q 1/00. Штамм бактерий *Pseudomonas* sp., используемый в качестве тест-культуры для определения никотиновой кислоты / Олехнович И.Н., Максимова Н.П., Фомичев Ю.К. № 4343600/31-13; Заявл. 14.12.87; Оpubл. 15.01.90, Бюл. № 2.
28. Максимова Н.П., Блажевич О.В., Фомичев Ю.К. // Мол. генетика микробиология и вирусология. 1993. № 5. С. 22.
29. Maksimova N.P., Lysak V.V., Ignatovich O.K. // International conference on plant pathogenic bacteria. June 9–12, 1992. Versailles, 1992.
30. Kloepper J. // Phytopathol. 1983. Vol. 73. P. 217.
31. Kloepper J., Leong J., Teintze H., Schroth M. // Curr. Microbiol. 1980. Vol. 4. P. 317.
32. Пат. 2051586 РФ. Штамм бактерий *Pseudomonas putida* – биостимулятор роста растений / Максимова Н.П., Лысак В.В., Игнатович О.В., Фомичев Ю.К. № 2051586; Заявл. 12.07.91; Оpubл. 10.01.96.
33. Пат. 3-65952 Япония, МКИ⁵ С 12 Р 7/66 (С 12 Р 7/66, С 12R 1:01). Способ получения кофермента О₁₀. № 1-16949; Оpubл. 15.10.91.
34. Максимова Н.П., Семенова И.Н., Кульба А.М., Фомичев Ю.К. // Мол. генетика. 1983. № 2. С. 29.

35. Пат. 2051586 РФ. Штамм бактерий *Pseudomonas putida* – биостимулятор роста растений / Максимова Н.П., Лысак В.В., Игнатович О.В., Фомичев Ю.К. № 2051586; Заявл. 12.07.91; Оpubл. 10.01.96.

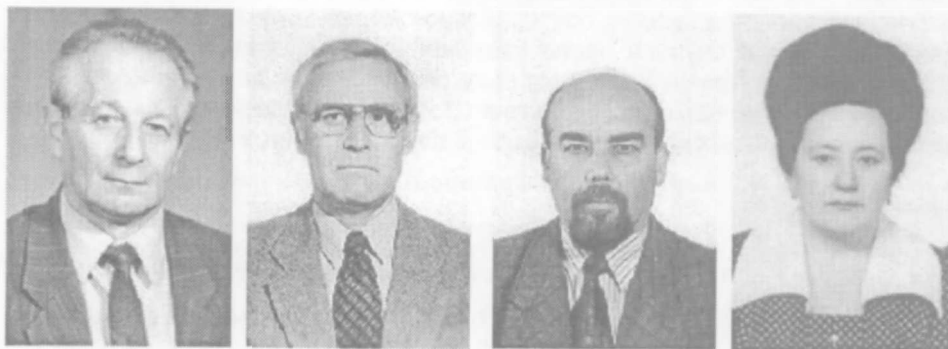
36. Oosterdorp M., Sikora R.A. // Rev. Nematolog. 1989. Vol. 12. P. 77.

Поступила в редакцию 28.05.2001.

УДК 581.1

В.М. ЮРИН, А.И. СОКОЛИК, А.П. КУДРЯШОВ, Л.В. КАХНОВИЧ

МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ И ФОТОСИНТЕЗ – ОСНОВА РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ



Юрин Владимир Михайлович – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой физиологии и биохимии растений. Область научных интересов – ксенобиология, физиология и биофизика растительной клетки. Опубликовал около 300 научных работ, в том числе три монографии, три учебных пособия.

Соколик Анатолий Иосифович – кандидат биологических наук, заведующий НИЛ физиологии растительной клетки при кафедре физиологии и биохимии растений. Область научных интересов – физиология и биофизика растительной клетки. Опубликовал 151 научную работу, в том числе одну монографию.

Кудряшов Анатолий Петрович – кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии и биохимии растений. Область научных интересов – физиология и биофизика минерального питания растений, биологическое тестирование среды, радиэкология. Опубликовал 120 научных работ, в том числе одну монографию и три учебных пособия.

Кахнович Людмила Васильевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии и биохимии растений. Область научных интересов – фотосинтез и его связь с продуктивностью растений. Опубликовала 155 научных работ, в том числе две монографии и три учебных пособия.

The main achievements, obtained as a result of investigation, carrying out at plant physiology and biochemistry department are presented. The results, concerning both the problems of regulations plasmalemma ion transport properties and photosynthetic activities of plants under varying of environmental factors are presented.

Существование растительного организма обеспечивается взаимодействием двух потоков – вещества в виде определенных минеральных элементов и энергии света, усваиваемого в процессе фотосинтеза. Для обеспечения нормального жизненного цикла растений необходимы строго определенные световые условия и минеральные элементы, функции которых в растении не могут быть заменены другими химическими агентами. В этой связи основное внимание в наших исследованиях уделяется изучению функционирования и регуляции отдельных транспортных систем, определяющих поступление в клетку ряда питательных веществ, и процесса фотосинтеза.

Изучение переноса веществ через плазматические мембраны проводится как на основе методик определения содержания исследуемого соединения в среде или внутри клетки методами ионоселективной электродметрии и

меченых атомов, так и с помощью электрофизиологических приемов, позволяющих рассматривать транспорт веществ через мембраны в динамике и производить дифференциацию зависимостей транспортных процессов от ряда экзо- и эндогенных факторов (В.М. Юрин, А.И. Соколик, А.П. Кудряшов и др.).

В результате проведенных исследований идентифицированы калиевые каналы плазмалеммы (А.И. Соколик). Показано, что при гиперполяризации мембраны (при напряжении выше 100 мВ) проводимость ее обусловлена активацией Г-каналов, а в области деполяризации (ниже 100 мВ) на плазмалемме функционируют Д-каналы, причем последние представлены двумя типами.

Проведенные эксперименты позволяют выявить на плазмалемме клеток высокоизбирательную систему транспорта аммония, функционирование которой связано как с электрическим полем на мембране, так и с внутриклеточными метаболическими процессами (окислительное фосфорилирование) (А.П. Кудряшов). Соответственно установлены два типа механизмов регуляции транспорта ионов аммония через плазмалемму – электростатический и биохимический. Каждый из указанных регуляторных механизмов действует обособленно, однако в реальной метаболизирующей растительной клетке наблюдается взаимозависимость механизмов регуляции транспорта аммония, чем обеспечивается связь с функционированием других систем мембранного транспорта и интенсивностью метаболических процессов в клетке.

Особое внимание в работах этого направления уделяется изучению регуляции функционирования H^+ -АТФазной помпы на уровне одиночных клеток и корневой системы интактных растений (А.И. Соколик, В.В. Демидчик, В.М. Юрин), в частности, показана зависимость активности АТФазы не только от уровня калия, но и от присутствия кальция в среде. Исследуется также действие поливалентных катионов на плазматические мембраны. Установлен ряд закономерностей, характеризующих взаимодействие ионов тяжелых металлов с плазмалеммой, которые позволяют объяснить наблюдаемые токсические эффекты поливалентных металлов их модифицирующим действием на транспортные свойства мембраны (В.В. Демидчик, А.И. Соколик, В.М. Юрин).

В совокупности процессов, обеспечивающих нормальную жизнедеятельность растительной клетки в постоянно меняющихся условиях окружающей среды, существенную роль в поддержании внутриклеточного гомеостаза играют мембранные системы активного транспорта ионов H^+ . В этой связи на мембранных везикулах проводятся исследования влияния ксенобиотиков (атразина, симазина, прометрина) на АТФ- и пиррофосфатзависимый транспорт протонов через тонопласт. Выраженное ингибирование указанного транспорта этими соединениями проявляется как разобщение процессов гидролиза АТФ и протонного транспорта, обусловленное увеличением проницаемости мембраны к ионам водорода, причем степень проявления ингибирующего эффекта зависит от строения боковых алкильных групп в молекулах триазинов (С.Н. Епимашко, В.М. Юрин).

Исследуется также действие ксенобиотиков на транспортно-барьерные свойства нативной мембраны растительных клеток. На первых этапах были получены характеристики мембранотропного действия органических соединений различных классов: ароматические и поверхностно-активные вещества, пестициды, продукты деградации органики, нейротропные фармакологические препараты и др. Картина биоэлектрических ответов сильно отличается даже в случае соединений, близких в структурном отношении. Предложены варианты классификации наблюдаемых эффектов ксенобиотиков по наступившим сдвигам стационарных электрических характеристик, отражающих изменение ионной проницаемости мембраны (В.М. Юрин).

Дальнейшая детализация представлений о механизмах мембранотропного действия химических соединений приводится на основании изучения их влияния на функционирование отдельных транспортных систем плазмалеммы (калиевые, хлорные, натрий-кальциевые каналы, H^+ -АТФазная помпа, системы транспорта NH_4^+ и др.) в рамках республиканских межвузовских программ «Ксенобиотики и живые системы» (1996–2000 гг.) и «Биотест» (2001–2005 гг.) (руководитель программ – В.М. Юрин).

Показано, что направление и механизм действия гербицидов и фунгицидов на транспортные свойства плазмалеммы растительной клетки определяется их концентрацией и структурными свойствами молекул. Так, симтриазиновые гербициды (атразин, симазин, прометрин) снижают селективность плазмалеммы, уменьшая в большей мере ее проницаемость к ионам K^+ , чем к Na^+ . Наблюдаемые изменения активности H^+ -помпы связаны со взаимодействием испытанных гербицидов с активным центром АТФазы на наружной стороне мембраны и изменениями электрического потенциала; ингибирование системы транспорта аммония, наоборот, происходит с цитоплазматической стороны плазмалеммы. Уменьшение проводимости калиевых каналов обусловлено непосредственным воздействием гербицидов на их свойства (В.М. Юрин, А.П. Кудряшов, О.Г. Яковец).

Триазоловые фунгициды (пропиконазол, тебуконазол, ципроконазол) вызывают изменения Na^+/K^+ -селективности плазмалеммы. Различия в действии фунгицидов, вероятно, связаны со строением N1-заместителей в их молекуле. На основании сопоставления экспериментально полученных закономерностей с величинами энергии связывания молекул фунгицидов с ионами натрия и калия сделано заключение об их ионофорных свойствах. Электрофизиологический анализ свойств H^+ -АТФазной помпы указывает на прямое подавление фунгицидами ее транспортных функций (В.М. Юрин, А.П. Кудряшов, Т.И. Дитченко).

Характер функционирования транспортных систем плазмалеммы и закономерности влияния на него экзогенных ксенобиотиков зависят и от других факторов среды, в частности температуры. Обнаруженные изменения свойств ионных каналов в условиях длительного воздействия повышенных температур (33 °C), вероятно, являются неспецифической реакцией растительной клетки на стрессовые воздействия (В.В. Демидчик, С.Н. Найдун, А.И. Соколик, В.М. Юрин). В условиях же длительного воздействия пониженных температур (4–5 °C) не наблюдается существенных функциональных модификаций свойств ион-транспортных систем плазмалеммы. При кратковременном снижении температуры происходит значительное уменьшение проводимости плазмалеммы при одновременном снижении ее K/Na -селективности. Установлено, что снижение температуры до 5 °C приводит к уменьшению величины биоэлектрической реакции клеток на действие прометрина и атразина (С.Н. Найдун, О.Г. Яковец).

Большое значение после аварии на ЧАЭС имеют для нашей республики вопросы, связанные с выявлением механизмов поступления в живые организмы радионуклидов. В рамках проводимых на кафедре исследований установлены особенности поступления радиоцезия и радиостронция в растение. Показано, что при нормальной обеспеченности макроэлементами радионуклиды поступают в корень по избирательному (калиевые каналы) и неизбирательному пути (ионная утечка), которые одинаково пропускают различные катионы. Значительную роль в процессе поступления радионуклидов играет слабо избирательный к двухвалентным катионам апопласт. Наибольшее влияние на скорость поступления радионуклидов (особенно цезия) оказывает состав среды, например, при дефиците калия основную роль в накоплении радиоцезия начинает играть метаболически обусловленный высокоспецифичный механизм поглощения катионов корнем, кото-

рый в этих условиях обеспечивает повышенный уровень радионуклида. При повышении уровня калия этот механизм ингибируется, что в основном и объясняет эффект «калиевой терапии» – внесения повышенных доз калийных удобрений на загрязненных радиоцезием почвах (А.И. Соколик, Г.Г. Филиппова). Показано, что оболочка клеток вносит существенный вклад в ход процесса поступления ^{137}Cs и ^{90}Sr в растительную клетку. При этом первичное распределение ^{137}Cs между клеточной стенкой и средой определяется в основном ионообменными процессами, аккумуляция же ^{90}Sr в целлюлозных оболочках клеток связана, кроме того, и с другими процессами. Наличие значительного количества радионуклидов в непосредственной близости к плазмалемме в виде пула, адсорбированного клеточной стенкой, препятствует его выходу из внутриклеточного содержимого (А.П. Кудряшов, В.М. Юрин).

Оптимальное соотношение необходимых элементов минерального питания наряду с другими факторами определяет нормальное функционирование фотосинтетического аппарата растений. В этой связи проведенное комплексное исследование фотосинтетического аппарата новых сортов ярового ячменя, районированных в Республике Беларусь (Л.В. Кахнович, Л.А. Ходоренко, Н.А. Якимович), позволило выявить взаимосвязь морфологических, биохимических, физиологических показателей фотосинтетического аппарата с биологической и хозяйственной продуктивностью и установить степень участия отдельных компонентов фотосинтетического аппарата в обеспечении его функционирования. Показано, что повышение продуктивности растений связано со сбалансированными изменениями фотосинтетического аппарата как на уровне мезоструктурной организации листа, так и на уровне фото- и биохимических процессов, направленных на поглощение световой энергии и ее реализацию.

Выявлен вклад изменений структуры и функции фотосинтетического аппарата растений на различных уровнях его организации в формировании биологического и хозяйственного урожая, что может быть исходным для разработки физиологических основ повышения продуктивности растений.

С учетом того факта, что триазиновые соединения проявляют большую фитотоксичность и могут блокировать поток электронов в электронтранспортной цепи фотосинтеза и у культурных растений, исследована ответная реакция фотосинтетического аппарата на действие гербицидов (прометрина, атразина, симазина). Установлено, что снижение фотохимической активности хлоропластов под действием производных симтриазинов связано с рядом факторов и в первую очередь с их действием на фотосистемы II, на акцепторной стороне которой имеются различные участки возможного ингибирования данными препаратами работы электрон-транспортной цепи фотосинтеза.

Полученные экспериментальные результаты могут служить теоретической основой для оптимизации минерального питания и повышения продуктивности растений, при разработке агрономелиоративных мероприятий по снижению поступления радионуклидов в растения, для целенаправленного синтеза высокоспецифических пестицидов, в процедурах скрининга химических соединений (ксенобиотиков) и в системах контроля загрязнения окружающей среды (вода, почва), а также установлены характеристики фотосинтетического аппарата, которые могут служить критериями для селекционеров при отборе продуктивных сельскохозяйственных растений.

Поступила в редакцию 24.05.2001.

УДК 581.9+582.28(476.1)

Ю.А. БИБИКОВ, В.Д. ПОЛИКСЕНОВА, А.И. СТЕФАНОВИЧ,
В.В. ЧЕРНИК, А.С. ШУКАНОВ

ФЛОРА И МИКОБИОТА МИНСКОЙ ОБЛАСТИ



Бибиков Юрий Александрович – кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники. Область научных интересов – флористика, интродукция и акклиматизация растений. Автор свыше 150 научных работ, в том числе коллективных монографий по флоре и учебников по цветоводству.

Поликсенова Валентина Дмитриевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующая кафедрой ботаники. Область научных интересов – фитопатогенные микромицеты и иммунитет растений к болезням. Автор более 100 научных и научно-методических публикаций, имеет четыре патента.

Стефанович Александр Игнатьевич – кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники. Область научных интересов – фитопатогенные микромицеты, водные гифомицеты, фитопланктон. Автор около 200 научных и методических работ.

Черник Владимир Владимирович – кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники. Область научных интересов – анатомо-морфологические исследования, биология цветения и плодоношения растений, флористика. Имеет свыше 60 печатных работ.

Шуканов Адам Семенович – профессор кафедры ботаники, кандидат биологических наук, заслуженный работник высшей школы. Известен работами по изучению видового состава и биологии пероноспоровых и мучнисторосяных грибов. Автор более 200 публикаций.

The results of long-term studies of the flora and mostly phytopathogenic mycobiota of Minsk region are presented. Overall 1500 species of plants, 655 genera and 130 families were found. About half of species appeared to be rare in Belarus, Minsk height, Minsk region and counties. Biodiversity of phytopathogenic fungi belonging to Peronosporales, Erysiphales, Uredinales and to some extent hyphomycetes and their host specificity was studied. Intraspecific differentiation of some economically important pathogens was analyzed. Extensive studies on aquatic hyphomycetes led to the description of 4 new species.

Исследование флоры и микобиоты Минской области является основой научной тематики кафедры ботаники с послевоенного времени. В 1960-е гг. изучалась юго-западная часть Белорусского Поозерья [1, 2 и др.]. В дальнейшем исследовалась флора Налибокской пущи – уникального лесного массива в западной части области [3 и др.]. В течение последних двадцати лет проводились планомерные пятилетние флористические и микологические исследования 15 районов. В 1981–1985 гг. изучалась флора и микобиота Мядельского, Вилейского, Молодечненского, Логойского и Минского районов. В 1986–1990 гг. исследования велись преимущественно в северо-восточных и восточных районах: Крупском, Борисовском, Березинском, Смолевичском, Червенском [4 и др.]. Южные и юго-восточные районы (Копыльский, Любанский, Слуцкий, Стародорожский, Пуховичский) являлись объектами плановых исследований в 1991–1995 гг. [5, 6 и др.].

В последнее пятилетие изучались флора и микобиота Минска и его окрестностей [7 и др.].

По остальным районам Минской области (Дзержинский, Воложинский, Столбцовский, Узденский, Несвижский, Клецкий, Солигорский) проводились неоднократные внеплановые флористические и микологические исследования, выполнялись дипломные работы студентов.

По обследованным районам области в целом впервые составлены флористические списки, при создании которых учитывались также материалы фундаментальных гербариев Беларуси (MSKU, MSK), России (LE, г. Санкт-Петербург) и Украины (LW, г. Львов; KW, г. Киев), данные литературы. Во флоре Минской области зарегистрировано 1552 дикорастущих, дичающих и заносных вида, а также около 150 видов культивируемых растений, встречающихся вне культуры. Десятью ведущими семействами флоры Минской области являются следующие: *Compositae*, *Gramineae*, *Rosaceae*, *Fabaceae*, *Cruciferae*, *Cyperaceae*, *Scrophulariaceae*, *Caryophyllaceae*, *Labiatae*, *Umbelliferae*.

В сем. *Compositae* зарегистрировано 206 видов из 75 родов. Охраняемыми являются *Arnica montana*, *Aster amellus*, *Senecio aquaticus*, *S. erucifolius*, *S. fluvialis*, *Petasites hybridus*, *Scorzonera glabra*, *Centaurea phrygia*. Редкие виды: *Bidens frondosa*, *Helianthus subcanescens*, *Filago minima*, *Xanthium albinum*, *Anthemis lithuanica*, *A. ruthenica*, *Pyrethrum parthenium*, *Artemisia herbotanum*, *A. austriaca*, *Carduus acanthoides*, *Cirsium x erucagineum*, *Picris hieracioides*, *P. rigida*, *Crepis biennis*, *Pilosella x glomerata*, *P. x melinomeles*, *P. x sciadophora* и др.

Во флоре Минской области сем. *Gramineae* представлено 144 видами из 66 родов. В Красную книгу занесены *Bromopsis benekenii*, *Festuca altissima*, *F. sabulosa*, *F. vaesiaca*. К группе редких относятся *Hordeum geniculatum*, *H. jubatum*, *Bromus arvensis*, *B. commutatus*, *B. squarrosus*, *Hierochloa australis*, *Phalaris canariensis*, *Beckmannia eruciformis*, *Catabrosa aquatica*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Eragrostis cilianensis*, *E. pilosa*, *Panicum capillare*, *Digitaria ischaemum*, *Sorghum technicum* и др.

В сем. *Rosaceae* зарегистрировано 112 видов из 29 родов. В Красной книге числятся *Aruncus vulgaris*, *Cotoneaster alaunicus*, *Rubus chamaemorus*, *Potentilla rupestris*, *Prunus spinosa*, *Fragaria moschata*, *F. viridis*. К категории редких видов можно отнести *Malus baccata*, *M. praecox*, *Potentilla supina*, *Sanguisorba officinalis*, *Rosa scherardii* и др.

Сем. *Fabaceae* представлено 84 видами из 24 родов. Различным режимам охраны подлежат *Genista germanica*, *Trifolium lupinaster*, *Onobrychis arenaria*, *Lathyrus montanus*, *L. pisiformis*, *L. laevigatus*. Редко встречающимися являются *Trigonella caerulea*, *Trifolium incarnatum*, *Caragana frutex*, некоторые виды родов *Medicago*, *Melilotus*, *Astragalus*, *Lathyrus* и др.

В сем. *Cruciferae* отмечен 81 вид из 43 родов. В Красную книгу занесены *Dentaria bulbifera*, *Lunaria rediviva*, *Thlaspi alpestre*. К редким относятся *Sisymbrium polymorphum*, *S. wolgense*, *Rorippa austriaca*, *Cardamine impatiens*, *Arabis gerardii*, *Camelina microcarpa*, *C. sativa* и др.

Сем. *Cyperaceae* во флоре Беларуси располагается по численности на четвертом месте. Во флоре Минской впереди него оказались сем. *Fabaceae* и *Cruciferae* преимущественно за счет заносных видов. Охраняемыми являются *Cladium mariscus*, *Carex buxbaumii*, *C. capillaris*, *C. davalliana*, *C. ornithopoda*, *C. pauciflora*, *C. paupercula*, *C. supina*, *C. umbrosa*. Редкие виды выявлены также в родах *Bolboschoenus*, *Blysmus*, *Baeothryon*, *Eleocharis*, *Cyperus*, *Rhynchospora*. Всего выявлено 79 видов из 11 родов.

В сем. *Scrophulariaceae* выявлено 64 вида из 16 родов. Различным режимам охраны подлежат *Pedicularis sceptrum-carolinum*, *P. sylvatica*, *Digitalis grandiflora*. Редкими для области и отдельных районов являются *Limosella aquatica*, *Verbascum lychnitis*, *Digitalis purpurea*, *Veronica agrestis*, *V. dillenii*, *V. opaca*, *V. persica*, *V. teucrium*, *Euphrasia rostkoviana*, *E. vernalis* и другие виды.

Сем. *Caryophyllaceae* представлено 61 видом из 23 родов. Охране подлежат *Cucubalus baccifer*, *Dianthus armeria*, *D. borbasii*, *D. superbus*, *Silene lithuanica*. К категории редких можно отнести *Stellaria uliginosa*, *Eremogone*

saxatilis, *Silene armeria*, *S. dichotoma*, *Melandrium dioicum*, *Gypsophila fastigiata*, *Dianthus arenarius* и др.

В сем. *Labiatae* отмечено 53 вида из 27 родов. Нуждаются в охране *Ajuga pyramidalis*, *Dracocephalum ruyschiana*, *Mellitis sarmatica*, *Salvia pratensis*, *Prunella grandiflora*. Около 10 видов являются редкими.

Сем. *Umbelliferae* также характеризуется разнообразием заносных видов. Всего выявлено 47 видов из 32 родов. Различным режимам охраны подлежат *Hydrocotyle vulgaris*, *Astrantia major*, *Pimpinella major*, *Siella erecta*, *Heraacleum spondylium*, *Laserpitium latifolium*. Выявлены также редкие виды в родах *Chaerophyllum*, *Anthriscus*, *Turgenia*, *Falcaria*, *Libanotis*, *Cnidium*, *Angelica* и др.

В составе ведущих семейств отмечен 931 вид высших сосудистых растений, что составляет больше половины видового состава флоры Минской области. Зарегистрировано также 148 видов, подлежащих различному режиму охраны, из них 116 видов включены в Красную книгу или являются исчезающими, что нередко требует дальнейшего подтверждения. В профилактической охране и рациональном использовании нуждаются 32 вида.

К категории редких и исчезающих видов отнесено больше половины выявленного видового состава (это редкие виды для Беларуси, Минской области, Минской возвышенности, отдельных районов). Среди них преобладают заносные виды.

Для сохранения редких и исчезающих видов на территории Минской области разработаны научные обоснования для организации серии ботанических заказников республиканского и областного значения, многие из которых утверждены.

Микологические исследования кафедры ботаники в основном сосредоточены на комплексном изучении микромицетов из пор. *Peronosporales*, *Erysiphales*, *Uredinales*, *Hyphomycetales* в естественных фитоценозах (в том числе и в антропогенно трансформированных) и искусственных растительных сообществах [8–17].

В результате исследований микобиоты Минской области идентифицировано 89 видов грибов пор. *Peronosporales*. Почти все отмеченные виды относятся к семейству *Peronosporaceae*. Весьма разнообразен круг питающих их растений – 129 видов, которые относятся к 94 родам и 27 семействам. Впервые для Беларуси отмечено поражение *Draba nemorosa* L. микромицетом *Peronospora draba* Geum., *Erophila verna* (L.) Bess. – *P. erophila* Geum., *Lathyrus vernus* (L.) Bernh. – *P. fulva* Sydow, *Viola tricolor* L. – *Bremia lactucae* Regel.

Чрезвычайно широкое распространение в условиях Беларуси имеют грибы пор. *Erysiphales*. Их мицелий в виде белого налета интенсивно развивается на поверхности листьев и других органов растений. Из этой группы микромицетов выявлено и идентифицировано 85 видов, относящихся к 10 родам. Преобладали виды родов *Erysiphe* и *Microsphaera*, составляя 23 % от общего количества выявленных мучнисторосяных грибов. Состав питающих растений, на которых паразитировали мучнисторосяные грибы, весьма разнообразен – 358 видов преимущественно травянистых растений. Наибольшее число видов растений-хозяев (63) принадлежит к сем. *Compositae*, от 27 до 33 видов – к сем. *Rosaceae*, *Fabaceae* и *Gramineae*.

Анализ распределения эризифовых грибов в естественных и урбанизированных растительных сообществах показал: в городских экосистемах поражается больше видов питающих растений и поражение их нередко более интенсивное. Это объясняется, с одной стороны, более богатым видовым составом растений за счет интродуцентов, с другой – влиянием неблагоприятных для растений факторов окружающей среды. Необходимо отметить, что в городах и поселках мучнисторосяные грибы нередко обильно

развиваются на многолетних зеленых насаждениях (клёны, карагана древо-видная, жимолость татарская, некоторые виды боярышника, тополя, сирени и др.). Накопление инфекции на древесно-кустарниковых растениях может привести к деградации ряда видов, используемых в зеленом строительстве. В связи с этим наиболее поражаемые из них целесообразно исключить из ассортимента. За время исследований в республике впервые отмечены *Phyllactinia guttata* (Wallr.: Fr.) Lev. на *Syringa vulgaris* L., *Sawadaea bicornis* (Wallr.: Fr.) Miyabe на *Aesculus hippocastanum* L., *Sphaerotheca ferruginea* (Schlecht.: Fr.) Junell на *Spiraea japonica* L., *Sph. morsucae* (Schw.) Berk. et Curt. на *Ribes alpinum* L., *Microsphaera jaczewskii* U. Braun на *Syringa villosa* Vahl., *M. penicillata* (Wallr.: Fr.) Lev. на *Ligustrum vulgare* L., *M. berberidis* (DC.) Lev. на *Mahonia aquifolium* Nutt., *Oidium* sp. на *Phyladelphus tenuifolius* Rupr. ex Maxim. и др.

В результате проведенных исследований выявлено 129 видов грибов из 14 родов пор. *Uredinales*. Более половины ржавчинных грибов (68 видов) относятся к роду *Puccinia*. Они паразитируют на 155 видах растений. Род *Uromyces*, второй по видовому разнообразию, представлен 20 видами на 39 видах питающих растений. Преобладали полноцикловые разнохозяйные и однохозяйные виды, а среди видов с неполным циклом развития – *Hemi*- и *Micro*-формы. Грибы пор. *Uredinales* поражали 246 видов преимущественно травянистых растений, относящихся к сем. *Gramineae*, *Compositae*, *Rosaceae*.

Развернуты исследования слабоизученной группы грибов из отдела *Deuteromycota*. Среди фитопатогенов идентифицировано 97 видов микромицетов, относящихся к 25 родам. Наиболее богаты по видовому составу роды *Ramularia* (16 видов) и *Alternaria* (12 видов).

Проведены широкие исследования малоизученной экологической группы водных гифомицетов. В итоге идентифицировано 58 видов водных грибов, 42 из которых отмечаются для республики впервые, а четыре вида описаны как новые для науки [11, 12]. Они депонированы в качестве типовых образцов в коллекциях микроорганизмов Чехии, Великобритании, США (BBA, CCV, IMI).

В результате исследования видового состава, распространения и экологии указанных групп грибов впервые в Беларуси составлены списки видов фитопатогенных микромицетов и водных сапротрофных гифомицетов, установлены их трофические связи и динамика развития. Созданы гербарий и коллекция чистых культур, которые используются для фундаментальных и прикладных исследований [13].

Отмечено, что фитопатогенные грибы, разнообразие которых напрямую связано с видовым составом высших растений, могут быть использованы для анализа динамики биоразнообразия исследуемой территории. В общей системе мониторинга могут быть использованы также сведения о видовом составе водных гифомицетов, который значительно богаче в неподвергшихся антропогенному воздействию водотоках с хорошей аэрацией и обилием субстрата. В загрязненных и эвтрофированных водотоках отмечена тенденция элиминации истинно водных тетрарадиальных видов.

Наряду с изучением видового разнообразия грибов большой интерес и практическое значение представляет экспериментальное исследование внутривидового полиморфизма [14, 15]. Многолетний мониторинг внутривидовой структуры *Cladosporium fulvum* Cke. по признаку вирулентности, агрессивности и патогенности показал, что вспышки развития этого гриба на *Lycopersicum esculentum* Mill. связаны с появлением рас с расширенным или новым спектром вирулентности. Так, в 1987–1989 гг. была зарегистрирована сложная раса 1.(2).3.4.9, а со второй половины 1990-х гг. в популяциях *C. fulvum* преобладают расы с четко проявляющимся геном вирулентности

2: 1.2.4 (50 % изолятов); 1.2.3.4 (25 %), 2.4 (20 %). Установлены элиминация расы 1.3.4 и отсутствие расы 5, широко распространенной в европейских странах на культуре томата. Подобная внутривидовая структура *C. fulvum* позволяет рекомендовать для использования в краткосрочных селекционных программах растения с геном устойчивости Cf5, в перспективных – Cf6, а также их сочетания, которые способны обеспечить иммунитет к патогену.

Идентификация изолятов *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Schl., которая проводится с 1982 г., показывает, что популяции гриба монотипны по вирулентности и представлены пока только расой 1. Вместе с тем они дифференцированы по морфофизиологическим признакам, в том числе и по наличию токсинов в продуктах метаболизма. На основе эффекта избирательного ингибирования мужского гаметофита томатов фитотоксичной фузариевой кислотой, продуцируемой *F. oxysporum*, совместно с НИЛ цитогенетики разработан метод отбора болезнеустойчивых форм, на который получено авторское свидетельство (С.Г. Пискун, В.Д. Поликсенова и др.).

В пределах вида *Botrytis cinerea* Pers. отсутствуют формы, специализированные по отношению к питающему растению, но выделены 3 морфофизиологические группы изолятов, определяющие жизненную стратегию этого микромицета: мицелиальная, спорулирующая и склероциальная. Тот факт, что среди выделенных изолятов доминируют высокопатогенные мицелиальные формы (48,5 %), необходимо учитывать при оценке растений на устойчивость к ботритиозу.

Разработанные на кафедре ботаники с учетом внутривидового разнообразия методы выявления болезнеустойчивых форм, чистые культуры определенных штаммов патогенов и ряд выделенных болезнеустойчивых линий используются в селекционных программах БелНИИ овощеводства и БСХА, а сотрудники кафедры являются соавторами 4 сортов овощных культур, на которые получены авторские свидетельства (В.Д. Поликсенова, А.К. Храмов).

Большой интерес как с теоретической, так и с практической точки зрения представляет исследование потенциальных возможностей грибов и их продуктов метаболизма для борьбы с патогенами. В этой связи показана возможность использования 3 штаммов грибов рода *Trichoderma* для подавления патогенов из рода *Botrytis* [16]. Поскольку в последнее время источниками новых веществ, имеющих значение для медицины и сельского хозяйства, становятся малоисследованные группы микроорганизмов, впервые проведено биотестирование водных гифомицетов. У 52 % изолятов установлена антибактериальная (16 видов) и антифунгальная (4 вида) активность. Полученные результаты позволяют рассматривать продукты некоторых изолятов водных гифомицетов (*Clavariopsis aquatica* VG-52, *Fusarium cavispermum* BBA 70579, *Tumularia aquatica* VG-146) в качестве потенциальных агентов биоконтроля [17].

Очерченный круг фундаментальных и прикладных исследований биоразнообразия флоры и микобиоты будет расширяться за счет разработки новых методических подходов, привлечения новых объектов и территорий.

1. Бібікаў Ю.А., Зубкевіч Г.І., Сауткіна Т.А. // Весці АН БССР. Сер. біял. навук. 1980. № 6. С. 20.

2. Биби́ков Ю.А. // Там же. 1982. № 1. С. 99.

3. Биби́ков Ю.А., Зубкевич Г.И., Сауткина Т.А. и др. Флора Налибокской пушчи. Мн., 1980.

4. Биби́ков Ю.А., Лазерко Л.И., Крутых Н.Н. // Весці АН БССР. Сер. біял. навук. 1986. № 1. С. 113.

5. Биби́ков Ю.А., Зубкевич Г.И., Сауткина Т.А. // Актуальные проблемы социальных, гуманитарных и естественных наук. Мн., 1996. Т. 1. С. 250.

6. Шуканов А.С., Черник В.В. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1996. № 3. С. 61.

7. Биби́ков Ю.А., Джус М.А., Зубкевич Г.И. и др. // Беловежская пуца на рубеже третьего тысячелетия: Материалы науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию со дня образования гос. заповедника "Беловежская пуца". Мн., 1999.

8. Шуканов А.С., Бибиков Ю.А., Гирилович И.С. и др. // Актуальные проблемы социально-гуманитарных и естественных наук. Мн., 1991. С. 157.
9. Гирилович И.С. // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Самохваловичи Минской обл., 1990.
10. Гирилович И.С., Лемеза Н.А., Шуканов А.С. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1993. № 3. С. 25.
11. Гулис В.И., Стефанович А.И. // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. 1998. № 3. С. 53.
12. Gulis V.I. // Mycotaxon. 1999. Vol. 72. P. 227.
13. Поликсенова В.Д., Гулис В.И., Гирилович И.С. // Микология и криптогамная ботаника в России: традиции и современность: Труды междунар. конф., посвящ. 100-летию организации исслед. по микологии и криптогамной ботанике в бот. ин-те им. В.Л. Комарова РАН. СПб., 2000. С. 230.
14. Поликсенова В.Д., Пискун С.Г. // Современные проблемы микологии, альгологии и фитопатологии: Сб. ст. М., 1998. С. 97.
15. Храмцов А.К., Купреенко Н.П., Шуканов А.С. и др. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1999. № 1. С. 49.
16. Храмцов А.К., Гулис В.И., Поликсенова В.Д. и др. // Микробиология и биотехнология на рубеже XXI столетия: Материалы междунар. конф. Минск, 1–2 июня 2000. Мн., 2000. С. 222.
17. Gulis V.I., Stephanovich A.I. // Mycol. Res. 1999. Vol. 103. № 1. P. 111.

Поступила в редакцию 12.06.2001.

УДК 591.556 : 595.752.2

С.В. БУГА, И.П. МОСКВИНА

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГИЛЬДИЙ ЭНТОМОФАГОВ ФОНОВЫХ ВИДОВ НАСТОЯЩИХ ТЛЕЙ (*Homoptera: Aphidoidea*)



Буга Сергей Владимирович – кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии. Основные направления научных исследований – изучение биологического разнообразия отдельных таксонов растительноядных членистоногих и их естественных врагов, выяснение региональных особенностей фауны, биологии и экологии этих животных, разработка биологического обоснования ограничения вредной деятельности членистоногих – вредителей интродуцированных и других культивируемых растений. Автор более 60 печатных работ, в том числе двух монографий и учебного пособия для вузов. Член Президиума совета Белорусского энтомологического научного общества.



Москвина Ирина Петровна – аспирант кафедры зоологии БГУ. Научный руководитель – С.В. Буга.

There are substantial differences in the structure of aphidophagous arthropod communities on aphids from various ecological and taxonomic group. The structure of the guilds of low-mobile predators and parasitoids on 6 aphid species superfamily *Aphidoidea* is discussed.

Настоящие тли (*Homoptera: Sternorrhyncha: Aphidoidea*) представляют собой обширную (более 400 видов в региональной фауне) группу сосущих насекомых-фитофагов. Многочисленные представители надсемейства являются вредителями сельскохозяйственных, лесных, лекарственных и декоративных культур [1]. Поэтому изучение данной группы насекомых имеет несомненное практическое значение. В ряде случаев тли представляют собой удобные модельные объекты для научных исследований различных аспектов биологии и экологии животных [2–4].

Большинство представителей группы характеризуется малой мобильностью, большую часть времени насекомые проводят с погруженными в ткани

растения-хозяина хоботками. Кроме того, значительную долю в популяциях составляют особи бескрылых морф. Мелкие размеры, мягкие покровы, отсутствие каких-либо защитных приспособлений у большинства видов делают тлей приемлемыми, а зачастую и предпочитаемыми кормовыми объектами для многих хищных членистоногих. Для пространственного распределения абсолютного большинства видов тлей характерна высокая степень агрегированности. Выраженная избирательность в локализации фитофагов на растении-хозяине и склонность к образованию агрегаций и колоний создают предпосылки для формирования относительно хорошо очерченных сообществ более или менее специализированных потребителей этих насекомых – гильдий маломобильных афидофагов.

Стремление к использованию в практике защиты растений биологических агентов борьбы с вредителями растений обусловило повышенное внимание к афидофагам. При этом, исходя из особенностей биоэкологии тлей, выделяются две основные тенденции в исследовании этой трофозоологической группы животных: 1) изучение видового состава и трофических связей энтомофагов отдельных систематических групп, например, кокциnellид или наездников-афидиид [5, 6]; 2) изучение населения членистоногих-афидофагов в условиях отдельных типов ценозов, главным образом агрофитоценозов [7, 8]. Основное внимание уделяется в первую очередь массовым видам энтомофагов как, предположительно, наиболее значимым с хозяйственной точки зрения. В результате остается неопределенным не только реальный вклад энтомофагов в ограничение популяционной численности тлей-вредителей культивируемых растений, но и собственно таксономический состав этих беспозвоночных. Альтернативой является целенаправленное изучение структурных особенностей сообществ энтомофагов отдельных видов тлей на конкретных растениях-хозяевах в определенных экологических условиях.

Данный подход предполагает сбор материала в первую очередь путем регистрации присутствующих в отдельных агрегациях (колониях) афидофагов. Он был предложен и успешно осуществлен Р.П. Ракаускасом [9–11] в отношении комплексов энтомофагов колониальных тлей плодово-ягодных культур в условиях Юго-Восточной Литвы. В случае неколониальных или диффузно размещающихся на растениях-хозяевах тлей с экологических позиций естественными единицами учета будут отдельные заселенные листовые пластинки, черешки, соцветия, участки сеголетнего прироста или аналогичные дискретные части кормового растения-хозяина из числа пригодных для заселения этими фитофагами. Количественно структуру соответствующих гильдий характеризуют показатели встречаемости и относительной плотности тех или иных энтомофагов и их эколого-систематических групп [12].

Изучение отдельных аспектов структурных особенностей гильдий маломобильных энтомофагов настоящих тлей проводилось нами с 1985 г. С внедрением в повседневную практику научно-исследовательской деятельности персональных компьютеров наиболее приемлемой формой регистрации и аккумуляции первичных сведений стало ведение компьютерных баз данных. Первый вариант соответствующего приложения СУБД был разработан с участием В.А. Каминского в 1997 г., тогда же были опубликованы первые результаты компьютерного анализа структуры гильдий афидофагов [13]. С тех пор приложение неоднократно дополнялось и модернизировалось. В настоящее время база данных содержит более 20 тысяч записей и иных единиц учета для аналогичного числа колоний, исследовавшихся на предмет присутствия энтомофагов. Основная часть регистраций выполнена авторами настоящей статьи. Кроме того, учтены не столь обширные данные, собранные в свое время В.А. Каминским и В.Е. Яриго. Для ряда фоно-

вых в условиях Беларуси видов настоящих тлей объем накопленных данных таков, что представляется возможным сделать некоторые заключения об отдельных структурных особенностях соответствующих гильдий афидофагов.

Как показали проведенные исследования, размах варьирования общего уровня встречаемости энтомофагов в колониях (P_G) весьма значителен (от 2,75 до 30,94 %) (таблица). Минимален этот показатель для розанно-злаковой тли (*Metopolophium dirrhodum*), а также позднего спиральногаллового пемфига (*Pemphigus spyrothecae*) из числа настоящих галлообразователей семейства *Pemphigidae*. Круг регистрируемых в галлах последнего вида энтомофагов весьма ограничен. Это личинки клопов-антокорид, сетчатокрылых (*Chrysopidae* и *Hemerobiidae*), мух-сирфид. При этом лишь клопы *Anthocoris confusus* Reut. являются специализированными обитателями нераскрывшихся галлов, тогда как личинки сетчатокрылых проникают в уже утратившие герметичность созревающие галлы.

Структура гильдий маломобильных энтомофагов фоновых видов настоящих тлей, выраженная через их встречаемость (P, %) и относительную плотность (D, %) в колониях

Таксоны	Тли											
	1		2		3		4		5		6	
	P, %	D, %	P, %	D, %	P, %	D, %	P, %	D, %	P, %	D, %	P, %	D, %
<i>Acari</i>	—	—	0,31	0,41	—	—	0,11	0,23	2,06	5,78	—	—
<i>Aranei</i>	—	—	0,22	0,22	4,67	4,67	0,80	0,80	0,34	0,34	1,37	1,37
<i>Forficulidae</i>	—	—	0,03	0,03	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Anthocoridae</i>	3,85	5,25	0,41	0,41	0,93	0,93	1,37	1,37	0,37	0,37	—	—
<i>Miridae</i>	—	—	0,60	0,64	0,70	0,70	0,57	0,57	0,12	0,12	—	—
<i>Chrysopidae</i>	0,23	0,23	1,03	1,05	0,23	0,23	0,46	0,57	0,31	0,31	—	—
<i>Hemerobiidae</i>	0,12	0,12	0,45	0,45	—	—	0,80	0,80	0,58	0,77	0,17	0,17
<i>Carabidae</i>	—	—	—	—	0,23	0,23	—	—	—	—	—	—
<i>Sylphidae</i>	—	—	0,02	0,02	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Staphylinidae</i>	—	—	0,12	0,12	0,47	0,47	—	—	—	—	—	—
<i>Elateridae</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	0,03	0,03	—	—
<i>Cantharidae</i>	—	—	0,31	0,31	—	—	0,23	0,23	0,09	0,12	—	—
<i>Coccinellidae</i>	—	—	2,86	3,03	5,14	5,14	10,73	16,90	1,66	1,75	0,52	0,52
<i>Anthicidae</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	0,03	0,03	—	—
<i>Chamaemyiidae</i>	—	—	0,65	1,03	—	—	1,48	2,51	4,80	6,71	—	—
<i>Cecidomyiidae</i>	—	—	5,31	10,20	—	—	0,57	1,37	8,71	22,02	0,17	0,17
<i>Syrphidae</i>	1,52	1,52	8,34	10,54	1,64	1,64	12,79	15,98	5,78	6,71	0,34	0,34
<i>Aphelinidae</i> (имаго)	—	—	—	—	—	—	2,40	3,08	0,18	0,18	—	—
<i>Hymenoptera</i> (мумии)	0,12	0,12	—	—	13,32	18,46	3,77	7,08	8,06	18,55	0,17	0,34
Общая встречаемость (P_G)	5,72	—	18,40	—	29,44	—	30,94	—	26,95	—	2,75	—
Общее обилие (D_G)	—	7,23	—	28,48	—	32,48	—	51,48	—	63,80	—	2,92
Число колоний (N)	857		5 804		428		876		3 251		582	

Примечание. 1. *Pemphigus spyrothecae* Pass. (*Pemphigidae*) – галловая форма; колонии на тополе пирамидальном (*Populus nigra* L. 'Italica').

2. *Anoecia corni* F. (*Anoeciidae*) – листопобеговая форма; колонии на первичных растениях-хозяевах – деревьях и сивдинах (*Cornus* spp.).

3. *Schizolachnus pineti* F. (*Lachnidae*) – листовая (хвоевая) форма; колонии на сосне обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.).

4. *Rhopalosiphum padi* F. (*Aphididae*) – листопобеговая форма; колонии на первичном растении-хозяине – черемухе обыкновенной (*Padus racemosa* (Lam.) Gilib.).

5. *Hyalopterus pruni* Geoffr. (*Aphididae*) – листопобеговая форма; колонии на первичных растениях-хозяевах – терне, сливе, алыче (*Prunus* spp.) и вторичном растении-хозяине – тростнике обыкновенном (*Phragmites australis* (Can.) Trin. ex Steud.).

6. *Metopolophium dirrhodum* Walk. (*Aphididae*) – листовая форма; колонии на первичных растениях-хозяевах – розах, шиповниках (*Rosa* spp.).

Низкий уровень встречаемости энтомофагов и столь же низкий уровень обилия для тли *M. dirrhodum* относится к осеннему периоду ремиграции данного вида на первичные кормовые растения, когда он зачастую становится не только фоновым, но и массовым. Поздние сроки ремиграции фак-

тически «устраняют» из состава гильдии относительно теплолюбивые формы энтомофагов, которые в данный период уже неактивны. Таким образом, популяции данного вида испытывают ограничивающее влияние афидофагов на уровне, не превышающем таковой хорошо защищенных галлоформирующих тлей.

Для других листовых и листопобеговых (меристемофильных) форм из числа фоновых видов настоящих тлей энтомофаги присутствовали примерно в 20–30 % колоний, причем были представлены практически все эколого-систематические группы. Максимальный ($P_G=30,94\%$) уровень встречаемости энтомофагов был свойствен черемухово-злаковой тле (*Rhopalosiphum padi*). Сопоставление таксономической структуры исследованных гильдий энтомофагов тлей разных экологических групп указывает на существование определенных различий в их составе. Отличия существуют также в структуре сообществ энтомофагов отдельных видов тлей на первичных и вторичных растениях-хозяевах. Зачастую имеет место также смена видового состава афидофагов одной таксономической группы. Примером могут служить гильдии энтомофагов сливово-тростниковой тли: на сливах, алыче, терне (первичные растения-хозяева) среди кокцинеллид (*Coccinellidae*) абсолютно доминирует двуточечная коровка, тогда как на тростнике обыкновенном (вторичное растение-хозяин) ее замещают пятиточечная, тринадцатиточечная и девятнадцатиточечная.

Анализ полученных результатов дает основания констатировать, что, несмотря на высокий уровень олиго- и полифагии, свойственный большинству афидофагов, имеют место существенные различия в составе сообществ, а также в уровне встречаемости энтомофагов отдельных фоновых в условиях Беларуси представителей надсемейства *Aphidoidea*.

Для большинства видов тлей весьма характерной является нестабильность популяционной динамики, размах колебаний численности особей отдельно взятых популяций достигает 10^9 , т. е. миллиарды раз [14]. Это обстоятельство, несомненно, должно определять серьезные затруднения с обеспечением стабильной кормовой базы у специализированных афидофагов. Напротив, малоспециализированные формы имеют возможность оперативно переключаться на более многочисленные виды жертв и не испытывать однозначного лимитирующего воздействия недостатка кормовых ресурсов. Как результат, высокоспециализированные формы среди афидофагов редки. В качестве исключения может быть упомянут «классический» объект для биометода – *Aphelinus mali* Halid. – специализированный паразит кровяной тли [15]. При этом популяционная динамика этого вида тлей отличается сравнительно высокой стабильностью, что подтверждается длительным существованием очагов вредителя в отсутствие каких-либо мероприятий по борьбе с ним.

В то же время далеко не все виды афидофагов отличаются выраженной эврибионтностью. В пределах отдельных таксономических групп этих животных может достаточно четко проявляться тенденция к экологической специализации в выборе местообитаний. Все эти обстоятельства, очевидно, и оказывают существенное влияние на наблюдаемую структуру гильдий энтомофагов фоновых в наших условиях видов тлей.

1. Шапошников Г.Х. // Систематика и экология тлей – вредителей растений. Рига, 1983. С. 4.
2. Смирнов Е.С. // Журн. общ. биологии. 1961. Т. 22. Вып. 3. С. 164.
3. Шапошников Г.Х. // Энтомол. обзор. 1965. Т. 44. Вып. 1. С. 3.
4. Заславский В.А. Фотопериодический и температурный контроль развития насекомых. М., 1984. С. 180.
5. Савойская Г.И. Кокцинеллиды: систематика, применение в борьбе с вредителями сельского хозяйства. Алма-Ата, 1983. С. 248.
6. Stary P. Biology of aphid parasites (*Hym.*, *Aphidiidae*) with respect to integrated control. Hague, 1970. P. 643.
7. Биоценоз пшеничного поля. М., 1986. С. 126.

8. Энтомофаги вредителей сада, овощных культур и картофеля. Мн., 1978. С. 192.
9. Ракаускас Р.П. // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Кишинев, 1983. С. 21.
10. Ракаускас Р.П. // Acta entomol. lituanica. 1985. Т. 8. С. 58.
11. Rakauskas R. Biosystematic studies of Lithuanian aphids (*Hemiptera*, *Sternorrhyncha*: *Aphididae*): Research report for habilitation. Vilnius, 2000. P. 105.
12. Krebs Ch.J. Ecological methodology. Menlo Park, e.a., 1998. P. 620.
13. Buga S.V., Kaminsky V.A. // The fifth international aphidological symposium: abstracts. Leon, 1997. P. 91.
14. Dixon A.F.G. Aphid ecology. Glasgow; London, 1985.
15. Коппел Х., Мертинс Дж. Биологическое подавление вредных насекомых. М., 1980.

Поступила в редакцию 24.05.2001.

УДК 577.121:[615.3+632.95+547]

В.В. СЕНЧУК

БИОХИМИЯ РАКА ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ



Сенчук Вадим Валентинович – кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой биохимии, руководитель НИЛ биохимии обмена веществ при кафедре биохимии. В область научных интересов входят проблемы ксенобиохимии, молекулярной онкологии, биохимической фармакологии. Автор около 100 научных публикаций.

The purpose of the study was to investigate the main biochemical markers of thyroid follicular cells (cytoskeletal and contractile proteins, Cu/Zn- and Mn-superoxide dismutases, thyroid peroxidase, catalase, GSH-reductase, thyroglobulin) in the histologically classified thyroid glands from patients with benign adenoma, papillary carcinoma and in normal tissue. The role of the human thyroid peroxidase in xenobiochemistry and chemical injury of the thyroid was also examined. Based on the results of the study proposed mechanisms of thyroid carcinogenesis, the biochemical abnormalities of thyroid tumors and their diagnostic value are discussed.

Рак щитовидной железы составляет менее 1 % всех выявляемых ежегодно случаев рака, но за время после катастрофы на Чернобыльской АЭС в Беларуси зарегистрирован значительный рост заболеваемости населения злокачественными опухолями щитовидной железы, достигший в конце 1990-х гг. около 11/100 000 человек у взрослых и 3,5/100 000 человек у детей и подростков [1]. Крайнюю обеспокоенность вызывает постоянный рост и чрезвычайно высокая распространенность в мире нераковых заболеваний щитовидной железы, а также потенциальная возможность их малигнизации [2]. Следовательно, выяснение биохимических особенностей злокачественных опухолей щитовидной железы и возможных механизмов ее канцерогенеза является актуальной задачей. Вместе с тем биохимия рака человека до настоящего времени исследована явно недостаточно.

Тиреоид-пероксидаза, супероксид-дисмутаза, каталаза, глутатион-редуктаза и тиреоглобулин являются важнейшими белками и дифференцировочными маркерами фолликулярных клеток щитовидной железы, определяющими такие ключевые биологические функции, как йодирование, биосинтез тиреоидных гормонов и защиту от активных форм кислорода [3]. Они вовлечены в формирование аутоиммунных и метаболических нарушений щитовидной железы [1–3]. Актин как основной компонент сократительных систем, выполняя уникальную роль в разнообразных проявлениях жизнедеятельности [4], претерпевает радикальное изменение структурно-функциональных свойств при злокачественном росте в эксперименте [5]. Эффективность взаимодействия актина с миозином и белками цитоскелета в значительной степени определяет формирование цитоскелетных и сократительных комплексов тиреоцитов, реализующих транспортные процессы в биосинтезе тиреоидных гормонов [2–4].

В связи с этим нами предполагалось установить биохимические аномалии в образцах папиллярного рака щитовидной железы по сравнению с аденомой и нормальной тканью в отношении локализации и активности тиреоид-пероксидазы, каталазы, супероксид-дисмутазы, глутатион-редуктазы, состояния актиновых микрофиламентов, белков цитоскелета, актомиозиновых сократительных комплексов, а также содержания тиреоглобулина, изоформ актина и миозина.

В образцах папиллярного рака, особенно в ядерной и микросомальной фракциях, активность тиреоид-пероксидазы понижена и составляет около 1/3 от активности тиреоид-пероксидазы в нормальной ткани [6, 7]. Установлено, что синтезируемая в клетках папиллярного рака тиреоид-пероксидаза представляет собой гликозилированный гемопротейн с $M_r \sim 100$ кДа и способна встраиваться во внутриклеточные мембраны. Напротив, активность каталазы, глутатион-редуктазы, супероксид-дисмутазы и отношение митохондриальной супероксид-дисмутазы (Mn-SOD) к цитоплазматической супероксид-дисмутазе (Cu/Zn-SOD) значительно выше в папиллярной карциноме, чем в нормальной щитовидной железе. Внутриклеточная локализация этих ферментов резко отличается в злокачественных клетках по сравнению с нормой: в злокачественных клетках тиреоид-пероксидаза доминирует в цитозоле, а супероксид-дисмутаза – в митохондриях, тогда как в клетках аденомы и нормальных желез основная часть тиреоид-пероксидазы локализована в перинуклеарных мембранах ядерной фракции.

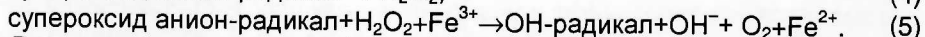
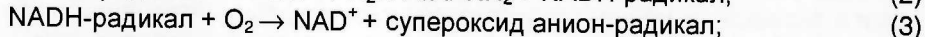
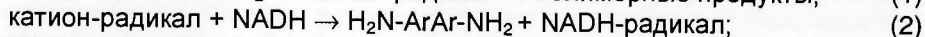
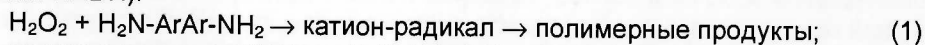
Установлено, что содержание тиреоглобулина в клетках злокачественной опухоли в $\sim 1,5$ раза ниже, чем в нормальной ткани, а общее содержание актина, отношение [актин]/[тиреоглобулин] и отношение немышечных изоформ актина – $[\beta\text{-актин}]/[\gamma\text{-актин}]$ – существенно повышены в папиллярной карциноме щитовидной железы [7]. В клетках папиллярного рака щитовидной железы более чем в 2 раза усилена экспрессия гена немышечного β -актина. Установлено, что в них экспрессируется миозин с $M_r \sim 500$ кДа, состоящий из трех пар немышечных изоформ субъединиц с $M_r \sim 200$ кДа, 20 и 17 кДа, способный формировать функционально активные сократительные комплексы с фибриллярным актином. Равновесие между полимерной и мономерной формами актина в опухолях сдвигается в сторону накопления фибриллярного актина, в то время как в нормальной ткани преобладает глобулярный актин. Организация цитоскелета также изменяется в злокачественных опухолях: содержание актина и тубулина увеличивается в $\sim 1,7$ и $1,4$ раза соответственно; в $1,6$ раза возрастает количество миозина, ассоциированного с цитоскелетом. Все эти данные свидетельствуют о радикальной реорганизации сети актиновых микрофиламентов цитоскелета и сократительных комплексов в злокачественных клетках щитовидной железы и изменении их морфо-функциональных характеристик в направлении деспециализации и дедифференцировки. Наши исследования показывают, что значения большинства исследованных биохимических параметров в клетках аденомы оказались очень близкими в сравнении с таковыми в нормальной щитовидной железе. При этом информативность большинства исследованных биохимических показателей достаточно высока и лежит в диапазоне 75–90 % при сравнении папиллярного рака и нормы, а для рака и аденомы в ряде случаев достигает 70–80 %.

В изучении механизмов канцерогенеза щитовидной железы у людей особое место традиционно отводится радиационно-индуцированным мутациям онкогенов [8]. Вместе с тем эпидемиологические и экспериментальные исследования показывают тиреотоксичность, а часто и канцерогенность разнообразных ксенобиотиков – сульфонамидов, полигалогенированных углеводов, нитрозаминов, производных резорцина, тиомочевины и др. [9, 10]. Однако в большинстве случаев ксенобиохимия щитовидной железы, детальные пути биотрансформации ксенобиотиков в тиреоцитах, механиз-

мы токсического и канцерогенного действия не установлены. На основании результатов собственных исследований и данных литературы предлагается новый взгляд на канцерогенез щитовидной железы, согласно которому центральная роль в метаболизме ксенобиотиков и в проявлении их генотоксичности в тиреоцитах принадлежит тиреоид-пероксидазе щитовидной железы человека. Особое внимание к тиреоид-пероксидазе обусловлено тем, что она является гемопротеином и участвует в реакциях H_2O_2 -зависимой активации йодида и в биосинтезе тиреоидных гормонов [3, 11]. Гемопротеины (истинные пероксидазы и псевдопероксидазы) часто обладают широкой субстратной специфичностью в пероксидазных реакциях и вносят существенный вклад в реализацию канцерогенного потенциала ксенобиотиков [12]. В связи с этим мы предположили возможность участия тиреоид-пероксидазы человека в реакциях окисления ксенобиотиков по пероксидазному механизму с образованием генотоксичных продуктов, способных ковалентно модифицировать белки и ДНК, приводя в конечном итоге к малигнизации тиреоцитов.

Экспериментально доказано, что тиреоид-пероксидаза человека обладает широкой субстратной специфичностью и способна окислять фенолы (фенол, *о*-, *м*-, *п*-диоксибензолы), ариламины (анилин, *о*-, *м*-, *п*-фенилендиамины), аминоксифенилы (бензидин, 3,3'-диметилбензидин, 3,3'-диметоксибензидин, 3,3',5,5'-тетраметилбензидин), различающиеся токсичностью и канцерогенным потенциалом [13, 14]. Установлено, что биотрансформация ариламинов и фенолов представляет собой сложную совокупность многостадийных процессов. Схема поэтапного пероксидазного окисления 1,2- и 1,4-диоксибензолов предполагает образование соответствующих хинонов и семихиноновых радикалов, а при окислении 1,3-диоксибензола появляются центрированные радикалы и продукты их димеризации. Еще более сложен процесс окисления фенола, который включает образование феноксильного радикала, реакции диспропорционирования и рекомбинации с преимущественным накоплением *п,п'*-(СС)-дифенола и *п,п'*-(СС)-фенохинона, а также продуктов их дальнейшего окисления и полимеризации. Пероксидазное окисление аминоксифенилов сопровождается образованием соответствующих катион-радикалов, комплексов с переносом заряда, дииминов, диимин-монокатионов. Реакционная способность этих интермедиатов падает при наличии заместителей (метильных и метоксильных групп) по 3-, 3'-, 5- и 5'-положениям ароматических структур. Показано, что мутагенный фенол, сильный канцероген бензидин, умеренные канцерогены 3,3'-диметоксибензидин и 3,3'-диметилбензидин [15] в реакции пероксидазного окисления, катализируемого тиреоид-пероксидазой человека, образуют генотоксичные продукты, ковалентно модифицирующие ДНК с образованием поперечносшитых гетерополимеров. Продукты пероксидазного окисления фенола, бензидина, 3,3'-диметоксибензидина и 3,3'-диметилбензидина ковалентно связываются по аминокислотным остаткам тиреоглобулина, который является матрицей для синтеза тиреоидных гормонов [3, 11]. В результате молекулы тиреоглобулина могут необратимо агрегировать и утрачивать биохимические функции. При пероксидажном окислении этих ксенобиотиков происходит модификация и необратимая инактивация актина, миозина, актомиозиновых сократительных комплексов, белков цитоскелета. Другие ариламины и фенолы, не обладающие канцерогенностью [15], в отношении повреждений ДНК и белков оказались неэффективны. В ходе реакции пероксидазного окисления фенола, резорцина, бензидина тиреоид-пероксидаза человека подвергается ковалентной аутомодификации продуктами окисления и инактивации, что может приводить к подавлению процессов йодирования и синтеза тиреоидных гормонов в присутствии ксенобиотиков. Пероксидазное окисление ариламинов, аминоксифенилов и фенолов зависит от присутствия NADH и NADPH, которые принимают участие в формировании особого

цикла биохимических реакций (на примере окисления бензидина в присутствии NADH):



В этом цикле сочетаются ферментативные реакции, катализируемые тиреоид-пероксидазой (реакция 1), и последующие неферментативные реакции, сопровождающиеся генерацией супероксид анион-радикала (реакция 3), регенерацией ксенобиотика (реакция 2), окислением восстановителей (реакции 2 и 3) с предотвращением глубокого окисления ксенобиотиков до истощения NADH и NADPH. В этой системе супероксид при участии супероксид-дисмутазы или спонтанно диспропорционирует в пероксид водорода (реакция 4), а в присутствии H_2O_2 и каталитических количеств Fe^{3+} неизбежно ведет к появлению ОН-радикала по реакции Хабера–Вейсса (реакция 5). Действительно, до завершения сопряженного окисления NADH или NADPH свободнорадикальные продукты реакций (в основном ОН-радикал) вызывают одноцепочечные разрывы ДНК и, следовательно, обладают мутагенной активностью, что, как предполагают, может лежать в основе злокачественной трансформации клеток [16]. Вполне вероятно, что подобный циклический процесс может реализоваться в присутствии аскорбата и GSH, как это показано в опытах по окислению фенола и ряда ариламинов при участии пероксидазы из хрена и глутатион-пероксидазы [17, 18]. Таким образом, ключевую роль в процессах биотрансформации ксенобиотиков в тиреоцитах приобретает состояние систем детоксикации активных форм кислорода, регенерации NADH, NADPH, GSH, аскорбата, которые легко подвергаются истощению в условиях окислительного стресса [19].

Для понимания ксенобиохимии щитовидной железы не менее важным представляется и то обстоятельство, что тиреоид-пероксидаза человека может выступать в качестве специфической мишени для антитиреоидных ксенобиотиков, содержащих в своей структуре фрагмент тиомочевины [9, 20]. Ингибирование активности фермента приводит к компенсаторной гиперпродукции тиреотропного гормона и к гиперплазии щитовидной железы, существенно повышая вероятность злокачественной трансформации тиреоцитов [3, 20]. Синтетические и природные фенольные антиоксиданты (кверцетин, рутин, морин), по-видимому, способны эффективно вмешиваться в биосинтез тиреоидных гормонов, подавляя пероксидазную реакцию активации йодида и йодирование тиреоглобулина, катализируемых тиреоид-пероксидазой человека. Анализ механизма ингибирующего действия фенольных соединений свидетельствует как о возможности прямой конкуренции ингибиторов за связывание с активным центром фермента, так и об их способности эффективно дезактивировать йодирующие интермедиаты [21, 23].

Таким образом, эффективное участие тиреоид-пероксидазы в реакциях биотрансформации ксенобиотиков в качестве генератора генотоксичных соединений и мишени для поступающих в организм ксенобиотиков может иметь весьма критическое патобиохимическое значение в канцерогенезе щитовидной железы. Тиреоид-пероксидаза занимает центральную роль не только в биохимии и ксенобиохимии нормальных тиреоцитов, но и в биохимии папиллярного рака щитовидной железы человека. Это выражается в радикальном изменении активности и локализации тиреоид-пероксидазы, а также вспомогательных белков и ферментов в клетках папиллярного рака в направлении деспециализации и дедифференцировки. Результаты работы демонстрируют корреляцию между гистологическими и биохимическими характеристиками папиллярного рака щитовидной железы, показывают пер-

спективную диагностическую ценность анализа тиреоглобулина, тиреопероксидазы, супероксид-дисмутаза, изоформ актина для получения полезной информации о патобиохимических особенностях папиллярного рака щитовидной железы и создают основу для практического применения этих биохимических маркеров в дифференциальной диагностике клеток папиллярного рака щитовидной железы человека в сравнении как с нормальными тироцитами, так и клетками аденомы.

1. Демидчик Е.П., Сидоров Ю.Д., Дубовская Е.П. и др. // Клиническая онкология: Сб. науч. работ / Под ред. Ю.Е. Демидчика. Мн., 1999. С. 24.
2. Braverman L.E., Repetoff S. Clinical and molecular diseases of the thyroid. Bethesda, 1994.
3. McLachlan S.M., Rapoport B. // Endocr. Rev. 1992. Vol. 13. № 2. P. 192.
4. Isenberg G. Cytoskeletal proteins. Springer, 1995.
5. Сенчук В.В. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1996. № 1. С. 43.
6. Он же // Достижения современной биологии и биологическое образование: Тр. науч. конф., посвящ. 75-летию биол. фак. БГУ. Мн., 1997. С. 207.
7. Он же // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1996. № 3. С. 42.
8. Farid N., Shi Y., Zou M. // Endocr. Rev. 1994. Vol. 15. № 2. P. 202.
9. Capen C. // Progr. Clin. Biol. Res. 1994. Vol. 387. P. 173.
10. Divi R., Doerge D. // Biochemistry. 1994. Vol. 33. № 32. P. 9668.
11. Щитовидная железа. Фундаментальные аспекты / Под ред. А.И. Кубарко, С. Ямашита. Мн.; Нагасаки, 1998.
12. Саундерс Б.К. Неорганическая биохимия. М., 1978. С. 434.
13. Сенчук В.В. // Материалы междунар. науч. конф. Гродно, 2000. С. 190.
14. Гринцевич Е.Э., Сенчук В.В., Пучкаев А.В., Метелица Д.И. // Биохимия. 2000. Т. 65 (8). С. 1088.
15. Канцерогенные вещества: Справ. М., 1987.
16. Сейц И.Ф., Князев П.Г. Молекулярная онкология. М., 1986.
17. O'Brien P. // Free Radicals in Biology / W. Pryor (Ed.). 1984. Vol. 6. P. 314.
18. Galati G., Moridani M.Y., Chan T.S., O'Brien P.J. // Free Radic. Biol. Med. 2001. Vol. 30. № 4. P. 370.
19. Davies K. // Biochem. Soc. Symp. 1995. Vol. 61. P. 1.
20. Cooper D.S. // New Engl. Med. 1984. Vol. 311. P. 1353.
21. Гринцевич Е.Э., Сенчук В.В., Пучкаев А.В. и др. // Биоорганическая химия. 2000. Т. 26. № 11. С. 825.
23. Сенчук В.В., Сергеев Г.В., Ледак Е.А. // Сборник статей региональной научной конференции. Мн., 2001.

Поступила в редакцию 24.05.2001.

УДК 612.55:577.151.03.042

Д.Б. САНДАКОВ, А.В. ГУРИН, В.Н. ГУРИН

БЕЛКИ ОСТРОЙ ФАЗЫ КАК ВЕРОЯТНЫЕ РЕГУЛЯТОРЫ ЛИХОРАДОЧНОЙ РЕАКЦИИ



Сандаков Дмитрий Борисович – кандидат биологических наук, ассистент кафедры физиологии человека и животных. Специалист в области нервных и гуморальных механизмов воспаления и лихорадочной реакции. Автор 22 научных публикаций.

Гурин Александр Валерьевич – доктор биологических наук, старший научный сотрудник Института физиологии НАН Беларуси. Специалист в области физиологии функциональных систем и стресса. Автор 60 научных публикаций.

Гурин Валерий Николаевич – доктор медицинских наук, профессор, академик НАН Беларуси, заведующий кафедрой физиологии человека и животных. Специалист в области физиологии функциональных систем, механизмов регуляции температурного гомеостаза. Автор 350 научных статей, пяти монографий и четырех изобретений.

It suggested that acute phase proteins (APP) are not only nonspecific tissue protectors, but also regulators of febrile response. The experimental verification of this hypothesis demonstrated: (1) APP α_1 -antitrypsin (α AT) and α_2 -macroglobulin (α MG) elevate body temperature in mice, rats and rabbits; (2) α MG attenuates body temperature responses to endotoxin; (3) Hyperthermia produced by α_1 -antitrypsin or α_2 -macroglobulin is followed by an increased blood level of interleukin-6; (4) Antipyretic effect of α MG is accompanied by an elevation of tumor necrosis factor activity in blood; (5) APP α AT and α MG stimulate production of interleukin-6 and tumor necrosis factor by blood mononuclear cells *in vitro*.

Проникновение в организм микроорганизмов, чужеродных веществ, а также повреждение тканей приводят к развитию комплекса защитных реакций. Совокупность этих стресс-реакций, развивающихся в первые часы после действия повреждающего агента, носит название «острофазный ответ организма» (ООО). ООО включает лихорадку (регулируемое повышение температуры тела), адаптационные изменения поведения (снижение потребления пищи, уменьшение двигательной активности, увеличение продолжительности сна и т. п.), активацию синтеза в печени ряда белков, так называемых белков острой фазы (БОФ) [1, 2]. В результате многочисленных исследований было показано, что одним из основных механизмов запуска острофазного ответа является активация каскада цитокинов, который включает образование интерлейкина (ИЛ)-1, ИЛ-6, фактора некроза опухоли (ФНО) [2].

К БОФ относятся более 30 разнообразных белков, многие из которых являются ингибиторами протеиназ широкого спектра действия, – α_1 -анти трипсин (α AT), α_2 -макроглобулин (α МГ), α_2 -антиплазмин, антитромбин III и др. [3]. При инфекции, воспалении происходит повышение уровня БОФ в крови: концентрация α AT увеличивается в 2–4 раза, уровень α МГ возрастает более чем в 100 раз [4]. Принято считать, что функцией этих белков является защита тканей от повреждающего действия протеолитических ферментов, выделяющихся из разрушенных клеток организма, а также бактериальных протеиназ. В течение последних лет накоплены данные, которые свидетельствуют о том, что эти ингибиторы участвуют в механизмах регуляции физиологических функций в условиях инфекции, эндотоксического шока. Показано, что синтетические ингибиторы протеиназ оказывают влияние на температуру тела у крыс и кроликов [5]. Установлено, что α AT и α МГ снижают смертность животных при эндотоксическом шоке; защитный эффект α AT объясняется угнетением продукции ФНО, а α МГ – торможением активации фактора Хагемана [6, 7].

При анализе имеющихся в литературе сведений нами была высказана гипотеза о том, что БОФ не только являются неспецифическими протекторами, но и принимают участие в механизмах регуляции лихорадочной реакции [8, 9]. В результате экспериментальной проверки предложенной гипотезы установлены следующие факты.

1. α AT и α МГ оказывают влияние на температуру тела у интактных животных. Опыты на мышах показали, что введение в кровоток α AT или α МГ приводит к развитию непродолжительной (1–3 ч) гипертермии. Максимальный подъем температуры тела животных после внутривенной инъекции α AT (25 мг/кг) или α МГ (25 мг/кг) составил 0,58 °C ($P < 0,05$) и 0,76 °C ($P < 0,01$) соответственно. Аналогичный эффект наблюдался при внутривенном введении α AT крысам [10].

Таким образом, было установлено, что повышение содержания БОФ α АТ и α МГ в крови может приводить к повышению температуры тела у разных видов животных.

2. α МГ оказывает влияние на температуру тела в условиях лихорадки, вызываемой бактериальным эндотоксином. Для индукции лихорадочной реакции мышам внутрибрюшинно вводили эндотоксин *E. coli* в дозе 100 мкг/кг. α МГ вводили внутривенно в дозе 5 мг/кг спустя 1 мин после эндотоксина. Максимальный подъем температуры тела у мышей после инъекции эндотоксина составил 0,95 °С, а после совместного введения эндотоксина и α МГ – 0,24 °С ($P < 0,01$).

Таким образом, было установлено, что белок острой фазы α МГ может ослаблять лихорадочную реакцию, вызываемую бактериальным эндотоксином.

3. α АТ и α МГ оказывают влияние на уровень цитокинов в крови у интактных животных. Опыты показали, что внутривенная инъекция мышам α АТ в дозе 25 мг/кг приводит к резкому повышению активности ИЛ-6 и ФНО в крови. Спустя 1 ч после инъекции α АТ активность ИЛ-6 в крови у мышей увеличилась в 4523 раза ($P < 0,001$) и составила 14657,54 МЕ/мл, а активность ФНО – в 16,2 раза ($P < 0,001$) и составила $106,36 \pm 1,20$. Через 4 ч активность ИЛ-6 и ФНО в крови у мышей, получивших инъекцию α АТ, несколько уменьшилась и превышала таковую у контрольных животных в 809,2 раза ($P < 0,001$) и 5,6 раза ($P < 0,001$) соответственно. Введение в кровоток α МГ в дозе 25 мг/кг вызывало у мышей сходные изменения уровня цитокинов в крови [10].

Таким образом, можно предположить, что подъем температуры тела, вызываемый внутривенным введением α АТ и α МГ, опосредуется через вызываемое этими ингибиторами повышение в крови активности ИЛ-6, который по современным представлениям является одним из главных компонентов пиретической системы организма [2]. Наблюдаемый в наших экспериментах уровень активности ИЛ-6 в крови, вероятно, достаточен для того, чтобы вызвать повышение температуры тела, поскольку соизмерим с таковым при эндотоксиновой гипертермии.

4. α МГ оказывает влияние на уровень цитокинов в крови в условиях лихорадки, вызываемой бактериальным эндотоксином. Ранее нами было установлено, что внутривенное введение α МГ ограничивает развитие гипертермической реакции, вызываемой эндотоксином. Опыты показали, что при совместном введении α МГ (5 мг/кг внутривенно) и эндотоксина (100 мкг/кг внутрибрюшинно) активность ФНО в крови у мышей составила $220,52 \pm 52,87$ МЕ/мл, что существенно выше, чем при действии только эндотоксина ($113,42 \pm 21,28$ МЕ/мл). Активность ИЛ-6 в серии « α МГ+эндотоксин» была несколько ниже, чем в серии «физиологический раствор+эндотоксин» – $12543,91 \pm 3279,23$ и $19710,05 \pm 699,37$ МЕ/мл соответственно.

В настоящее время ФНО считается скорее антипиретическим, нежели пирогенным фактором [2]. Показано, что нейтрализация активности ФНО может проявиться усилением гипертермической реакции, вызываемой эндотоксином [10, 11]. Таким образом, антипиретический эффект α МГ может быть связан с его способностью повышать активность ФНО в крови.

5. Белки острой фазы α АТ и α МГ оказывают влияние на продукцию цитокинов мононуклеарными клетками крови (МНК) *in vitro*. Приведенные данные дают основания предполагать, что влияние ингибиторов протеиназ α АТ и α МГ на систему терморегуляции реализуется через вызываемое этими ингибиторами повышение активности ИЛ-6 и ФНО в крови. Одним из путей повышения активности этих цитокинов в крови может быть усиление их продукции иммунными клетками крови. Для экспериментальной проверки этого

предположения *in vitro* изучали продукцию ФНО и ИЛ-6 МСК в присутствии α АТ или α МГ в физиологических концентрациях. Опыты показали, что α АТ и α МГ в концентрациях 3–6 мг/мл и 2–200 мкг/л соответственно стимулируют продукцию ФНО и ИЛ-6 культивируемыми МСК. Ингибитор протеиназ α МГ преимущественно усиливает продукцию ФНО: отношение активности ФНО к активности ИЛ-6 в культуральной жидкости при действии α МГ в изученных концентрациях в среднем составило 7,4, при действии α АТ – 1,6 [12, 13].

Полученные при выполнении этой серии исследований данные свидетельствуют о том, что продукция интерлейкина-6 и фактора некроза опухоли иммунными клетками крови подвержена модулирующему влиянию α АТ и α МГ.

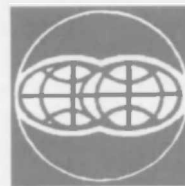
Совокупность полученных экспериментальных данных подтверждает предположение о том, что некоторые БОФ (α АТ и α МГ) могут быть вовлечены в регуляторные механизмы лихорадочной реакции. Вероятно, α АТ и α МГ участвуют в регуляции уровня цитокинов ИЛ-6 и ФНО в крови. Одним из механизмов изменения активности ИЛ-6 и ФНО в крови при действии α АТ и α МГ может быть усиление продукции этих цитокинов МСК.

1. Schreiber G., Tsykin A., Aldred A.R. et al. // Ann. NY Acad. Sci. 1989. Vol. 557. P. 61.
2. Kluger M.J. // Physiol. Rev. 1991. Vol. 71. P. 93.
3. Travis J., Salveson G.S. // Ann. Rev. Biochem. 1983. Vol. 52. P. 655.
4. Stahler M.S., Schiegel P., Bardin C.W. et al. // Endocrinology. 1991. Vol. 128. P. 2805.
5. Висмонт Ф.И. // Нейропептиды и терморегуляция. Мн., 1990. С. 50.
6. Nierhorster M., Tlegs G., Schade U.F., Wendel A. // Biochem. Pharmacol. 1990. Vol. 40. P. 1601.
7. Khan M.M.H., Shibuya Y., Nakagaki T. et al. // Int. J. Exp. Pathol. 1994. Vol. 75. P. 285.
8. Sandakov D.B. // Thermal control in health and disease / Ed. by V.N. Gourine. Minsk 1997. P. 79.
9. Гурин В.Н., Сандаков Д.Б., Гурин А.В. // Физиология человека. 1999. Т. 25. № 1. С. 71.
10. Gourine V.N., Sandakov D.B., Gourine A.V. et al. // Pharmacology of Thermoregulation (abstracts of XII International Symposium). Sevilla, 9–13 May 1999.
11. Long N., Kunkel S., Vander A. et al. // Am. J. Physiol. 1990. Vol. 258. P. R332.
12. Сандаков Д.Б., Рудольф К., Гурин А.В. и др. // Архив экспериментальной и клинической медицины. 2000. Т. 9. № 1. С. 93.
13. Sandakov D., Rudolph K., Gourine A. et al. // Recent advances in thermal biology. Ed. by V.N. Gourine. Minsk: Polibig, 1999. P. 89.

Поступила в редакцию 24.05.2001.

80
лет

БЕЛОРУССКОМУ
ГОСУДАРСТВЕННОМУ
УНИВЕРСИТЕТУ



УДК 551:4.431.95

Ю.П. КАЧКОВ, В.Н. КИСЕЛЕВ, О.Ф. БАШКИНЦЕВА, В.М. ЯЦУХНО

**ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ
К ПРИРОДНО-СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМУ
РАЙОНИРОВАНИЮ ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ**



Качков Юрий Петрович – кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник НИЛ экологии ландшафтов географического факультета. Специалист в области прикладных почвенно-географических исследований, природно-сельскохозяйственного районирования, рационального использования земельных ресурсов. Автор 180 научных работ, в том числе трех монографий, 14 методических пособий.

Киселев Виктор Никифорович – доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой физической географии материков и океанов и методики преподавания географии. Научные интересы связаны с общими проблемами экологии и географии, рациональным природопользованием. Автор более 150 научных работ, в том числе восьми монографий, учебников и учебных пособий. Лауреат премии БГУ имени академика А.Н. Севченко в области естественных наук.

Башкинцова Ольга Филатовна – научный сотрудник НИЛ экологии ландшафтов географического факультета. Специалист в области научного обоснования охраняемых природных территорий и использования природных комплексов для целей сельского хозяйства. Автор 62 научных работ, в том числе пяти методических рекомендаций.

Яцухно Валентин Минович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий НИЛ экологии ландшафтов географического факультета. Научные интересы связаны с эколого-географическими проблемами территориального планирования, формирования, использования и охраны агроландшафтов. Автор 265 научных работ, в том числе пяти монографий, одного справочника. Лауреат премии БГУ имени академика А.Н. Севченко в области естественных наук.

Geographical approaches to nature-agricultural division includes following taxonomic units: 3 nature-agricultural provinces, 7 districts, 52 regions. Necessity of micro nature-agricultural division of territory of Belarus is grounded.

Детальный учет и анализ природных условий сельскохозяйственного производства являются одной из актуальных и неотложных задач, от успешного решения которой во многом зависит определение зон хозяйствен-

ной специализации, а также оптимальное использование и сохранение земельных ресурсов республики. На региональном и локальном уровнях эта задача достаточно эффективно реализуется в форме природно-сельскохозяйственного районирования, которое представляет собой научно обоснованную систему деления земельного фонда на отдельные территории, характеризующиеся сходными природными условиями и особенностями их сельскохозяйственного использования [1]. Природно-хозяйственный район является одновременно формой учета природных условий и ресурсов, количества, качественного состояния и производительной способности земли в разрезе основных таксономических единиц.

В предлагаемом природно-сельскохозяйственном районировании Беларуси использована принятая система таксонов: природно-сельскохозяйственные пояса, зона, провинция, округ, район. Согласно этому районированию Беларусь и северная часть Украины относятся к южно-таежной равнинной лесной зоне умеренного природно-сельскохозяйственного пояса [1]. Однако по лесорастительному районированию территория республики принадлежит двум зонам: Евразийской темнохвойно-лесной (таежной) и Европейской широколиственной [2]. По последним данным геоботанического районирования, Беларусь отнесена к зоне смешанных лесов [3].

В своих исследованиях мы придерживались принципов выделения высших таксонов, обоснованных в природно-сельскохозяйственном районировании СССР.

Природно-сельскохозяйственные провинции в соответствии с принятыми методическими подходами должны различаться по следующим показателям: нарастанию континентальности климата; суровости и снежности зимы; изменению тепло- и влагообеспеченности вегетационного периода, гидротермического режима почвы; существенным (фациальным) особенностям почвенного покрова; биологической продуктивности. Сельскохозяйственное производство провинции отличается общим направлением агротехники, определяемым почвенно-агроклиматическими факторами; набором возделываемых основных сельскохозяйственных культур; уровнем эффективности использования минеральных удобрений; определенными показателями почвенного плодородия применительно к разным уровням агротехники

Природно-сельскохозяйственные округа характеризуются общностью климатических, геоморфологических и литологических условий, хорошо выраженными особенностями почвенного покрова и основного вида использования земель. Для округа характерен более узкий, чем для провинции, набор выращиваемых сельскохозяйственных культур и сортов, отвечающих местным условиям. Его отличает определенное соотношение естественных и сельскохозяйственных угодий (в том числе мелиорированных), а также комплекс мероприятий по охране природы с учетом освоенности территории.

Основной таксономической единицей природно-сельскохозяйственного районирования территории республики является природно-сельскохозяйственный район. Он представляет собой территорию, относительно однородную по ведущему природному компоненту – почвенному покрову, определяющему особенность использования и продуктивность земельного фонда, специализацию и интенсивность сельского хозяйства. Привлечение литологической, геоморфологической, мезо- и микроклиматической информации при этом обязательно [4]. На данном уровне осуществляется непосредственная связь между природным потенциалом района и экономическим результатом его использования. При выделении природно-сельскохозяйственных районов (и соответственно более крупных таксономических единиц) Беларуси в условиях сложного и контрастного почвенного покрова их границы необходимо совмещать с границами сельхозпредприятий. Это позво-

ляет привлечь обширную статистическую информацию и тем самым с большой достоверностью отразить влияние природных условий (в частности, почвенных, климатических и геоморфологических) на эффективность сельскохозяйственного производства. Идентичный методический подход применен при природно-сельскохозяйственном районировании Украины [5].

Общие принципы, положенные в основу районирования, можно сформулировать следующим образом. Район должен обладать: 1) территориальной целостностью (непрерывностью выдела); 2) относительной территориальной однородностью природных условий либо; 3) закономерным сочетанием разнородных компонентов, образующих хорологическую структуру сочетаний этих компонентов; 4) определенной площадью, позволяющей установить участие в нем образующих элементов; 5) по возможности сопоставимостью с другими видами природного районирования.

Опираясь на известную парадигму В.В. Докучаева ("почва есть зеркало ландшафта"), при проведении районирования прежде всего учитывался почвенный покров, а среди его характеристик предпочтение отдавалось гранулометрическому составу почв, почвообразующих и подстилающих пород, которые обладают свойствами, оказывающими наиболее сильный отпечаток на производственный облик территорий и наиболее близко соответствующими общепринятому понятию о земле как предмете и средстве труда.

Использование почвенной карты масштаба 1:600 000 [6] позволило сгруппировать почвы по литологическому составу и генезису почвообразующих пород и особенностям строения почвенного профиля с выделением следующих литологических групп: 1) тяжелые суглинки и глины разного генезиса; 2) средние и легкие моренные и водно-ледниковые суглинки; 3) лессы и лессовидные суглинки; 4) супеси разного генезиса, подстилаемые водоупорными породами; 5) супеси разного генезиса, подстилаемые песками; 6) пески разного генезиса, подстилаемые водоупорными породами; 7) пески разного генезиса, сменяемые песками. Эти группы почв по степени избыточного увлажнения были разделены на слабоглееватые, глееватые и глеевые. К отдельным категориям отнесены почвы: 1) дерново-карбонатные различного гранулометрического состава; 2) дерновые и дерново-карбонатные заболоченные различного гранулометрического состава; 3) пойменные дерновые заболоченные на разном аллювии и торфяно-болотные; 4) низинные торфяно-болотные; 5) переходные и верховые торфяно-болотные. Были использованы также почвенные карты областей масштаба 1:200 000 [7], отдельных административных районов масштаба 1:50 000 [6], геоморфологическая карта масштаба 1:500 000 [8] и карта четвертичных отложений масштаба 1:500 000 [9].

В конечном итоге был разработан вариант природно-сельскохозяйственного районирования территории Беларуси, включающий 52 района (рисунк). Эти районы существенно отличаются от выделенных 22 [11] и 32 [6] почвенно-географических районов (критериями их выделения также были особенности почвенного покрова и в меньшей степени геоморфологических условий) и от 30 природно-сельскохозяйственных районов, выделенных нами ранее в рамках решения общесоюзной проблемы подготовки и ведения Земельного Кадастра на территории бывшего СССР [8], ставшие основой для проведения земельно-оценочных работ в республике, и тем более 16, предложенных в свое время Министерством сельского хозяйства СССР [1]. Эти отличия заключаются прежде всего в значительно более полном, существенно уточненном почвенном содержании территориальных единиц. Оно базируется на обновленных данных почвенного обследования территорий сельхозпредприятий и первичной съемки земель, занятых лесной растительностью, а также имеет более четкое климатическое и геоморфологическое обоснование. В частности, прежние очертания районов нередко объе-

дника при большом сходстве почвенного покрова территории с существенными различиями геоморфологических условий. В качестве примера можно указать на Новогрудско-Слуцкий природно-сельскохозяйственный район, включающий Новогрудскую краевую ледниковую возвышенность, Копыльскую краевую ледниковую гряду, Барановичскую водно-ледниковую равнину, часть Столбцовой моренной равнины. Кроме того, при выделении таксонов всех рангов были использованы современные границы землепользователей.



Природно-сельскохозяйственное районирование территории Беларуси

Границы: 1 – провинций, 2 – округов, 3 – районов

I. СЕВЕРНАЯ ПРОВИНЦИЯ

А. Полоцкий округ
Районы

1. Браславский
2. Шарковщинско-Верхнедвинский
3. Россонский
4. Полоцкий
5. Городокский
6. Поставско-Глубокский

Б. Витебский округ
Районы

7. Кривичский
8. Островско-Вилейский
9. Ушачско-Сенненский
10. Лиозненский

II. ЦЕНТРАЛЬНАЯ ПРОВИНЦИЯ

В. Гродненско-Минский округ
Районы

11. Ошмянско-Молодечненский
12. Щучинско-Лидский
13. Столбцовский
14. Минский
25. Мостовско-Любченский
26. Гродненско-Слонимский
27. Дятловский
28. Барановичский
29. Новогрудский
30. Несвижский
37. Шерешевский
38. Каменецкий

Г. Могилевский округ
Районы

15. Борисовский
16. Березинский
17. Оршанско-Мстиславский
18. Толочинско-Шкловский
19. Быховский
20. Могилевский
21. Чериковский
22. Климовичский
23. Костюковичский
24. Хотимский
33. Кличевский

III. ЮЖНАЯ ПРОВИНЦИЯ

Д. Гомельский округ
Районы

34. Жлобинский
35. Кормянский
36. Ветковский
47. Речицкий
48. Лоевский
49. Добрушский

Е. Брестский округ
Районы

31. Стародорожско-Светлогорский
32. Омиговичский
39. Жабинский
40. Ганцевичский
42. Пинский
43. Ивацевичско-Петриковский

Ж. Мозырский округ
Районы

41. Малоритский
44. Столинский
45. Туровский
46. Хойникско-Брагинский
50. Мозырский
51. Наровлянский
52. Пельчицкий

По таксонам природно-сельскохозяйственного районирования обобщена почвенная, геоморфологическая и климатическая информация, дающая более полное представление об их природных условиях. Выяснился, например, довольно широкий диапазон изменений абсолютных и относительных высот, а также густоты расчленения рельефа между районами (их показатели разнятся в 2–4 раза). Различия в среднегодовом количестве осадков колеблются в диапазоне 155 мм, суммы активных температур выше 10° – 470 $^{\circ}$, величина гидротермического коэффициента – в интервале 1,1–1,7. Территории, различия между которыми по сумме температур выше 10° превышают 200 $^{\circ}$, а по величине гидротермического коэффициента – 0,2 и более, разделялись дополнительно даже при наличии сходства других природных параметров (почв и рельефа). Подобное разделение оказалось, однако, возможным на более высоком, чем район, таксономическом уровне, например на уровне округа или даже провинции.

Природно-сельскохозяйственное районирование позволило проанализировать и оценить не только количественные показатели земельного фонда, но и, что особенно важно, его производительную способность, в частности, природно-сельскохозяйственных районов.

Существующие природные различия между выделенными районами подтверждаются и подчеркиваются результатами качественной, экономической и в целом кадастровой оценки почв, выполненными в конце прошлого столетия [10, 13, 14]. Судя по результатам оценочных работ, диапазон различий между низшими и высшими величинами параметров по районам очень широк. По показателям качественной оценки почв они, например, различаются в 1,5 раза, оснащенности основными производственными фондами сельскохозяйственного назначения – в 1,4 раза, по текущим затратам – в 1,6 раза, количеству среднегодовых работников в расчете на 100 га сельскохозяйственных угодий и выходу валовой продукции на 100 га сельскохозяйственных угодий – более чем в 2 раза. Еще значительнее различия по другим экономическим показателям: валовому доходу – более чем в 6 раз, эффективности возделывания картофеля – более чем в 4 раза, зерновых культур – в 9 раз. Зафиксированы существенные различия в уровне использования природного потенциала. Так, в Россонском природно-сельскохозяйственном районе современное фактическое использование сельскохозяйственных угодий составляет чуть более половины реальных возможностей, при этом естественных кормовых угодий еще ниже – только четверть. В Несвижском районе эти соотношения более благоприятные – фактически используется три четверти природного потенциала сельскохозяйственных угодий, при этом в большей степени на пахотных угодьях. Более высокий уровень использования природных ресурсов отмечается также в Новогрудском, Дятловском, Гродненском, Лидском, Минском природно-сельскохозяйственных районах, а более низкий – в Городокском, Кривичском, Климовичском, Костюковичском. Соответственно в этих районах оказываются низкими и экономические показатели: общая продуктивность сельскохозяйственных угодий здесь в среднем в 2 раза ниже. Различия в продуктивности пахотных угодий между этими районами выражены в меньшей степени – в среднем в 1,5 раза. Практически те же пропорции сохраняются в различиях урожайности отдельных сельскохозяйственных культур, например зерновых.

Значительные различия в этих показателях обнаруживаются также внутри выделенных районов, что лишний раз свидетельствует о целесообразности и необходимости дальнейшего изучения природных условий, углубленной детализации природно-сельскохозяйственного районирования. Эти различия, судя по результатам кадастровой оценки земель, выполненной в конце 1990-х гг. по уточненной и значительно расширенной методике, более

отчетливо прослеживаются на уровне отдельных сельскохозяйственных предприятий, чем районов. Так, баллы плодородия, например, пахотных почв, учитывающие совокупность их генетических и приобретенных свойств, различаются на уровне сельхозпредприятий в 1,5–1,8 раза, на уровне природно-сельскохозяйственных районов – только на 10–20 % (таблица). Те же тенденции сохраняются в показателях общей кадастровой оценки почв, отражающей их плодородие, технологические характеристики и местоположение земельных участков. Что касается показателей нормативно-чистого и дифференциального доходов, дающих представление об обусловленной качеством земли относительной доходности продукции земледелия по сравнению со средними или худшими условиями, их различия выражены более контрастно, особенно внутри Северной природно-сельскохозяйственной провинции. Например, величины дифференциального дохода на уровне сельхозпредприятий, входящих в один природно-сельскохозяйственный район, здесь разнятся в 4–5 раз и более. В Центральной и Южной природно-сельскохозяйственных провинциях диапазон различий на уровне сельхозпредприятий составляет 2,5–3 раза, а между величинами дифференциального дохода среди районов – всего 20–25 %, снижаясь в Щучинско-Лидском районе даже до 5 %.

Кадастровая оценка земель в различных природно-сельскохозяйственных районах

Природно-сельскохозяйственные провинции	Природно-сельскохозяйственные районы	Показатели кадастровой оценки земель	Общий балл кадастровой оценки		Балл плодородия почв		Нормативный чистый доход, у.е. га		Дифференциальный доход, у.е. га	
			Пашня	Сельхоз-угодья	Пашня	Сельхоз-угодья	Пашня	Сельхоз-угодья	Пашня	Сельхоз-угодья
Северная	Городокский	Средние	17,7	17,5	20,3	19,7	-25,0	-16,0	52,0	51,0
		Максимальные	20,6	20,4	22,0	21,6	5	11	100	95
		Минимальные	12,4	13,1	16,9	16,6	-8,0	-5,5	-36	-16
	Чашникский	Средние	27,2	26,4	28,0	27,1	65	58	207	178
		Максимальные	34,4	33,2	34,2	32,7	133	115	327	270
		Минимальные	19,9	20,8	21,7	21,5	-4	3	87	89
Центральная	Несвижский	Средние	39,3	36,1	38,0	35,1	178	140	407	315
		Максимальные	50,2	44,4	47,8	43,4	274	215	585	458
		Минимальные	33,9	31,5	33,0	30,8	130	104	318	251
	Шкловский	Средние	30,0	27,8	30,4	28,2	90,0	76	253	210
		Максимальные	33,7	30,6	33,5	30,8	125	103	315	256
		Минимальные	23,4	21,9	24,5	22,7	29	25	145	119
Южная	Стародорожский	Средние	31,0	28,1	31,4	14,7	105	78	270	200
		Максимальные	35,2	32,8	36,6	34,3	144	112	340	253
		Минимальные	28,0	25,9	27,6	25,6	76	56	221	165
	Малоритский	Средние	23,8	22,4	23,6	22,7	38,0	25	151	114
		Максимальные	34,4	31,1	35,0	31,4	137	102	326	242
		Минимальные	22,5	22,1	22,7	22,1	25	22	130	96

Реальные различия экономических показателей отражают не только разный уровень хозяйственной деятельности, но и существующую неоднородность природных условий, которая, однако, остается пока за пределами исследований. Анализ этой неоднородности (или, наоборот, относительной однородности), которую можно диагностировать и классифицировать в рамках таких более низких в таксономическом отношении единиц, как подрайоны и микрорайоны, представляет большой научный и практический интерес. Появится, в частности, реальная возможность выявить и отразить более детально структуры почвенного покрова и составляющие их различные почвенные комбинации. Последние могут стать основой для проведения типизации (типологии) земель. При этом доминирование, например, одного из типов земель (или определенного их сочетания) может, в свою очередь, стать содержанием конкретного природного микрорайона.

Воссоединение в единое целое природных и хозяйственно-экономических характеристик в природно-территориальных структурах выводит исследования на качественно новый этап изучения природной среды. В качестве аргумента и примера такого подхода можно указать на возможность применения материалов природно-сельскохозяйственного районирования при подготовке и ведении Земельного кадастра республики.

1. Природно-сельскохозяйственное районирование и использование земельного фонда СССР. М., 1983.
2. Гельтман В.С. Географический и типологический анализ лесной растительности Беларуси. Мн., 1982.
3. Голод Д.С. // Атлас Рэспублікі Беларусь. Мн., 1998. С. 20.
4. Смяян Н.И., Качков Ю.П., Унукович А.В. // Энцикл. природы Беларуси: В 5 т. Мн., 1985. Т. 4. С. 286.
5. Указания по земельно-оценочному (кадастровому) районированию Украинской ССР. Киев, 1978.
6. Почвенная карта Белорусской ССР масштаба 1:600 000 / Под ред. Т.Н. Кулаковской, П.П. Рогового. М., 1977.
7. Почвенные карты Брестской, Витебской, Гомельской, Гродненской, Минской, Могилевской областей масштаба 1:200 000. Мн., 1979.
8. Геоморфологическая карта Белорусской ССР масштаба 1:500 000 / Под ред. Б.Н. Гурского. М., 1990.
9. Карта четвертичных отложений Белорусской ССР масштаба 1:500 000 / Под ред. Г.И. Гарецкого. М., 1983.
10. Оценка плодородия почв Белоруссии / Под ред. Н.И. Смяяна. Мн., 1989.
11. Почвы БССР. Мн., 1952.
12. Качков Ю.П., Унукович А.В. // Проблемы землеустройства и использования земельных ресурсов. М., 1984. С. 23.
13. Экономическая оценка земель колхозов и госхозов Белорусской ССР и ее практическое применение. Мн., 1987.
14. Кадастровая оценка земель сельскохозяйственных предприятий и крестьянских (фермерских) хозяйств. Мн., 2000.

Поступила в редакцию 03.05.2001.

УДК 551, 574, 911

А.Н. ВИТЧЕНКО

ГЕОЭКОЛОГИЯ – НАУЧНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ И УЧЕБНАЯ ДИСЦИПЛИНА



Витченко Александр Николаевич – доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой географической экологии. Область научных интересов – геоэкология, агроэкология, ландшафтоведение и биометеорология. Автор 105 научных и научно-методических работ, в том числе двух монографий, учебного пособия и курса лекций.

The peculiarities in the development of a new scientific trend – geoecology have been considered. An original interpretation of the terms “geoecology” and “humanitarian and ecological approach” has been proposed, definition of the subject and principal objectives of geoecology has been given.

В начале XXI в. географическая наука вышла на качественно новый уровень своего развития, обусловленный возросшим значением географии в понимании сложных природных и социальных процессов и явлений, происходящих на нашей планете, оптимизации использования ее пространства и освоении ресурсов, решении проблем взаимоотношения природы и деятельности людей, в осмысливании будущего Земли и возможности развития человеческого общества с его постоянно растущими запросами.

География – одна из древнейших наук, возникновение которой было обусловлено необходимостью познания человеком окружающего его пространства, уровень интереса к которому определялся различными потреб-

ностями человечества на разных этапах его развития. Первоначально она носила комплексный типично землеведческий характер, затем в процессе изучения различных свойств природы в пределах единой естественной науки появилась система географических наук. Возросшее воздействие человека на природу, изменение среды его обитания способствовали развитию социально-экономического направления в географии, которая приобрела естественно-общественный характер. Областью исследования географии стала среда жизнедеятельности людей, включающая в себя измененную человеком природу, которая в результате антропогенного воздействия постепенно приобрела ряд специфических свойств, что позволяет называть ее окружающей средой.

По мнению автора, сущность современной географии заключается в изучении окружающего человека географического пространства, т. е. географической оболочки и географической среды, с целью оптимизации среды жизнедеятельности людей. Географическая оболочка и географическая среда являются сложными динамическими геосистемами, подчиняющимися принципам всеобщей связи, взаимообусловленности и развития, постоянно изменяющимися в результате своего функционирования и обладающими рядом таких специфических свойств, как устойчивость, саморегулирование, гетерохронность, унаследованность, инерционность, транзитивность, лабильность и др. Географическая среда – это часть географической оболочки, в наибольшей степени измененная человеком в процессе развития цивилизации и тождественная его современной окружающей среде, поскольку практически все земные сферы находятся под тем или иным антропогенным воздействием, приводящим к значительному изменению географического пространства.

Названные положения нашли отражение в определении географии, предложенном в общеобразовательном стандарте Беларуси по географии. *География* – целостная система естественных и общественных наук о закономерностях развития географической оболочки, структуре, функционировании и взаимодействии природных и социально-экономических территориальных систем, разрабатывающая принципы и нормативы рационального природопользования, оптимальной территориальной организации общества и формирования экологически устойчивой среды жизнедеятельности [1].

Следует отметить, что на всем пути развития человеческого общества деятельность людей в большей или меньшей мере всегда была антагонистична природе. С развитием общества степень антропогенного воздействия постоянно возрастает. Реальные сдвиги в нейтрализации этого влияния не очень велики, хотя учеными разных специальностей ведутся значительные работы. В этой связи возрастает необходимость более четкого теоретического обоснования, определения методологии изучения окружающей среды с целью оптимизации взаимодействия общества и природы.

Сложность выполнения научных разработок в области природопользования, обусловленная необходимостью учета при их реализации целого ряда природных закономерностей и антропогенных факторов, вызывает необходимость вести широкие поисковые исследования, идти различными путями к их решению, используя для этой цели материалы и методы смежных с географией наук. Традиционные подходы к решению проблемы оптимизации взаимодействия общества и природы не могут удовлетворить постоянно возрастающие запросы практики и не всегда соответствуют современному уровню развития науки. Этими причинами и обусловлено появление в рамках наук географического цикла нового научного направления – геоэкологии.

Некоторые ученые отрицают возможность соединения в учебно-научном направлении таких понятий, как «экология» и «природопользование». Так,

по мнению Ю.П. Селиверстова, экология – это наука о природе для живого, об их взаимоотношениях и зависимостях, а природопользование – это учение об использовании природы, о способах ее разрушения, освоении природных ресурсов, реализации мероприятий для блага человека за счет природы [2]. Но, по мнению автора, эти несовместимые вещи тесно взаимосвязаны и требуют изучения именно с точки зрения их противоположности с применением новых теоретических подходов, методологии исследования и анализа эффектов.

В последнее время стало модным говорить о появлении и развитии новой специфической науки – геоэкологии, но не все четко представляют ее объект, предмет исследования и даже название расшифровывают неоднозначно, например географическая экология и геологическая экология.

Понятие о геоэкологии как новой науке географического цикла было введено в конце 1930-х гг. К. Троллем в качестве синонима двух терминов – предложенного им ранее термина «ландшафтная экология» и идентичного, по его представлению, термина «биогеоценология» [3]. В рамках этой науки предполагалось объединение «горизонтального» и «вертикального» подходов исследования ландшафтов, изучение взаимодействия составных частей природного комплекса и воздействия общества на природную составляющую ландшафта путем анализа баланса вещества и энергии [3, 4].

Затем уже с другой смысловой нагрузкой это понятие стало использоваться не только географами, но и биологами, и геологами. Впервые термин «геоэкология» появился в печати в 1966 г. [5]. В настоящее время он используется в географических, геологических, социальных и других науках при решении проблем природоохранной направленности. По сути, «геоэкология» – термин свободного пользования, требующий при его употреблении комментария, отражающего точку зрения автора.

Современные географы – сторонники новой науки или научного направления – трактуют содержание геоэкологии более широко, чем К. Тролль. Во-первых, в отличие от К. Тролля, в объект исследования включаются не только природные, но и антропогенные ландшафты. Во-вторых, четко обозначается целевая направленность науки – оптимизация природопользования.

Наиболее известные определения геоэкологии как самостоятельной науки были даны в следующих публикациях.

В.С. Преображенский и другие считают, что экологический подход при изучении природных систем необходимо сочетать с подходом географическим, который предполагает исследование связей внутри геосистем как равнозначных. Они предлагают применять обобщающий геоэкологический подход [6].

В.Т. Трофимов, Д.Г. Зилинг, Т.И. Аверкина определяют геоэкологию как междисциплинарную науку, изучающую состав, структуру, закономерности функционирования и эволюции естественных (природных) и антропогенно преобразованных экосистем высоких уровней организации [7, 8]. Объектом исследования геоэкологии, по их мнению, являются природные и антропогенные нарушенные (преобразованные) экосистемы высокого уровня организации. Предметом исследования – закономерности функционирования и эволюции таких экосистем.

По мнению А.Г. Исаченко, вместо термина «геоэкология» лучше использовать термин «экогеография» [9]. Под последней он понимает раздел географической науки или особое исследовательское направление в ней, предметом которой является изучение географической среды с экологической точки зрения и в целях решения экологических проблем человечества.

По В.И. Осипову [10], геоэкология – междисциплинарная наука об экологических проблемах геосфер, объектом которой являются геосферные обо-

почки Земли, а предметом – все знания о них, включая изменения под влиянием природных и техногенных факторов.

С.П. Горшков определяет новую отрасль знаний – геоэкологию – как науку о «современных ландшафтах (естественных, преобразованных и созданных человеком), а также о геологической среде, о способах и возможностях использования природных ресурсов и экологических ограничениях при социально-экологическом развитии». В качестве предмета этой науки называется «проблема макроорганизации биосферы, вопросы иерархического соподчинения ее макросистем в связи с необходимостью научно обоснованного использования естественных ресурсов, охраны природы» [11].

Л.М. Корытный рассматривает геоэкологию (или географию природопользования) как третье главное направление в географии наряду с физической и социально-экономической географиями. Больше того, он говорит о целой системе геоэкологических наук, имеющих «единый предмет исследований – территориальные закономерности взаимодействия природы и общества, одни и те же объекты – интегральные геосистемы различной размерности» [12].

По Н.Ф. Реймерсу, геоэкология – «раздел экологии (по другим воззрениям – географии), исследующий экосистемы (геосистемы) высоких иерархических уровней – до биосферы включительно» [13].

По К.М. Петрову, геоэкология – «наука о взаимодействии географических, биологических и социально-производственных систем» [14].

В.Г. Морачевский и другие считают, что геоэкология – это «наука, изучающая необратимые процессы и явления в природной среде и биосфере, возникающие в результате интенсивного антропогенного воздействия, а также близкие и отдаленные во времени последствия этих воздействий» [15].

По мнению Т.С. Комиссаровой и А.М. Макарского, геоэкология – «современное интегрированное направление географической науки, изучающее пространственно-временные изменения природных систем в результате антропогенной деятельности и их экологическое состояние, изучающее ландшафты как среду обитания человека» [16].

Г.И. Швебсу и Е.А. Позаченюку «геоэкология видится как научное направление, рассматривающее географические проблемы социальной экологии и устойчивого развития (рационального природопользования и охраны природы) путем раскрытия взаимоотношения между природно-общественными системами разного уровня и окружающей средой, при этом изучаются процессы, возникающие в результате антропогенной деятельности и чрезвычайных естественных явлений (колебаний климата, извержений вулканов, землетрясений, опустынивания и др.), а также последствия этих воздействий. Геоэкология является теоретической основой практической деятельности по поддержанию экологической стабильности и экологической оптимизации» [17].

По Г.Н. Голубеву, «геоэкология – это междисциплинарное научное направление, изучающее экосферу как взаимосвязанную систему геосфер в процессе ее интеграции с обществом» [18].

В рассмотренных нами определениях четко видна географическая проблематика, которая должна решаться современной географией. Основываясь на специфике геоэкологического подхода, многие географы пересечение своей науки с экологией связывают с формированием новой дисциплины – геоэкологии. Во всех случаях геоэкология определяется как наука о взаимоотношениях человека с окружающей средой, общества с природой, хотя не всегда четко формулируется самостоятельный предмет ее исследования, цели и задачи.

По мнению автора, **геоэкология** – это область географической науки, изучающая географическую среду и слагающие ее природные и природно-

антропогенные геосистемы с использованием гуманитарно-экологического подхода в целях разработки теоретических основ, принципов и нормативов рационального природопользования, устойчивого развития общества и оптимизации его взаимодействия с окружающей средой.

Объект изучения **геоэкологии** – географическая среда как часть географической оболочки, преобразованная человеком.

Предмет геоэкологии – изучение природных и природно-антропогенных геосистем различного иерархического уровня на основе гуманитарно-экологического подхода.

Гуманитарно-экологический подход – это совокупность взглядов и действий, выражающихся в уважении достоинства и прав человека, его ценности как личности, заботе о благе людей, их всестороннем развитии, создании благоприятных для человека условий среды жизнедеятельности с учетом экологических ограничений.

Данная трактовка геоэкологии позволяет устанавливать границы исследуемых геосистем в зависимости от решаемой задачи, объединить две ветви географии, физическую и социально-экономическую, для решения насущных практических задач рационального природопользования.

Геоэкология является теоретической и методологической основой рационального природопользования, она призвана решать проблемы, связанные с созданием и сохранением оптимальной среды жизнедеятельности человеческого общества при минимальных изменениях окружающей среды. Основная **цель геоэкологии** – сведение к минимуму негативных последствий разнообразной эксплуатации природы человеческим обществом, поэтому ее **главными задачами** являются: исследование взаимоотношений общества и природы; изучение природных и природно-техногенных геосистем различного иерархического уровня с целью оптимизации их функционирования, динамики и эволюции; исследование источников антропогенного воздействия на природную среду, их интенсивности и пространственно-временного распределения; создание и оптимизация геоинформационных систем; организация и проведение мониторинга окружающей среды; оценка, моделирование и прогноз последствий антропогенных воздействий, проявляющихся в изменении состояния геосистем на глобальном, региональном и локальном уровнях; геоэкологическое исследование устойчивости природной среды, подвергнутой антропогенному воздействию; разработка и обоснование проектов использования природных ресурсов при минимальных изменениях географической среды; разработка рекомендаций по сохранению целостности географической среды путем оптимизации хозяйственной деятельности человеческого общества и регламентации ресурсопотребления и др.

Учебная дисциплина «Геоэкология» является одним из интегральных учебных географических курсов, отвечающих принципам комплексного университетского образования. Он направлен на формирование у студентов представлений о неразрывном единстве всех компонентов географической среды, знаний об образующих ее структуру геосистемах.

Учебный курс «Геоэкология» базируется на анализе географических исследований глобальных проблем человечества и особенностях их регионального и локального проявлений. В нем рассматриваются теоретические и методологические основы геоэкологии, различные подходы к изучению изменений географической среды, происходящих в ходе естественных тенденций ее развития и антропогенного воздействия, геоэкологические аспекты функционирования природно-техногенных геосистем, возможные пути решения геоэкологических проблем и т. д. Изучение этого курса позволит студентам углубить свои знания в области разработки основ оптимизации взаимодействия человека и природы.

В заключение следует отметить, что теоретические и методологические основы, логическая структура геоэкологии пока разработаны недостаточно и нуждаются в дальнейшем развитии на базе общеприродоведческих представлений, методологии системного анализа, географических и экологических законов, правил и принципов, что в итоге обеспечит решение проблемы сознательного управления взаимодействием общества и природы.

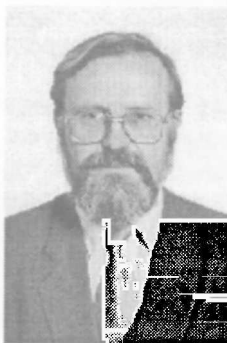
1. Образовательный стандарт. Специальность Н.05.01.00. География / Н.К. Черток, И.П. Галай, Г.С. Смоляков и др. Мн., 2000. С. 2.
2. Селиверстов Ю.П. // Географические проблемы конца XX века: Сб. науч. тр. / Под ред. Ю.П. Селиверстова. СПб., 1998. С. 120.
3. Тролль К. // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1972. № 3. С. 114.
4. Охрана ландшафтов. Толковый словарь / Отв. ред. В.С. Преображенский. М., 1982. С. 118.
5. Troll G. Geoeology of Mountainous Regions of the Tropical Americas (Proceed. of the UNESCO Mexico Symposium 1966). Colloquium geogr., 9, 1968.
6. Преображенский В.С. // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1992. № 4. С. 5.
7. Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г., Аверкина Т.И. // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геол. 1994. № 5. С. 43.
8. Теория и методология экологической геологии / В.Т. Трофимов, Д.Г. Зилинг, Т.И. Аверкина и др.; Под ред. В.Т. Трофимова. М., 1997. С. 67.
9. Исаченко А. Г. Экологическая география Северо-Запада России: В 2 ч. СПб., 1995. Ч. 1. С. 9.
10. Осипов В.И. // Геоэкология. 1993. № 1. С. 4.
11. Горшков С. П. Концептуальные основы геоэкологии. Смоленск, 1998. С. 5.
12. Корытный Л.М. // Вопросы географии и экологии Восточной Сибири. Иркутск, 1990. С. 21.
13. Реймерс Н.Ф. Природопользование. М., 1990. С. 95.
14. Петров К.М. Геоэкология. Основы природопользования. СПб., 1994. С. 5.
15. Основы геоэкологии / Под ред. В.Г. Морачевского. СПб., 1994. С. 6.
16. Комиссарова Т.С., Макаровский А.М. Полевые уроки по геоэкологии. СПб., 1995. С. 17.
17. Швобс Г.И., Позаченюк Е.А. // Географические проблемы конца XX века: Сб. науч. тр. / Под ред. Ю.П. Селиверстова. СПб., 1998. С. 157.
18. Голубев Г.Н. Геоэкология. М., 1999. С. 13.

Поступила в редакцию 15.05.2001.

УДК 551.481(476)

П.С. ЛОПУХ

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЭВОЛЮЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ОЗЕР И ВОДОХРАНИЛИЩ БЕЛАРУСИ



Лопух Петр Степанович – кандидат географических наук, доцент кафедры общего землеведения географического факультета, географ, гидролог, один из ведущих специалистов в области исследования озер и водохранилищ Беларуси, их взаимодействия с окружающей средой. Автор более 150 научных работ, в том числе пяти монографий.

Работает над проблемой эволюции водоемов замедленного водообмена.

The system analysis of the data of complex geographical investigations was assumed a basis of this research. Finally the appropriateness of the evolution of water reservoirs of different types was obtained; the stages of consistent evolution of separate processes (of hollows formation, coasts and beds formation, hydrochemical regime, the silting and the overgrowing of water reservoir beds) and water reservoirs evolution. The carried out research has permitted to formulate the hydrologic-morphological theory of coastal process and theory of development of limno-systems on lakes, to substantiate the general scientific well founded theory of hydro-ecosystem evolution, to obtain the models of coastal development and the silting and the overgrowing of water reservoirs beds.

Развитие водоемов замедленного водообмена – последовательная многоступенчатая цепь пространственно-временных изменений и трансформации.

ций их гидроэкосистем. Озера в естественных условиях от аллереда до современного периода представляют собой динамически устойчивые экосистемы, комплексы взаимосвязанных внутриводоемных процессов, отражающих временной уровень развития их лимносистем [1, 4]. В естественных условиях завершающим этапом развития лимносистем является формирование на их месте болот. Стадиальный характер развития лимносистем охватывает значительный геологический период времени, весь генетический ряд биотипов лимносистем, переход от одного типа лимногенеза к другому, от накопления минеральных веществ к накоплению органических и завершается полным заилением и зарастанием их котловин [1–3].

Сформулированная нами гидролого-морфологическая теория формирования берегов малых водоемов рассматривает береговой процесс как совокупность внутренних и внешних явлений в пределах водной акватории в неразрывном морфолого-динамическом единстве гидрологических факторов, элементов берегов и ложа.

Поэтапное *формирование берегов* (стадийность) является частью общего эволюционного развития природы водоемов. На первой стадии (становления) происходит ежегодный интенсивный процесс обрушения берегов, заложение и развитие прибрежных отмелей, постепенное абразионное и аккумулятивное выравнивание береговой линии. На второй стадии (стабилизации) развития берегов активные процессы наблюдаются только в приплотинной части, где происходит окончательное формирование отмелей. На третьей стадии (отмирания) устанавливается полная стабилизация склоновых процессов, берега и отмели закрепляются водной растительностью. При отмирании берегов идет процесс накопления органических отложений на отмелях, заболачивание прибрежной зоны.

Изменчивость морфологических элементов берегов и ложа в процессе эволюции котловины обусловлена разнообразием видов деформаций берега и аккумуляцией продуктов размыва в подводной части, которые определяются гидрогеологией прибрежной зоны и многофакторностью берегового процесса. Формирование береговой линии сопровождается изменением морфологических элементов берегов, ложа и завершается динамически устойчивой пространственно-временной системой, которая в водохранилищах устанавливается на озеровидной стадии. Характерные признаки динамически устойчивой береговой линии на завершающем этапе формирования устойчивых берегов: постоянство вдольберегового потока наносов и энергии; устойчивые уклоны подводной и надводной частей профиля берегов; постоянная и малоизменяющаяся глубина на свале глубин подводной части профиля берегов; формирование устойчивого микрорельефа прибрежной мелководной (литоральной) зоны; устойчивая конфигурация береговой линии в плане; устойчивая система береговых дуг со сформировавшимися характерными прогибами и извилистостью.

В результате стационарных натурных наблюдений на характерных створах, изучения берегов по топокартам и аэрофотоснимкам выявлена роль вдольбереговых подводных ложбин и валов, ложбин оттока в формировании конфигурации береговой линии, абразионных и аккумулятивных участков берега, что нашло отражение на естественных (оз. Нарочь) и искусственных (Осиповичское водохранилище) водоемах.

В водохранилищах озерного типа при относительной стабильности условий формирование *гидрохимического режима* заключается в омоложении озер, усилении вертикальной дифференциации водных масс, термического и газового режимов, характерных для более глубоких водоемов. Изменение pH в сторону слабощелочной среды, постепенный рост гидрокарбонатных ионов являются признаками постепенного эвтрофирования лимносистемы, наступает стадия так называемой стабилизации, характеризующаяся более

устойчивым увеличением общей минерализации воды, биогенов и всех макрокомпонентов.

В формировании устойчивого гидрохимического режима речных водохранилищ выявлены три стадии: неустойчивого гидрохимического режима, или становления, относительно устойчивого (слабой стабилизации) и стадия устойчивого гидрохимического режима. Замедляя сток, речные воды снижают гидродинамическую активность и постепенно изменяют свой состав и сезонный цикл динамики гидрохимических компонентов. На стадии заполнения и в первые десять лет эксплуатации (Вилейское водохранилище) отмечается значительная амплитуда колебания гидрохимических показателей. В первые годы наблюдается формирование карбонатного равновесия, сопровождавшееся снижением минерализации и карбонатных ионов. Эта тенденция в годичном цикле характерна и для других компонентов. Высокие показатели содержания в воде органического вещества связаны с унаследованным в ложе органики и интенсивным развитием фитопланктона, аллохтонным и автохтонным поступлением. К концу первой стадии речные водохранилища приобретают черты среднеевтрофного водоема.

Второй этап гидрохимического режима отличается большей стабильностью, или устойчивостью, а газовый и гидрохимический режимы подчиняются закономерностям, характерным лимносистемам эвтрофного типа с сезонной динамикой гидрохимических компонентов (например, Заславское, Любанское, Осиповичское, Чигиринское водохранилища).

Последующее развитие гидрохимического режима речных водохранилищ в относительно устойчивых гидродинамических условиях ведет к формированию высокоэвтрофных – дистрофных гидроэкосистем (например, Волковичское, Плещеничское, Саковщинское водохранилища).

Гидрохимический режим прудов из-за малых их размеров и специфики гидроморфологических показателей отличается слабым изменением гидрохимических компонентов во времени и значительной ролью их сезонной динамики. Насыщение воды кислородом в безледный период за счет процесса фотосинтеза сменяется недонасыщением и дефицитом зимой. После обогащения воды органическими веществами в вегетационный период наступает ухудшение гидрохимического режима в зимний период, что сопровождается снижением процесса самоочищения. Восстановление первоначальных гидрохимических условий происходит в весеннее половодье и летне-осенние паводки в условиях перемешивания (циркуляции).

Гидрохимический режим старичных озер определяется характером гидравлической связи с основными водотоками, морфометрическими и гидроморфологическими особенностями их котловин, отличается нестабильными показателями на протяжении года, четко выраженными особенностями состава водной массы весеннего половодья, устойчивой и стабильной летней стагнацией и контрастным содержанием элементов в весеннюю межень. Периодическое сезонное чередование высокой весенней проточности и летне-осенней автономии гидрологического режима определяют специфические черты гидрохимического режима рео- и лимносистем. Весеннее обогащение питательными веществами и кислородом, проявление черт эвтрофного водоема сменяются угасанием лимносистемы, появлением характерных дистрофии черт водоема.

Близки по гидрохимическому режиму к старицам карьерные водоемы, солевой состав которых определяется значительной автономностью их гидросистем. При постоянной или временной гидравлической связи с водотоками показатели химического состава зависят от аналогичных показателей поверхностных вод и близки к ним по величине минерализации и содержанию отдельных компонентов. При отсутствии притока речных вод, малом водообмене, слабой гидродинамической активности ("пассивности") наблю-

дается некоторое повышение ионов СГ , SO_4^{2-} , катионов Na^{2+} , K^{2+} . При устойчивом притоке загрязненных вод и изолированности водоемов содержание иона SO_4^{2-} может увеличиваться на несколько порядков.

В речных водохранилищах выделяются две группы водоемов с различными условиями *накопления веществ*: с устойчивыми и неустойчивыми условиями седиментации. Критерием для выделения этих групп является роль уровневого режима и ветрового волнения, с одной стороны, стоковых и циркуляционных течений – с другой.

Водохранилища с неустойчивыми условиями седиментации, к которым относится большинство крупных равнинных водохранилищ, имеют амплитуду колебания уровня до 3 м, значительную площадь акватории для развития волнения и циркуляционных течений, хорошие условия для перемешивания водных масс, слабое влияние стоковых течений (тип "Вилейское водохранилище") [5].

Малые водохранилища с устойчивыми условиями седиментации имеют небольшую амплитуду колебания уровня (до 1 м). Гидродинамические факторы обусловлены мелководностью, слабым ветровым волнением и проявлением активной гидродинамической оси в русловой ложбине, наличием обширных гидродинамически пассивных зон (тип "Осиповичское водохранилище"). В связи со сложившимися гидродинамическими условиями, морфологическими особенностями и характером зарастания отдельных частей ложа процесс осадконакопления происходит дифференцированно с образованием отдельных областей и зон [1].

Устойчивая структура грунтовых комплексов формируется к концу второго десятилетия эксплуатации водохранилищ (стадия занесения ложа). Возрастающая роль органо-минеральных отложений свидетельствует о переходе к стадии заиления ложа. Эта стадия сопровождается механической и химической дифференциацией веществ, характерных для озер, отличается торфообразованием и последующим накоплением торфа. Такой тип накопления осадков (накопление грунтов особого состава и с особыми свойствами) является завершающим в эволюционном ряду заиления водохранилищ: силикатный тип осадконакопления – силикатно-органический – органический.

Особенности осадконакопления в старичных озерах определяются их положением на пойме и интенсивностью водообмена. Накопление донных отложений происходит по реотипу или лимнотипу. В первом типе осадконакопления (тип старицы "Студенческая") старичные озера переживают практически одну стадию занесения, которая периодически прерывается, грунты восстанавливаются, что не способствует накоплению грунтов с высоким содержанием органики. Параллельно со стадией занесения формируется сплавина, идет процесс торфообразования и зарастания по поверхности, т. е. наступает стадия торфонакопления с последующим образованием болота низинного типа.

Во втором типе осадконакопления (тип старицы "Гусиное") накопление отложений идет по полной схеме, характерной для лимносистем: занесения преимущественно кремнеземистыми отложениями, заиления с образованием сапропелевидных отложений и последующим перерастанием в процесс торфонакопления.

Преобладающим типом заиления прудов является процесс занесения их ложа с преимущественным фоновым типом минерального накопления. По мере накопления отложений происходит обмеление прудов и образование на их месте заболоченных земель. Анализ механического и химического состава отложений свидетельствует об их высокой зольности и сходности с почвогрунтами водосбора.

Специфика формирования грунтов карьерных водоемов определяется малой площадью водосбора, низкой продуктивностью, автономностью внутриводоемных процессов. Основными источниками поступления материала являются плоскостной смыл со склонов и отвалов горных пород, остатки нерудных полезных ископаемых. Компактность котловин, гидродинамическая пассивность (отсутствие значимого ветрового волнения, стоковых течений, укрытость котловин), автономность гидроэкосистемы определяют низкую интенсивность накопления автохтонного материала. Валовой химический состав отложений и величина зольности (59–90 %) свидетельствуют о преимущественно минеральном типе осадконакопления. Слабое развитие фитоценозов и их низкая продуктивность определяют небольшое поступление органических веществ во вторичные грунты ($C_{орг}$ меньше 3 %). Это свидетельствует о более продолжительной стадии занесения ложа, а стадия заиления, как и в прудах, отодвигается на более далекую перспективу, финальным исходом которой является полное занесение ложа минеральными отложениями.

Основной особенностью *развития водной растительности* малых водоемов замедленного водообмена является ее генетическая связь с уровнем их трофности, или так называемая временная дифференциация. В зарастании речных водохранилищ установлены четыре стадии: 1) заселения, или начального формирования, 2) устойчивого состояния, 3) полного зарастания и 4) трансформации (замены) водной растительности на болотную.

В процессе формирования зарослей водной растительности происходит смыкание отдельных куртин, фрагментов и формирование устойчивых поясов различного типа. Генетический ряд развития формирующихся поясов растительности имеет вид: несформировавшийся пояс с фрагментами того или другого типа растительности – пояс с фрагментами зарастания – пояс сплошного зарастания – сплавинный (трясинный) пояс.

На стадии устойчивого состояния в малых речных водохранилищах формируется типичная схема зарастания, отличающаяся характерными участками зарастания и типом поясности (фрагментарного зарастания, сплошного зарастания и смешанного, или грубовопятного зарастания), которая отражает временную и пространственную дифференциацию водной растительности [6].

С возрастом водохранилища наблюдается медленное смещение (флуктуация) поясов и верхних участков зарастания от верховьев к плотине с одновременным сгущением полноты зарослей. При постоянном и устойчивом режиме водохранилища полностью зарастают, а водная растительность трансформируется в болотную. Концентричная поясность растительных сообществ, характерная для озер, в искусственных водоемах имеет прерывистый характер в виде отдельных сегментов по геоботаническим участкам.

По характеру зарастания наиболее близки водохранилищам пруды, разделяющиеся на три группы (с развитием преимущественно пояса надводных растений, с преимущественно развитыми погруженными видами и со смешанным зарастанием), которые отражают временные особенности зарастания по мере их эксплуатации.

Зарастание карьерных водоемов обуславливается формой котловины, распределением мелководий, грунтов ложа и их свойствами. В условиях малого или полностью отсутствующего водосбора, а также литорали первыми заселяют водоем планктонные организмы. Поэтому в эволюции растительности выделяются временные фитопланктонные и макрофитные направления развития, имеющие индивидуальные особенности, но стоящие в одном эволюционном ряду. Отсутствие литорали, ограниченное видовое разнообразие (видовая бедность), минеральные грунты, застойный характер водообмена обусловили преобладание в карьерных водоемах погруженных растений (в основном элодеи), слабо выраженную или полностью

отсутствующую полосу надводных. С уменьшением параметров и водообмена, возрастанiem автономности лимносистем наблюдается дальнейшее обеднение видового состава, полное исчезновение характерных поясов растительности и переход к типичным бентальным ассоциациям (элодеи).

Специфические черты зарастания старичных озер обуславливаются автономными и застойными относительно устойчивыми гидрохимическими условиями и гидрологическим режимом, что, в свою очередь, определяет также однообразие видового состава гидрофитов. Однообразная и примитивная схема размещения высокозольных грунтов не способствует их зарастанию. В формировании их зарослей участвует не более 20 видов водных растений. Для старичных озер характерны сплошной и фрагментарно-сплошной типы зарастания. Для изолированных озер с поясно-сплошным зарастанием пояс типичных надводных и погруженных растений практически не выражен, а за сплошным покровом телореза идут нимфейные растения.

На каждом отрезке геологического времени лимносистемы характеризовались конкретными динамически устойчивыми пространственно-временными состояниями с характерной структурой дифференциации вещества и энергии. Часть озер выполнили свою геологическую роль в природе и прошли полный генетический эволюционный ряд развития, реализовав его в принципе развития аквальных ландшафтов, образовании озер дистрофного типа и болотных массивов. Локальные условия формирования стока определили иную скорость *эволюционного развития лимнических процессов*, зафиксировав определенный тип водоемов и отодвинув на более далекую перспективу наступление последнего этапа их развития.

Озера, находящиеся на различных уровнях трофии, следует рассматривать как динамически устойчивые лимносистемы. Выход из состояния трофии происходит в результате накопления количественных показателей, превышающих пороговые значения, которые приводят к качественной структурной перестройке лимносистемы. Этому способствует возрастающее техногенное воздействие на лимносистемы, которое порой приводит к гипертрофированию и полной их деградации, ускоренному перерождению озер в болотный массив. Общий ход эволюции озер до коренной перестройки можно разбить на разные по продолжительности периоды: неустойчивого состояния экосистемы, или стадию становления; стабилизации, или окончательного формирования устойчивой структуры экосистемы; стадию динамически устойчивого состояния, или равновесной лимносистемы. В естественных условиях завершающим этапом развития водоема является его переход на качественно новый уровень, т. е. к лимносистеме, стоящей следующей в эволюционном ряду. Итоговым этапом развития лимносистемы является перерождение озер в качественно новый тип гидрологических объектов – болото.

В конкретных временных рамках и гидрологических условиях водоемы Беларуси с замедленным водообменом, в отличие от лимносистем, имеют разную скорость структурной перестройки, которая проявляется в изменении их внешнего облика и наиболее ярко в визуально выраженных процессах: в формировании береговой линии, осадконакоплении, зарастании ложа. В отличие от типичных озер, эволюция которых охватывает значительный геологический интервал времени и весь генетический ряд биотипов, переход от минерального к органическому и смешанному типу осадконакопления старичные озера, водохранилища, пруды, карьерные водоемы с присущими им гидродинамикой, спецификой гидрологического режима в годичном разрезе и по гидрологическим сезонам осуществляют по иным схемам. На фоне роли стока в этих процессах и интенсивности водообмена формируются качественно новые условия накопления вещества и энергии, заиления и зарастания их котловин.

В результате происходящих структурных изменений нарушается устойчивое и равновесное состояние лимносистем, и водоем эволюционирует или дезэволюционирует. В естественных условиях лимносистема переходит на новый трофический уровень в эволюционном ряду. При создании озерных водохранилищ, например, лимносистема дезэволюционирует, и происходит ее омоложение с изменением трофического уровня в сторону олиготрофии.

С возрастом от верховьев к плотине гидроэкосистема речных водохранилищ приобретает черты лимносистемы, которая окончательно формируется к озеровидной стадии их развития. После заполнения, минуя олиготрофную и мезотрофную стадии, водохранилища приобретают черты слабозэвтрофного или эвтрофного водоема. Форсируя "продукционный эффект подпора" в процессе эволюции, становления лимносистемы и стабилизации гидрологического режима, реофильные гидробионты постепенно заменяются лимнофильными. Завершающим этапом формирования новой экосистемы "малое водохранилище" является преобладание процесса заиления ложа над занесением.

По сравнению с водохранилищами эволюционное развитие природы прудов происходит значительно быстрее. На первой стадии, сочетающей элементы становления и стабилизации, происходят одновременные процессы по переформированию берегов и ложа, образуется зона подтопления, устанавливается гидравлическая связь между уровнями пруда и грунтовыми водами. Уже через 5–7 лет происходит стабилизация видового состава и уже в первые годы эксплуатации наблюдается массовое развитие синезеленых водорослей, или "цветение" воды, характерное для водохранилищ на более поздних стадиях развития. Первая стадия, минуя стадию стабилизации, переходит во вторую – озеровидную, которая наступает в водохранилищах на 25–40-й год эксплуатации. Озеровидная (вторая стадия) отличается отсутствием процесса формирования берегов и ложа, равновесным состоянием, пруды подобны маленьким озерам. Интенсивность заиления составляет 1–2 % от полного объема и отличается устойчивостью. Площади, занятые водной растительностью, увеличиваются, и к концу стадии на фоне полного зарастания акватории прослеживается русловая ложбина. На третьей стадии при полном зарастании ложа водная растительность постепенно заменяется водно-болотной, и процесс перерождения идет аналогично водохранилищам: зарастание происходит одновременно с заилением. Мелководность сопровождается формированием нового русла реки. В водохранилищах этот процесс идет от берегов вглубь, к центру и плотине. Эквивалентность в эволюции природы прудов отличается от водохранилищ в сроках наступления финального состояния. Омоложение прудов, или возвращение на ранние стадии развития, возможно при очистке ложа, его промывке, реконструкции регулирующих сооружений.

В годичном разрезе времени старичные озера отличаются неустойчивостью, периодической (сезонной) изменчивостью гидрологического режима. В весенний период они развиваются как слабо эвтрофные водоемы. К концу летне-осеннего гидрологического периода они приобретают уже черты дистрофирующего водоема и получают относительную стабилизацию. Кратковременный зимний режим прерывается весенним обновлением и омоложением. Временная неустойчивость в развитии стариц является аномальным явлением в эволюционном ряду развития лимносистем.

Обособленное положение старичных озер в пойме способствует ежегодному обновлению водных масс и формированию сезонных (временных) состояний гидроэкосистем с различным уровнем трофии (весеннего наполнения и промывного режима – с признаками олиготрофии, озероподобная эвтрофного типа, озероподобная дистрофного типа). Длительность этой ста-

дии зависит от степени (полной, частичной или постоянной) гидравлической связи с рекой. Изолированные озера-вертебы полностью погибают за 3–4 десятилетия. Большие и вытянутые старицы полесского типа существуют более длительный срок. Их "живучесть" объясняется ежегодным промывным режимом, отсутствием интенсивного процесса накопления ила. Скорость их полного отмирания и перерождения тесно связана с периодами разной водности. Поэтому эти водоемы можно отнести к речным рукавам, т. е. водотокам. Продолжительный период снижения водности вызывает более быстрое дистрофирование и заиливание ложа. Наступление многоводного периода способствует обновлению водоемов.

Было установлено, что подобные условия возникают в карьерных водоемах. Этому способствуют более значительные их параметры. Быстрое снижение уровня их трофии и приближение к стадии отмирания во многом зависят от антропогенного влияния. Небольшой водосбор, слабая водообменность, автономность лимносистемы не способствуют их продолжительному существованию. Следует предположить существование двух стадий в эволюции их природы: псевдоозерной и перерождения.

Проведенные исследования представляют собой научный синтез и фундаментальное решение крупной научной проблемы эволюционного развития водоемов с замедленным водообменом. Это позволило объединить в единый эволюционный ряд разнотипные водоемы, понять сущность их природы, что имеет важное теоретическое и практическое значение.

1. Лопух П. С. Закономерности развития природы водоемов замедленного водообмена, их использование и охрана. Мн., 2000.
2. Широков В. М., Лопух П. С. Формирование малых водохранилищ гидроэлектростанций. М., 1986.
3. Широков В. М., Лопух П. С., Левкевич В. Е. Формирование берегов малых водохранилищ лесной зоны. СПб., 1992.
4. Якушко О. Ф. Озероведение. Мн., 1981.
5. Широков В. М., Лопух П. С. Вилейское водохранилище. Мн., 1989.
6. Лопух П. С. // Гидробиол. журн. 1989. Т. 25. № 2. С. 18.

Поступила в редакцию 24.05.2001.

УДК 911.3 (476)

И. И. ПИРОЖНИК

ГЕОПОЛИТИЧЕСКИЙ ВЫБОР БЕЛАРУСИ В ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЕВРОПЕ



Пирожник Иван Иванович – доктор географических наук, профессор, декан географического факультета. Область научных интересов – экономическая, социальная и политическая география. Автор более 125 научных и научно-методических работ, в том числе одной монографии, трех учебных пособий.

There were examined the processes of social-economical transformation of countries of Central-Eastern Europe, were separated out three groups of countries, which differ by the depth of structural reforms, economical dynamics, and the directivity of integration procedures. Shown negative and positive aspects of social-economical development of Republic of Belarus, possible geopolitical scenarios of its development. Geopolitical choice of Belarus in integrated Europe.

Регион Центрально-Восточной Европы (ЦВЕ) после геополитических изменений начала 1990-х гг. насчитывает 19 стран, занимающих около 64 % территории европейского континента, где проживает почти 38 % его населения. В мировой геоэкономической системе регион ЦВЕ концентрирует 5,75 % населения, но его удельный вес в мировом ВВП не превышает

Социально-экономическое развитие стран

Страна	Население, тыс. чел.	ВВП, млрд долл.	ВВП на душу населения, долл.	Темпы роста ВВП на душу в 1990–1998, %	Средне- годовые темпы инфляции 1990–1998, %
Беларусь	10 300	22,3	2 180	–2,2	449,9
Россия	147 400	331,8	2 260	–7,0	230,9
Украина	50 900	49,2	980	–10,1	440,0
Молдова	4 400	1,7	380	–12,7	173,9
Эстония	1 400	4,9	3 360	–1,8	75,4
Латвия	2 400	5,9	2 420	–5,5	71,1
Литва	3 700	9,4	2 540	–4,8	111,5
Польша	38 700	151,3	3 910	3,7	26,9
Чешская Республика	10 300	53,0	5 150	–1,6	13,7
Словакия	4 700	19,9	3 700	–0,1	11,4
Венгрия	10 100	45,7	4 510	0,2	22,0
Румыния	22 500	30,6	1 360	–2,6	113,8
Болгария	8 300	10,1	1 220	–2,0	116,9
Словения	2 000	19,4	9 780	1,2	27,0
Хорватия	4 500	20,8	4 620	–1,5	131,2
Македония	2 000	2,6	1 290	–5,6	17,9
Босния и Герцеговина	3 675	1,9	600	–	–
СР Югославия	10 635	20,6	1900	–1,2	–
Албания	3 100	2,7	810	–0,8	51,5

Примечание. Составлена по [2, 3]: * – ВВП в 1995–1996 гг.; ** – по сравнению

4,15 %. Доля Республики Беларусь составляет соответственно 0,17 и 0,13 % [1].

Очевидно, что геоэкономическое и политическое развитие европейского региона в XXI в. не может не учитывать динамику социально-экономических процессов в странах ЦВЕ. Десятилетний процесс политических и экономических реформ привел к значительной дифференциации стран региона по степени реализации реформ рыночной экономики, уровню социально-экономического развития и геополитической ориентации. Страны Восточно-европейского региона СНГ – самый крупный по всем демографическим, ресурсным и экономическим показателям субрегион ЦВЕ – концентрируют 50,4 % ВВП, страны Балтии – 2,5 %, а центрально-европейские – 47,1 % (таблица). При этом за 1990–1997 гг. произошло снижение удельного веса восточноевропейского региона СНГ в мировом ВВП с 4,81 до 2,15 % (более чем в 2,2 раза), а центральноевропейских и прибалтийских стран – с 2,5 до 2,0 % (в 1,5 раза). Итоги социально-экономической трансформации вызвали разнонаправленные тенденции в динамике основных макроэкономических показателей стран ЦВЕ. В небольшой группе центральноевропейских стран отмечается незначительный устойчивый рост ВВП (Польша, Чешская Республика, Венгрия, Словения) при относительно высоком уровне безработицы и инфляции, внешней задолженности, росте доли сектора услуг в структуре производимого ВВП, сохранении производительности труда в промышленности на среднемировом уровне. В большинстве стран СНГ кризисные явления проявляются в большей степени при гиперинфляции, замедленности структурных изменений, падении как абсолютных объемов производства, так и снижении уровня производительности труда в промышленности. В балканских странах эти процессы носили более дифференцированный характер, сопровождались рядом вооруженных конфликтов, но отсутствие конкретных экономических показателей затрудняет сопоставление со всеми странами региона. Применение методов таксономического анализа к типологии стран ЦВЕ по комплексу макроэкономических показателей [4] позволяет выделить среди этих стран несколько групп. Использование комплекса показателей для 1998 г. (объем ВВП на душу населения, темпы рос-

Центрально-Восточной Европы (1998 г.)

Уровень безработицы, %	Внешняя задолженность, долл./чел.	Младенческая смертность, на 1 тыс. живорожденных	Ожидаемая продолжительность жизни, лет	Структура ВВП, %			Производительность труда в промышленности, **
				сельское хозяйство	промышленность	услуги	
2,3	108,6	27	68,0	13,4	46,1	40,5	0,63
13,3	1 250,2	25	66,6	7,3	35,3	57,4	0,52
4,3	253,7	22	68,8	14,4	34,4	51,2	0,40
1,9	232,2	35	67,5	28,9	31,3	39,8	0,33
5,1	550,3	22	68,7	6,3	26,7	67,0	0,61
9,2	316,9	22	68,4	4,7	29,4	65,9	0,51
6,9	541,7	23	69,9	10,4	32,6	57,0	0,66
10,6	1 235,7	11	72,5	6,0	39,0	54,0	1,05
6,5	2 459,7	6	73,9	4,2	39,2	56,6	1,07
15,6	1 834,4	10	73,0	4,4	31,6	64,0	0,90
8,0	2 505,8	11	70,9	6,0	34,0	60,0	1,20
10,3	406,6	24	70,0	16,4	40,1	43,4	0,55
12,2	1 202,3	17	71,1	18,7	25,5	55,7	0,43
14,6	2 414,8	5	74,5	4,0	38,6	57,4	1,10
18,6	1 775,8	9	72,6	8,9	32,4	58,7	0,62
41,4	1 190,6	27	73,1	11,4	28,3	60,3	0,35
–	–	19	73,3	–	–	–	–
–	–	21	72,8	–	–	–	0,46
17,6	246,5	37	72,8	54,4	24,5	21,1	0,30

с мировым уровнем, принятым за единицу, 1997 г. [1].

та ВВП в 1990–1997 гг., среднегодовые темпы инфляции, уровень безработицы, внешняя задолженность, младенческая смертность, ожидаемая продолжительность жизни, структура произведенного ВВП) позволило выделить три группы стран:

1) с глубокими структурными реформами, связанными с внедрением рыночной системы хозяйствования, признаками экономического роста, широким развитием процессов интегрирования в мирохозяйственную систему (Словения, Чешская Республика, Польша, Венгрия, Словакия, Хорватия, Эстония);

2) с начатыми структурными реформами, относительной экономической стабилизацией (после фазы кризисных явлений первой половины 1990-х гг.), разнонаправленной ориентацией интеграционных процессов (Россия, Беларусь, Литва, Латвия);

3) с проведением начальных структурных реформ либерального характера, сопровождающихся глубокой экономической стагнацией, падением уровня жизни населения (Украина, Болгария, Румыния, Молдавия, Албания, Македония).

Показательно, что Республика Беларусь, несмотря на всю противоречивость оценок ее трансформации, по уровню макроэкономических показателей входит в группу «стран-середняков». Эту позицию подтверждает и 9-е место Беларуси среди 19 стран ЦВЕ по индексу развития человеческого потенциала в 2000 г. [5].

Динамика экономического развития Беларуси и структурной перестройки экономики в 1990-х гг. характеризовалась после фазы спада в 1992–1994 гг. относительно высокими темпами экономического роста, который не сопровождался качественными изменениями (невысокая общая рентабельность, инерционная структура секторов экономики, стагнация информационного сектора [5, 6]). Экономическое недоразвитие замедляло структурные изменения, что явилось тормозом технологической модернизации и активного выхода на мировые рынки. При этом Беларусь – страна с открытой экономикой, где доля экспорта в общем объеме ВВП составляла в 1998 г. 62 %, что выше уровня стран ЦВЕ (Чешская Республика – 60 %, Словения – 57, Венгрия – 50 %). В период десятилетней трансформации в Беларуси: 1) не

удалось завершить широкомасштабной приватизации (в конце 1990-х гг. доля частного сектора в ВВП Беларуси не превышала 20 %, тогда как в Польше этот показатель равнялся 65 %, Эстонии – 70, Чехии – 75, Венгрии – 50 %); 2) не была создана завершенная институциональная и законодательно-правовая среда рыночной экономики; 3) существовала острая нехватка финансово-инвестиционных ресурсов для реструктуризации экономики; 4) сохранялись элементы внешнеполитической изоляции [5, 7].

Положительными чертами белорусского общества и сейчас остаются сохранение социального мира и стабильности, отсутствие глубокой социальной поляризации и расслоения (соотношение доходов 20 % самых богатых семей к 20 % самых бедных выросло с 2,8 в 1993 г. до 4,0 в 1998 г. [5]). Несмотря на тот факт, что Беларусь является одним из европейских лидеров по расходам на социальную сферу (около 14 % ВВП страны в 2000 г.), более 2/5 всего населения (46,75 % в 1999 г. и 41,9 % в 2000 г.) имеют доходы ниже бюджета прожиточного минимума [8]. Все это отрицательно сказывается на затянувшемся процессе самоидентификации белорусской нации, формирует высокий эмиграционный потенциал (по данным социологического опроса 2000 г., почти 35 % респондентов изъявили желание поменять страну постоянного места жительства [5]), отрицательно сказывается на динамике демографических процессов и формировании оптимальной системы расселения [9].

Геополитический и геоэкономический выбор Беларуси в начале XXI в. отражает как проблемы экономического развития, так и общественного сознания и представлен небольшой совокупностью возможных вариантов, реально конкурирующих друг с другом. К основным вариантам выбора можно отнести [5, 7]:

1. «Беларусь – Россия: союзное государство». В условиях зависимости от поставок топливно-энергетических ресурсов и заинтересованности в поставке белорусских товаров и услуг на российский рынок такой союз в определенной мере консервирует технологическую отсталость белорусской экономики (в промышленности только около 18 % всего парка машин и оборудования соответствует мировому уровню), а попытки в рамках таможенного союза каждого из государств решать свои проблемы без учета интересов партнера ведут к большим совокупным потерям, чем суммарная выгода партнеров [10]. Курс на либеральные рыночные реформы в России слабо согласуется с ориентированной на государственное регулирование экономикой Беларуси. По данным социологических опросов за союз Беларуси и России высказывается более 53 % республиканской квотно-пропорциональной выборки (против – 20 %, не определились – 23 %), при этом 46,9 % респондентов ожидают прежде всего достижения экономической стабильности, более 24 % считают, что объединение будет формальным [11]. В геополитическом плане этот вектор не получает международной поддержки из-за опасности возрождения «имперских амбиций» России, что может усилить изоляционизм и обострение отношений «союзного государства» со странами Европы.

2. «Беларусь – многовекторная интеграция». В условиях маломасштабной экономики, незавершенности процессов реструктуризации, нехватке инвестиционных ресурсов, с одной стороны, такой вариант не имеет значительных шансов на успех из-за слабости экономической базы (частично влечет неэффективное использование ограниченных ресурсов), а с другой – может привести Беларусь к роли «транзитного государства», обеспечивающего интересы более сильных партнеров (Россия – Германия в «неоконтинентальном блоке»), представляющего сферу «жизненных интересов», где сконцентрирован важный узел трансконтинентальных коммуникаций.

3. «Беларусь – рационализация выбора». Возможный вариант с учетом процессов биполярной интеграции через развитие партнерских отношений с Востоком (все страны СНГ) и Западом (Европейский союз) и углубление рыночных реформ (формирование благоприятной бизнес-сферы и завершение институциональных преобразований в условиях экономической глобализации), расширение регионального содружества со всеми странами, отказ от конфронтационной риторики и активное продвижение внешнеполитических инициатив («ЦВЕ – без ядерного оружия», «НАТО – от Вашингтона до Ванкувера», включая Россию, Японию и др.). Очевидно, что основу для реализации таких мероприятий даст реализация основных положений «Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2001–2005 гг.», которыми предусматривается создание постиндустриальной экономики с активной инновационной и инвестиционной политикой. В частности, начиная с 2003 г. намечается привлечение до 1 млрд долл. зарубежных инвестиций в основные производственные фонды, увеличение расходов на науку до 1,8 % ВВП в 2005 г. По оценкам специалистов, для структурной перестройки всей экономики в течение десяти лет потребуются около 50 млрд долл., а объем привлеченных зарубежных инвестиций не превышает пока 1,3 млрд долл. [7]. Через укрепление демократических институтов (57 % граждан Беларуси сознательно поддерживают эту форму организации общества) развитие рыночных механизмов и создание условий для раскрытия потенциала каждого человека Беларусь станет полноправным членом интегрированной Европы XXI в.

1. Болотин Б. // Мировая экономика и международные отношения. 1998. № 10. С. 113.
2. Доклад о развитии человека за 2000 год. Нью-Йорк, 2000. С. 202.
3. The World Almanac and Book of Facts. 1999. P. 760.
4. Piroznik I. // Preobrazenia srodowiska geograficznego w przygranicznej strefie Gornoslasko-Ostrawskiego regionu przemysłowego. Sosnowiec, 1995. С. 100.
5. Беларусь: выбор пути (Национальный отчет о человеческом развитии). Мн., 2000. С. 112.
6. Абрамау І. М. // Беларусь на мяжы тысячагоддзя. Мн., 2000. С. 252.
7. Юданов Ю. // Мировая экономика и междунар. отношения. 2000. № 11. С. 104.
8. Грыб С. // Звезда. 2001. 18 мая. С. 4.
9. Пірожнік І. І. // Беларусь на мяжы тысячагоддзя. Мн., 2000. С. 242.
10. Точицкая І. Э. // Бел. экон. журн. 2000. № 4. С. 90.
11. Кравцова Ж. // Сов. Беларусь. 2001. 27 марта. С. 2.

Поступила в редакцию 24.05.2001.

УДК 911.3.003 (7)

А.В. ТОМАШЕВИЧ

МЕЖДУНАРОДНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ НА ПУТИ К ГЛОБАЛИЗМУ (североамериканский вариант)

Томашевич Александр Владимирович – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономической географии зарубежных стран. Область научных интересов – география мирового хозяйства, экономические проблемы природопользования. Автор более 100 печатных работ, в том числе автор и соавтор 5 монографий.

The role of regional international integration as an objective tendency of common society development process in condition of Economic globalization is considered in the paper. Positive and negative results of this process are examined.



XX в. отличался исключительной насыщенностью знаковыми событиями во всех сферах мирового хозяйства: разрушением колониальной системы в 1950-х гг., распадом социалистического сообщества и СССР в 1990-х, объединением Западной Европы, выходом на мировую арену новых

индустриальных стран, научно-технической революцией, транснационализацией мировой экономики и, наконец, общей тенденцией глобализации всей мирохозяйственной системы путем поступательного развития региональной интеграции.

Все эти макротрансформации повлекли за собой множество событий политического, экономического и социального характера, изменили политическую карту мира и предопределили новые и новейшие тенденции и сдвиги в структуре и территориальном размещении производительных сил.

Значительным событием в современном мире оказался эволюционный переход ряда наиболее развитых стран к постиндустриальной стадии развития. Это привело к глубоким изменениям не только в отдельных странах, но и в мировом хозяйстве в целом. Под воздействием процесса постиндустриализации структура производства и потребления мирового ВВП постепенно сдвигается в сторону сферы обслуживания. Меняются приоритеты в области развития и размещения отраслей мирового хозяйства, мировой торговли, функций кредитно-финансовой системы, мировой науки и т. п.

Следует отметить, что характер и основные тенденции макротрансформации мирового хозяйства в XX в. не были спонтанными. Весь ход событий был вполне четко предопределен логикой хода истории капиталистического общества на этапах его развития. Динамика индустриальной эпохи XIX и XX ст., закономерности смены стадий и этапов развития нашли свое отражение в многочисленных теориях и футурологических изысканиях ученых различных специальностей.

Среди них основное место занимают теории меркантилизма, абсолютных и сравнительных преимуществ, теории стадий экономического роста и цикличности развития нового индустриального общества, единой цивилизации, упадка империй и т. п. Все они в определенной степени пытались объяснить и предвосхитить локальные, региональные и общемировые тенденции политических, экономических и социальных процессов, происходящих в мировом хозяйстве. Однако мирохозяйственная система оказалась настолько динамичной, мощной и противоречивой, что уложить ее в прокрустово ложе какой-либо теории оказалось невозможным.

Наиболее сложной для теоретических изысканий и прогнозов оказалась география мирового хозяйства. Исследования ученых западных стран, а также России и Беларуси в последние годы были акцентированы главным образом на проблемах интеграции и дезинтеграции в постсоветском пространстве, в Европе, на Ближнем Востоке и в других регионах мира, где эти процессы протекали особенно интенсивно. Это естественно, так как динамика региональных геополитических преобразований наиболее активно влияет на формирование мирового глобального хозяйства третьего тысячелетия. И хотя глобализация, как таковая, захватила пока только важнейшие инфраструктурные сектора мировой экономики, ее развитие воспринимается как прямая угроза национальным интересам и все чаще встречает протест со стороны общественности многих государств.

Глобализация экономики в ущерб национальному суверенитету, национальной культуре, обычаям вызывает усиливающееся противостояние даже в уже сложившихся регионах постиндустриального развития, где экономика, политика и культура в значительной степени интегрированы. Примером может служить Канада, где общественный протест против тенденций глобализации совсем недавно вылился в уличные беспорядки с погромами, пожарами и жертвами среди населения. Эти события явились, по-видимому, реакцией на те противоречия, которые возникли внутри североамериканской интеграции на этапах ее становления и развития. Для решения этого важного вопроса, которое может помочь разобраться в исторической роли интеграционных процессов, следует рассмотреть некоторые теоретические

концепции региональной интеграции, раскрывающие ее сущность как объективного процесса, обеспечивающего стартовые условия всеобщей интернационализации и глобализации мировой экономики.

Генетические корни интеграции были вскрыты и обоснованы еще классиками марксизма-ленинизма. «Крупная промышленность, – писал Ф. Энгельс, – уже тем, что она создала мировой рынок, так связала между собой все народы земного шара, в особенности цивилизованные народы, что каждый из них зависит от того, что происходит у другого» [1]. В.И. Ленин также видел прямую связь экономической интеграции с прогрессом техники, специализацией и развитием рынка. «Прогресс техники, – отмечал он, – должен повести за собой специализацию различных частей производства, обобществление их и, следовательно, увеличение рынка» [2], «необходимость поиска внешнего рынка... наглядно показывает прогрессивную историческую работу капитализма, который разрушает старинную обособленность и замкнутость систем хозяйства... который связывает все страны мира в единое хозяйственное целое» [3]. Под обобществлением производства понимается его выход за национальные границы отдельных стран и слияние в единый хозяйственный комплекс с другой страной или группой стран в масштабе региона. Обобществление производства, его специализация, в свою очередь, раздвигают границы внутреннего национального рынка, превращая его в региональный.

Таким образом, была определена принципиальная сущность международной интеграции как объективного неизбежного процесса закономерного развития производительных сил. За годы второй половины XX ст. международная интеграция приобрела все признаки объективного всеобщего закона, инициирующего углубление интернационализации хозяйственной жизни.

По мере развития мирового хозяйства усложняются формы и механизмы интеграционных процессов. В различных регионах мира по-разному проявляются конечные цели интеграции, ее влияние на пространственные и скоростные параметры экономического развития.

Основными отличительными чертами интеграционных процессов в регионах мира являются следующие:

- мотивы интеграции и конечная цель взаимодействия национальных экономик;
- степень участия транснациональных корпораций (ТНК) и углубление охвата хозяйственных структур интегрирующих субъектов;
- участие государства и роль политической заинтересованности в интеграции;
- целостность интеграционного объединения с точки зрения полноты институциональной структуры, надежности юридических гарантий и экономических соглашений.

Степень зрелости интеграционных образований, их устойчивая эффективность зависят от гармоничного сочетания интересов предпринимателей, ТНК и официального курса правительств стран-партнеров. Многолетняя практика международной интеграции свидетельствует о том, что одного официального курса на хозяйственно-политическую интеграцию стран-партнеров, как правило, бывает недостаточно. Только общие производственно-сбытовые интересы, которые могут обеспечить внутрифирменное перераспределение затрат, квотирование выпуска однотипной продукции, устранение внутрифирменной конкуренции и других барьеров свободного предпринимательства, способны упрочить экономическую интеграцию и создать материальную основу для политического альянса, даже в ущерб некоторым интересам одной из сторон интеграционного процесса.

Следует, однако, отметить, что в конце XX ст. приоритеты в мотивации региональной международной интеграции сместились в сторону влияния

геополитических факторов. Геополитические интересы стран-партнеров по интеграции становятся важнейшим условием осуществления конкретной международной политики, инструментом выбора наиболее эффективной и относительно безопасной стратегической позиции в мире.

Среди геополитических воззрений на этот счет интересны взгляды американского социолога Н. Спикмена (1893–1943). В своих работах, развивая геополитические доктрины американского историка, адмирала А. Мэхэна (1840–1914), Спикмен сформулировал десять критериев, определяющих геополитическое положение государства:

- характер поверхности территории;
- природа границ;
- численность населения;
- наличие или отсутствие полезных ископаемых;
- экономическое и технологическое развитие;
- финансовая мощь;
- этническая однородность;
- уровень социальной интеграции;
- политическая стабильность;
- национальный дух.

«Если суммарный результат оценки геополитических возможностей государства по этим критериям оказывается относительно невысоким, это почти автоматически означает, что данное государство вынуждено вступать в более общий стратегический союз, поступаясь частью своего суверенитета ради глобальной стратегической геополитической протекции» [4]. У Н. Спикмена, таким образом, важнейшим аргументом межгосударственной интеграции выступает, по существу, экспозиция географических и геополитических признаков, а целевой установкой интеграции – интересы политической, экономической и военной стратегии. Концепция Н. Спикмена в годы ее наибольшей популярности (сразу после второй мировой войны) была направлена на обоснование геополитической формулы неизбежного достижения Соединенными Штатами Америки мирового господства. В наше время идеи Н. Спикмена возрождаются на новой основе – глобализации мирового хозяйства. Если в принципе глобализация как высшая стадия международной интеграции – явление достаточно прогрессивное, его отторжение во множестве регионов мира объясняется тем, что на лидерство в этом процессе претендуют США, известные своим бескомпромиссным экономическим и военным экспансионизмом. Вся история североамериканской интеграции на «коротком плече» свидетельствует о стремлении США по отношению к своим партнерам, главным образом к Канаде, укрепить свою лидирующую роль в регионе и в мире в целом за счет эксплуатации канадских ресурсов, не считаясь с национальными интересами этой страны. Достаточно привести несколько примеров из истории становления и развития отношений США и Канады, чтобы понять, что антагонизм между партнерами был заложен еще до официального образования интеграционного объединения НАФТА и еще более усугубился в 1980–1990-х гг. Уже накануне «великой депрессии» (кризис 1929–1933 гг.) частный американский капитал доминировал в экономике Канады, подавляя ее стремление выйти из кризиса за счет расширения экспорта и сокращения импорта, имея в виду прежде всего американского партнера. Однако США ввели в 1930 г. дискриминационный тариф Хоули–Смута, преградив путь канадскому экспорту, на что Канада, в свою очередь, повысила пошлины на американские товары с 22 до 35 % общей стоимости импорта. Это был первый виток торговой войны между США и Канадой.

В 1980-х гг. экономика Канады попала в еще большую зависимость от США за счет существенной разницы в экспортно-импортных квотах (табл. 1).

Таблица 1
Экспортно-импортные квоты США и Канады
в 1983 г., % [5]

Страна	Экспортные квоты			Импортные квоты		
	общая	внутренняя	внешняя	общая	внутренняя	внешняя
США	6,1	1,1	5,0	9,4	1,8	7,6
Канада	22,7	16,5	6,2	22,3	16,0	6,3

Как видно из данных табл. 1, в этот период внутренняя экспортная квота Канады в 15 раз превышает американскую. Это значит, что если для канадского по-

требителя предназначается экспорт, объем которого немного превышает 1 % ВВП США, то канадские поставки в США эквивалентны 1/6 части национального продукта Канады. Из этого делается вывод, что экономика Канады в 1980-х гг. находилась в довольно большой зависимости от американской хозяйственной политики и экономической конъюнктуры. Примерно в эти же годы американский капитал контролировал более 80 % крупных машиностроительных компаний Канады и производства транспортного оборудования, около 80 % электроники, более 70 % химической и металлургической промышленности. К началу XXI ст. ситуация практически не изменилась, только еще больше возрос интерес монополий США к сырьевым и энергетическим ресурсам Канады. Добыча нефти в Канаде в настоящее время превысила отметку 120 млн т в год, природного газа – 170 млрд м³, каменного угля – 40 млн т, урана – 9,7 тыс. т, железной руды – 50 млн т, медных руд (по меди) – 0,7 млн т, цинковых (по цинку) руд – более 1 млн т. Доля импорта минеральных ресурсов из Канады во всем импорте США по алюминию, меди, молибдену, никелю, урану, цинку, асбесту, калию давно превысила 50 %, а по нефти, природному газу, пиломатериалам, бумаге достигла почти 100 %-й отметки.

В 1992 г. между тремя странами – США, Канадой и Мексикой – было подписано соглашение о создании зоны свободной торговли НАФТА, которое вступило в силу с января 1994 г. Это соглашение явилось продолжением двустороннего договора о свободной торговле между США и Канадой 1988 г. Предполагается, что на протяжении последующих 15 лет между партнерами будут устранены основные торговые и инвестиционные барьеры и ликвидированы таможенные пошлины. Для усиления экологического контроля и регулирования миграционных потоков рабочей силы созданы специальные трехсторонние комиссии.

Интеграционное объединение НАФТА охватывает огромную территорию Североамериканского континента с населением 370 млн человек, располагает большим экономическим и демографическим потенциалом, но отличается уровнем развития партнеров (табл. 2).

Таблица 2
Относительные величины ВВП и ВВП на душу населения США, Канады и Мексики (в % к уровню США) [6]

Страна	1980 г.	1990 г.	1993 г.
ВВП			
США	100	100	100
Канада	10,4	9,4	9,4
Мексика	4,4	5,5	5,5
ВВП на душу населения			
США	100	100	100
Канада	90	97,3	87,7
Мексика	22,8	12,9	15,8

Образованием НАФТА были впервые институализированы экономические отношения США, Канады и Мексики, причем Канада официально закрепила за собой статус привилегированного торгово-экономического партнера США. Мексика, получив доступ к американскому и канадскому рынкам в режиме свободной торговли, приобрела возможность ускорить свое экономическое развитие за счет экономии на масштабах производства, дешевой рабочей силы, экспорте

природных ресурсов и инвестиций северных партнеров. Однако истинные интересы США в создании НАФТА просматриваются в несколько иной плоскости, а именно в наращивании экономического потенциала за счет партнеров для сохранения своего лидирующего положения в мире и надежного

противостояния относительно Европейского союза и международных региональных объединений в Азии. Казалось бы, все партнеры НАФТА должны быть удовлетворены, и новейший феномен мирового развития «глобализация мирового хозяйства» должен быть воспринят адекватно интересам своего лидера – США.

Однако новое стремление США к лидерству в глобальном варианте напоминает населению Канады десятилетия экономической дискриминации и подавления инициатив в области развития национальных отраслей хозяйства, способных конкурировать с США, поражение в войне с Вьетнамом, где канадские солдаты проливали кровь за чужие интересы, стремление превратить страну в один из главных арсеналов ВПК США в подготовке «звездных войн» и т. п.

Протест населения Канады, равно как и многих других стран, против глобализации мировой экономики основан на естественном нежелании стать заложником новых геополитических устремлений международного капитала во главе с США.

Процесс глобализации объективно является явлением позитивного характера с точки зрения подтягивания развивающегося мира к новейшим достижениям мировой цивилизации, но в то же время таит в себе мощный заряд борьбы народов за национальный суверенитет и независимость от прессинга международного капитала.

Процесс ускоренной глобальной интеграции, как и распада систем, таит в себе взрывную энергию, чреватую мировыми катаклизмами.

Интеграция Беларуси, России и других стран на основе демократических принципов, равноправия и взаимопомощи в условиях современного мира является жизненно необходимой.

1. Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 4. С. 334.
2. Ленин В. И. Полн. собр. соч. Т. 1. С. 95–96.
3. Там же. Т. 3. С. 40.
4. Тихонов Ю. В. Геополитика. М., 1998.
5. Лавровская Т. В. Североамериканская интеграция. М., 1987.
6. Шишков Ю. В. // МЭМО. 1994. № 11. С. 125.

Поступила в редакцию 28.05.2001.

УДК 338.1:91:711.437(476)

Г.С. СМОЛЯКОВ

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ БЕЛАРУСИ



Смоляков Геннадий Степанович – кандидат географических наук, доцент кафедры экономической географии Беларуси и государств Содружества, заместитель декана географического факультета. Область научных интересов – социально-экономическая география. Автор более 100 работ, в том числе восьми монографий и брошюр и семи учебных и учебно-методических работ.

It is discussed the specific features of the agricultural landscape dynamic as the system of Belarus region and they specific (conception) model. There is the division scheme into the macrodistrict.

Довольно часто термин «сельская местность» трактуется как совокупность сельскохозяйственных и аграрно-промышленных предприятий или рабочих мест и локальных систем сельского расселения на определенной территории. В настоящее время в географических исследованиях сложились два направления, определяющие содержание термина «сельская местность»: 1) «внегородское», которое рассматривает сельскую местность как пространство вне

городов; 2) «характеристическое», основанное на типологическом подходе к подбору отличительных сторон.

В пределах сельской местности взаимодействуют и взаимообусловлены различные элементы ее жизненного пространства. Это – обитаемые, отчасти преобразованные человеком, многофункциональные, традиционные в образе жизни населения территории. Характерными чертами сельской местности являются руральные или полуруральные генезис и функции, низкие показатели преобразованности территории, относительный консерватизм образа жизни, меньшая по сравнению с городами концентрация населения.

Географические особенности сельской местности Беларуси определяются ее пространственной иерархией. На макроуровне она представлена крупными регионами, имеющими различные показатели социально-экономического развития и освоенности территории. На мезоуровне – сельскими регионами, имеющими различные признаки. На микроуровне – однородными по определенному признаку территориями независимо от их иерархии. Кроме того, на границе городской и сельской местностей существует пригородная переходная зона, носящая признаки обеих систем, но обладающая своими специфическими чертами. Территории вдоль государственных, а иногда и административных границ относятся к проблемным регионам.

Наблюдаемый ныне системный кризис сельской местности Беларуси является результатом ряда ошибок в области аграрной политики в предыдущие десятилетия. К таковым относятся несбалансированность интересов крестьян и других слоев общества, ликвидация «неперспективных» населенных пунктов, ограничение прав собственности производителя на созданную им продукцию, политика «стирания граней между городом и деревней», превращение сельскохозяйственного труда в разновидность индустриального и т. д. Несмотря на то что такая аграрная политика привела к некоторым позитивным изменениям в характере и результатах труда сельских жителей, все же увеличился разрыв между уровнем и качеством жизни в городской и сельской местности.

Ускоренное развитие промышленности Беларуси в 1960–1970-е гг. предопределило массовую миграцию трудовых ресурсов из сельской местности, а «индустриализация» сельского хозяйства почти повсеместно завершила разрушение традиционного сельского уклада жизни. В меньшей степени оно проявилось в западной части страны, поэтому конечные производственные показатели здесь, как правило, были выше. Особенно это характерно для Гродненской области, где лучшие природные условия и выше агротрудовой потенциал.

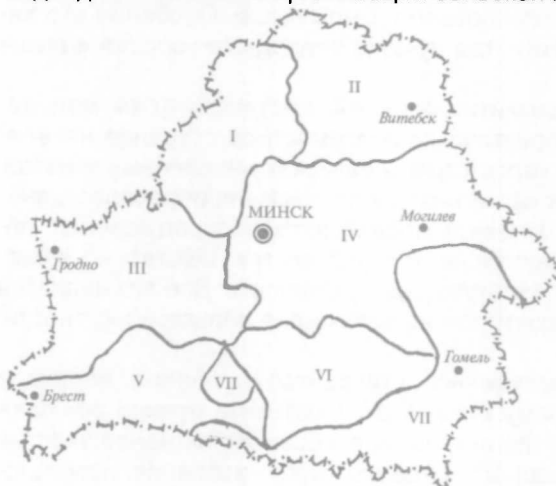
Отрицательно сказался на развитии сельской местности отток молодежи, результатом чего явилось практически повсеместное старение населения, ежегодное исчезновение с карты страны сельских населенных пунктов, «люмпенизация» определенной части населения, вызванная распространением алкоголизма и самоотстранением производителей продукции от результатов своего труда. Разрушаются не только дома и хозяйство, но и быт, уклад жизни людей, их история, культура, нравственность. Все это является мощным дестабилизирующим фактором не только для сельской местности, но и для страны в целом.

В сложившихся условиях актуальной становится проблема перехода сельской местности к устойчивому развитию. Основными путями решения этой проблемы являются: развитие рыночных отношений, активное участие в преобразованиях в сфере аграрного труда местного населения, использование передовых технологий производства, поддержка государства в ценовой, инновационной и других областях, использование преимуществ географических особенностей территории. Технократическую централистскую концепцию развития сельской местности необходимо заменить гибкой систе-

мой, основанной на местных условиях и традициях. В результате этого должны сформироваться саморазвивающиеся социо-эколого-экономические территориальные системы, в которых интересы государства будут сочетаться с местными интересами, а устойчивое развитие сопровождаться укреплением самобытности территории с ее культурными и материальными ценностями, ослаблением антропогенной нагрузки, рациональным использованием природных ресурсов, местной промышленности, восстановлением или развитием ремесел, промыслов, туризма, рекреации, валеологии и др.

Интенсивное развитие предпринимательства, основанного на местных традициях, способствует ускоренному развитию сельской местности. Так, например, традиционное занятие жителей д. Ольшаны Столинского района Брестской области овощеводством при чисто рыночных отношениях производителей и потребителей уже сейчас привело к коренному изменению не только облика населенного пункта, но и образа, и уклада жизни населения. В то же время огромное количество сельских населенных пунктов в Поозерье находится в стадии стагнации, и без помощи государства выправить положение невозможно. В процессе вовлечения в экономический оборот местных ресурсов и формирования конкурентоспособного и экологически гармоничного сельского, лесного и водного хозяйства, диверсификации сельскохозяйственного производства путем повышения экономической активности населения, изменения форм собственности, возрождения традиционных ремесел и промыслов, развития современной производственной инфраструктуры, туризма и отдыха преобразование сельской местности может идти в направлении рекреационно-валеологической и лесохозяйственной деятельности.

Иная ситуация складывается на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Техногенная катастрофа объединила в единый комплекс проблем территории, различавшиеся местными природными и социально-экономическими условиями. Тем не менее единых рекомендаций по устойчивому развитию сельской местности в этих районах быть не может, что определяется не различиями в структуре и развитии местностей, а в уровнях радиационного загрязнения. Чрезвычайная пестрота таких уровней определяет такое же разнообразие подходов и способов организации сельской местности.



Макрораионирование сельской местности
Макрораионы: I – Западно-Поозерский; II – Восточно-Поозерский;
III – Западно-Центральный; IV – Восточно-Центральный; V – Западно-Полесский; VI – Восточно-Полесский; VII – Юго-Восточный

Географические особенности развития сельской местности проявляются как на макроуровне (рисунок), так и на мезоуровне (районы, разнотопонимные от крупных городов, проблемные регионы и т.п.), и на микроуровне (административные районы, местные системы расселения). Поэтому решение проблем в каждом конкретном случае требует индивидуального подхода, в связи с чем резко возрастает роль местного самоуправления, что, в свою очередь, требует реорганизации территориально-административного деления страны.

Направление развития сельской местности в зависимости от ее иерархии имеет свой характер и формы. Для макрорайонов актуальны аграрно-политические цели, условия осуществления аграрной политики, охрана окружающей среды, продовольственная безопасность. Для мезорайонов устойчивое развитие предполагает регулирование сельскохозяйственного производства, природного окружения, землеустройства, водного хозяйства и т. п. В отношении микрорайонов наиболее значимы конкретное управление ландшафтами, защита природной среды, формирование здоровой социально-экономической среды обитания, рационализация землепользования, озеленение и благоустройство территории, лесопользование в природоохранных зонах и т. д.

По мнению Чепурных Н.В. и др. [1], основными этапами планирования устойчивого развития сельской местности являются: 1) определение объема работы; 2) общий анализ (социальные, экологические и экономические характеристики); 3) специальный анализ; 4) интеграция результатов анализа и предварительный прогноз направлений развития сельской местности; 5) разработка концепции устойчивого развития; 6) стратегия внедрения; 7) программные мероприятия; 8) реализация программы. Такой подход является попыткой упорядочения достаточно разнообразных проявлений ситуации в регионах, стремление заменить многообразие географических различий определенной унифицированной системой.

Отрыв главной производительной силы – человека – от среды его обитания не позволит отразить существующие связи на конкретных территориях [2]. Необходимость комплексного подхода к исследованию и планированию развития сельской местности обуславливается ее развитием как устойчивой системы.

1. Рекомендации по устойчивому развитию сельской местности / Под рук. Н.В. Чепурных. М., 1999.

2. Смоляков Г.С., Яцухно В.М. Экологические проблемы территориальной организации аграрного природопользования // Проблемы территориальной организации общества: Тез. докл. науч. конф. (январь 1993). Пермь, 1993. С. 145.

Поступила в редакцию 28.07.2001.

УДК 622.20; 551.4 (476)

М.Г. ЯСОВЕЕВ

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕНЕЗА



Ясовеев Марат Гумерович – доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры динамической геологии, заведующий НИЛ геолого-экологических проблем, лауреат Государственной премии Беларуси в области науки и техники. Основные направления научной деятельности – геоэкологические исследования, рациональное недропользование, экогеология и гидроэкология, утилизация промышленных отходов. Имеет более 100 опубликованных работ, в том числе шесть монографий.

The analysis of the geoecological situations formed borders of industrial regions is made. On an example Byelorussian Polesie the formation of extremely composite and composite geoecological situations is shown.

Современное экологическое состояние природных комплексов Беларуси зависит от интенсивности технико-хозяйственной деятельности общества. Особенно наглядно последствия техногенеза проявляются в районах активного функционирования горнодобывающей, химической, перерабатывающей и некоторых других отраслей промышленности, а также энергетики и в местах расположения объектов мелиорации, сельского хозяйства, градо-

строения и т. д. Формирование процессов, происходящих в природной среде, зависит от интенсивности, мощности и распределения техногенной нагрузки в пространстве и во времени. Экологическое состояние природной среды республики характеризуется отсутствием стабильности и наличием постоянной тенденции к ухудшению.

В эколого-геологическом отношении Беларусь наряду с Украиной и европейской частью России является одним из неблагополучных регионов Восточной Европы. Техногенная нагрузка отдельных отраслей промышленности (различные виды загрязнения и нарушений), усугубленная последствиями катастрофы на ЧАЭС, в недалеком будущем может привести к экологически несбалансированному развитию хозяйственного комплекса страны и к необратимым неблагоприятным изменениям условий среды обитания населения республики. Техногенная дестабилизация природных комплексов затрудняет их рациональное использование, приводит к усилению кризисных явлений в биотическом компоненте экосистем. Острота экологических ситуаций и дестабилизаций, возникших в Беларуси (Солигорский горнопромышленный район, Могилевский промузел, Мозырский и Новополоцкий нефтеперегонные комплексы и др.), наиболее ярко проявляется на территории Белорусского Полесья.

Центральная часть Белорусского Полесья представляет собой важнейший горнопромышленный регион республики: в северной его части ведется широкомасштабная (миллионы тонн) добыча калийных солей, освоено производство поваренной соли, разведано Любанское месторождение горючих сланцев; в центре разрабатывается Микашевичское месторождение строительного камня, подготовлены к использованию Житковичское и Бриневское месторождения бурого угля. Кроме того, здесь открыты весьма перспективные месторождения каменной соли (Петриковское и Октябрьское), в районе г. Турова разведано месторождение горючих сланцев. В южной части региона действует карьер по добыче облицовочного камня (д. Глушковичи), а также расположено Тонежское месторождение бурых углей. Имеются обоснованные предпосылки того, что весьма скоро эта часть Белорусского Полесья станет территорией интенсивной геоэкологической трансформации. Поэтому уже в настоящее время необходимо комплексно оценить вероятную степень воздействия разработки и эксплуатации месторождений на природную среду, чтобы максимально уменьшить связанные с ними негативные последствия.

Главной предпосылкой объемного расчленения геосистем является принцип учета вертикальной и площадной неоднородности, обусловленной последовательной сменой по площади типов геосистем, различающихся составом, строением, свойствами, а следовательно, и различной реакцией на техногенное воздействие [1, 2]. Категория устойчивости для любого типа геосистемы устанавливается в зависимости от следующих основных факторов: литологического состава пород и грунтов, положения уровня грунтовых вод (мощности зоны аэрации), наличия современных геологических процессов, характеризующих способность верхней части геологической среды (ГС) противостоять техногенным нагрузкам с помощью естественных (природных) механизмов самоочищения и стабилизации. Анализ этих сведений позволил оценить экологическое состояние геосистем, выделив при этом территории с высокой, средней, низкой и весьма низкой степенью устойчивости ГС по природным факторам (таблица).

Высокой степени устойчивости геологической среды соответствуют прочные грунты достаточной мощности, безводные или с низким стоянием уровня грунтовых вод, ровной поверхностью со слабой или умеренной интенсивностью современных геологических процессов, относительной стабильностью территории в неотектоническом плане. *Средняя степень* устойчивости ГС характеризуется прочными и средней прочности грунтами,

близким к поверхности залеганием грунтовых вод в пределах равнинного рельефа с преобладанием отрицательных деформаций поверхности. *Низкая и весьма низкая* степень устойчивости ГС характеризуется слабыми грунтами, близким залеганием к поверхности (часто у поверхности) грунтовых вод, значительно расчлененным рельефом, высокой интенсивностью современных геологических процессов [3].

Оценочные критерии эколого-геологических условий
центральной части Белорусского Полесья

Степень устойчивости ГС по природным факторам	Природные комплексы	Возраст	Вещественный состав грунтов	Экзогенные процессы	Неотектоническая активность	УГВ, м	Мощность зоны аэрации, м	Степень защищенности ГВ
Высокая	Грядово-холмистые моренные возвышенности, пологоволнистые моренные равнины	glisz glld	Суглинки, супеси валунные, пески, песчано-гравийные породы	Плоскостной сыв, оврагообразование	Относительно стабильная территория	5–10	> 5	Условно защищенные
Средняя	Плоская водно-ледниковая равнина	flisz	Пески, песчано-гравийные породы	Суффозия, заболачивание	Неотектонические опускания	3–5	1–5	Относительно защищенные
Низкая	Плоская озерно-аллювиальная равнина, вторая надпойменная эрозионно-аккумулятивная терраса	laillpz alllpz	Пески, супеси, суглинки, глины, болотные отложения	Заболачивание, русловая эрозия, золообразование	Неотектонические опускания	1–3	1–3	Слабо защищенные
Весьма низкая	Первая надпойменная аккумулятивная терраса, нерасчлененные долины малых рек, реликты древних долин	alV alllpz alVpz	Пески, песчано-гравийные отложения с прослоями супесей и суглинков	Заболачивание, русловая эрозия	Тектонически активные зоны	0–2	0–2	Незащищенные

Оценка степени устойчивости геологической среды проводилась по отношению к преобладающему в регионе виду техногенного воздействия – горнотехнической деятельности. Вследствие разнопланового характера этой техногенной нагрузки возникают природно-технические геосистемы, в пределах которых изменяются и восстанавливаются в разной степени и с разной скоростью их компоненты. Например, под влиянием комплексного техногенного воздействия могут активизироваться процессы эрозии, но при этом незначительно изменяются состав и свойства пород. Кроме того, один и тот же компонент геосистемы на разные воздействия реагирует по-разному. Поэтому нецелесообразно выделять в составе геологической среды устойчивые и неустойчивые типы, рациональнее использовать понятия “высокая”, “средняя”, “низкая” и “весьма низкая” степень устойчивости.

В соответствии с системным подходом анализ геоэкологических ситуаций, как правило, проводится в несколько этапов. На первом этапе классифицируются источники техногенных воздействий, которые, в свою очередь, являются составными частями природно-технических систем, что позволяет оценить устойчивость ГС в целом. Для горнотехнической деятельности проведена типизация видов воздействий, каждый из которых характеризуется своими конструктивно-функциональными особенностями, вектором направленности в пространстве и размерами зоны влияния. Наиболее существенное влияние на геологическую среду центральной части Белорусского По-

лесья оказывают добыча и переработка калийных солей. В результате анализа источников воздействия показано, что наиболее опасными процессами при взаимодействии геосистемы и техносферы являются: загрязнение поверхностных и подземных вод, почв, грунтов, изменения гидрогеологических условий, рельефа, состояния и свойств горных пород, геодинамической ситуации. Дополнительно отметим, что более половины территории региона находится в зоне поражения радионуклидами чернобыльского происхождения с плотностью от 1 до 5 Ки/км², мозаично представлены участки загрязнения Cs-137 – от 5 до 15 Ки/км². В районах добычи строительного и облицовочного камня в условиях образования обширной депрессионной воронки повышается скорость движения подземных вод, что увеличивает проникновение в них радионуклидов. Загрязнение радионуклидами подземных вод в будущем будет характерно и для перспективных районов добычи бурого угля и горючих сланцев.

Следующий этап – выявление проблем взаимодействия геологической среды и техносферы с выделением геоэкологических ситуаций – пространственных закономерностей развития неблагоприятных свойств геологической среды под воздействием горнотехнической деятельности. Геоэкологическая ситуация – особое свойство ГС, возникающее в результате техногенных изменений природных характеристик территории и являющееся неблагоприятным (в различной степени) для жизни человека и его хозяйственной деятельности [2, 5]. В зависимости от остроты проявившихся проблем выделены следующие категории сложности геоэкологических ситуаций: 1) чрезвычайно сложные, 2) сложные, 3) предполагаемые сложные [2, 5].

Чрезвычайно сложные геоэкологические ситуации характеризуются целым комплексом экологических проблем. На территории региона такая ситуация характерна для Солигорского горнопромышленного района [4]. В геолого-структурном отношении территория горнопромышленного района приурочена к северо-западной части Припятского прогиба. Кристаллическое основание залегает на глубине 1–3 км, в разрезе осадочного чехла преобладают породы верхнего протерозоя и девонской системы.

Центральная, северо-западная и отдельные участки северо-восточной части территории региона характеризуются высокой степенью природной устойчивости ГС к техногенным нагрузкам. В разрезе развиты слабопроницаемые сожские моренные отложения, представленные преимущественно супесями и суглинками. Мощность морены изменяется от 1 до 15 м. В долинах р. Случь, Оресса и их притоков моренные отложения размыты. Грунтовые воды, приуроченные к внутриморенным песчаным отложениям, перекрыты существенно глинистой и довольно мощной (от 3–5 до 5–10 м и более) зоной аэрации.

Для большей части территории Солигорского горнопромышленного района характерны средняя и низкая степень устойчивости геологической среды к техногенным нагрузкам, а также преобладание в верхней части разреза флювиогляциальных отложений сожского горизонта, которые залегают с поверхности или же перекрыты аллювиальными, озерно-аллювиальными, реже болотными отложениями, подстилаются моренными отложениями сожского горизонта, а в местах их отсутствия – образованиями днепровско-сожского горизонта. Залегающие с поверхности хорошо проницаемые пески не могут служить надежной преградой на пути миграции загрязнения. Мощность зоны аэрации изменяется в основном от 1 до 5 м, иногда достигает 10 м, грунтовые воды относятся к градации относительно защищенных [3].

В юго-западной части широко развит озерно-аллювиальный тип отложений. Отложения залегают с поверхности или перекрыты современными болотными образованиями, значительно реже аллювиальными. Преобладающая мощность отложений 1–3 м, представлены они песками, супесями

и суглинками. Мощность зоны аэрации составляет 1–3 м, грунтовые воды практически не защищены от проникновения техногенного загрязнения.

В пределах пониженных участков озерно-аллювиальных, реже флювиогляциальных и моренных отложений распространены болотные массивы. Мощность болотных отложений изменяется от 0,2 до 5 м, представлены они торфами и заторфованными породами. Торфяники, перекрывающие озерно-аллювиальные, флювиогляциальные и моренные отложения, характеризуются в основном слабыми фильтрационными свойствами, поэтому в определенной степени являются преградой для попадания загрязнений в грунтовые воды. В районе расположения объектов ПО «Беларуськалий» наблюдается интенсивное воздействие отходов калийного производства на все компоненты ГС, что приводит к возникновению экологических проблем: изменению рельефа (солеотвалы, шламохранилища; образованию просадок, затоплению и подтоплению территории; соляному карсту); засолению поверхностных и подземных вод, загрязнению почвенного покрова, атмосферы; интенсификации проявлений новейшей тектоники. Наиболее подвержены интенсивному техногенному загрязнению пресные подземные воды района [6]. Фронт засоления преодолел контур расположения объектов рудоуправлений и продвигается по направлению к зонам местной разгрузки грунтовых вод, т. е. к долинам р. Случь, Сивельга и Оресса. Ореол загрязнения, охватывающий первый, второй и третий рудники, распространился на расстояние около 1150 м от источников загрязнения, к 2050 г. (прогноз) фронт засоления распространится на расстояние около 5 км и достигнет долин р. Сивельга и Случь; в районе четвертого рудника фронт засоления распространится на расстояние примерно 550 м, длинная ось зоны загрязнения вытянута в юго-восточном направлении. Следовательно, к 2050 г. (прогноз) фронт засоления продвинется более чем на 4 км и достигнет долины р. Оресса [6]. Кроме того, движение загрязнения прогнозируется и вглубь, существует вероятность проникновения соленых вод и рассолов в меловой водоносный горизонт, служащий источником централизованного водоснабжения в регионе. При достижении фронтом засоленных подземных вод областей местной и региональной разгрузки усиливается засоление поверхностных вод. Так, в настоящее время, в воде Солигорского водохранилища зафиксировано повышенное содержание сульфатов и хлоридов. Площадное распространение ореола засоленных подземных вод при достижении ими территорий с глубиной залегания уровня грунтовых вод менее 2 м является потенциальной угрозой засоления почв региона. Загрязнение атмосферы выбросами из дымовых труб калийных фабрик, вынос солей за счет ветровой эрозии тела солеотвалов, растворение солеотвалов под действием атмосферных осадков с образованием избыточных рассолов – все это также приводит к выпадению компонентов загрязнителей на почвы.

Одним из негативных последствий эксплуатации Старобинского месторождения является просадка территории. Наиболее масштабные просадки: Зажевическая, Тесовская, Жабинская, Чепелевская и др. Среди других техногенных процессов доминируют затопление, подтопление и заболачивание территории, обусловленные как естественной подтопляемостью территории, так и целым рядом техногенных факторов: большими фильтрационными потерями, связанными с флотационным методом обогащения руды, складированием солеотходов, обладающих высокой технологической влажностью, просадочными деформациями, подпором грунтовых вод Солигорским водохранилищем. Площадь, подверженная указанным процессам, уже в настоящее время составляет около 30 км².

Заметное усиление экзогенных процессов (развитие просадок, заболачивание, эрозия) отмечается вдоль тектонических нарушений (разломов, зон трещиноватости). Новейшей тектоникой контролируется и пространственное распределение сейсмических событий. К техногенным причинам

возникновения чрезвычайных сейсмических ситуаций в регионе относится воздействие солеотвалов, шламохранилищ и Солигорского водохранилища на верхнюю часть литосферы. Размещение таких объектов над подработанными шахтными полями ведет к перераспределению напряжений и нарушению изостатического равновесия в земных недрах, увеличивает сейсмический риск на территории района.

Таким образом, сочетание и взаимодействие природных и техногенных факторов в районе Старобинского месторождения калийных солей привело к возникновению здесь *чрезвычайно* сложной геоэкологической ситуации.

Сложные геоэкологические ситуации на территории региона характерны для районов добычи строительного камня (Микашевичское и Глушковичское месторождения), а также для районов нефтедобычи.

В структурном отношении территория Микашевичского месторождения строительного камня приурочена к Микашевичско-Житковичскому выступу фундамента. Относительно приподнятый фундамент залегает под мало-мощным осадочным чехлом. Для этой территории характерна низкая и весьма низкая степень природной устойчивости по отношению к техногенным нагрузкам. Дневная поверхность характеризуется преобладанием аллювиальных террасированных природных комплексов, осложненных системами мелких водотоков, заболоченными котловинами, золовыми формами рельефа. В составе грунтов преобладают пески и песчано-гравийные отложения, супеси, суглинки, глины, болотные отложения. Уровень грунтовых вод находится на глубине 1–3 м; на участках с весьма низкой степенью природной устойчивости ГС грунтовые воды залегают с поверхности и несколько глубже (до 2 м). По степени защищенности грунтовые воды относятся к категориям слабо защищенных и незащищенных, что способствует беспрепятственному проникновению загрязнений в их пределы [3, 6]. В районах расположения карьеров проявляются следующие геоэкологические процессы: образуются техногенные формы рельефа (отвалы, хвостохранилища); изменяются гидрогеологические условия (понижается уровень грунтовых вод, нарушается естественная гидродинамическая обстановка, активизируются ранее гидродинамически уравновешенные зоны повышенной водопроницаемости (тектонические разломы, участки повышенной трещиноватости кристаллического фундамента); усиливается геохимическое загрязнение природных компонентов (вод, почв, грунтов, воздуха).

Изменение гидрогеологической обстановки – наиболее опасный в геоэкологическом отношении техногенный процесс, возникший при разработке Микашевичского месторождения строительного камня. Значительная по площади и глубине выработка карьера создает понижение уровня подземных вод почти всех водоносных горизонтов, развитых в геологическом разрезе. Зона изменения гидрогеологического режима приурочена к междуречью р. Лани и Случи – левых притоков Припяти (на расстоянии 2 км от карьера уровень грунтовых вод понизился на 11 м). Большое влияние на гидрогеологическую и гидрологическую обстановку месторождения и прилегающих территорий оказывает хвостохранилище, воды которого беспрепятственно проникают в водоносный комплекс четвертичных отложений, а также в Ситницкий канал и далее в р. Припять.

Реальную опасность представляет также загрязнение ГС соединениями металлов в районе разработки месторождения. Учитывая низкую и весьма низкую природную устойчивость ГС к техногенным нагрузкам, возникает опасность накопления соединений в грунтовых водах, пойменных отложениях, растениях и т. д. Следует также учитывать и радионуклидное загрязнение территории ($Cs-137$ – 1–5 Ku/km^2), что в условиях образования обширной депрессионной воронки способствует проникновению радионуклидов в подземные воды.

Предполагаемые сложные геозкологические ситуации характерны для районов планируемой разработки месторождений строительного камня, бурого угля, горючих сланцев, поваренной соли и др.

Территория Житковичского месторождения бурого угля в тектоническом отношении приурочена к сочленению Туровской депрессии и Микашевичско-Житковичского выступа фундамента. На месторождении выделены четыре разобщенные залежи бурого угля, глубина их залегания 20–40 м (мощность вскрышных пород более 30 м). Большая часть территории характеризуется низкой и весьма низкой природной устойчивостью ГС к техногенным нагрузкам, что необходимо учитывать при планировании строительства буроугольных разрезов. Уровень грунтовых вод находится на глубинах 1–3 м, они относятся к категории слабо защищенных и незащищенных. В таких условиях строительство карьера может быть осуществлено только при проведении предварительного осушения месторождения, что приведет к изменению гидрогеологических и гидрологических условий территории (понижение уровня подземных вод, снижение дебитов водозаборных скважин, эксплуатирующих верхний водоносный комплекс, потери вод из рек, каналов, прудов). Также возможны потери высокопродуктивных пахотных земель и лесных массивов, активизация процессов радионуклидного загрязнения, ликвидация малых рек, изменение рельефа (карьеры, отвалы).

Бринеvское месторождение бурого угля находится в более благоприятных по сравнению с Житковичским условиях со средней степенью устойчивости ГС к техногенным нагрузкам. Флювиогляциальные отложения представлены песками с прослоями супесей и суглинков. Глубина залегания грунтовых вод 3–5 м, воды относятся к категории относительно защищенных. Возможность разработки данного месторождения в настоящее время наиболее реальна. В крайне неблагоприятных природных условиях расположено Туровское месторождение горючих сланцев, разработка которого связана с изменением гидрологического режима поймы р. Припять и приведет к возникновению чрезвычайно сложной геозкологической ситуации.

В результате проведенных геозкологических исследований техногенно перегруженных районов установлено, что *высокой степени* устойчивости геологической среды соответствуют прочные грунты достаточной мощности, безводные или с низким стоянием грунтовых вод, ровная поверхность со слабой или умеренной интенсивностью современных геологических процессов, относительная стабильность территории в неотектоническом плане. *Средняя степень* устойчивости геологической среды характеризуется прочными и средней прочности грунтами, близким к поверхности залеганием уровня грунтовых вод в пределах равнинного рельефа с преобладанием деформаций поверхности. *Низкая и весьма низкая* степень устойчивости геологической среды характеризуется слабыми грунтами, близким залеганием к поверхности (часто у поверхности) уровня грунтовых вод, значительно расчлененным рельефом, высокой интенсивностью геологических процессов.

В зависимости от характера и остроты проявившихся геозкологических проблем определены следующие категории сложности геозкологических ситуаций: чрезвычайно сложные, сложные, предполагаемые сложные.

1. Островский В. И., Островский Л. А. // Отеч. геозкология. 1993. № 7. С. 97.
2. Губин В. Н., Фадеева М. В., Волков В. Е. Методика среднемасштабного эколого-геологического картографирования. Мн., 1994.
3. Капельщиков Н. А., Михунов А. М., Новиков Г. В. Методическое руководство по оценке устойчивости природной среды Беларуси. Мн., 1999.
4. Высоцкий Э. А., Демидович Л. А., Клементьев В. П. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1993. № 1. С. 70.
5. Кузьмин С. Б., Абалаков А. Д., Данько Л. В. и др. // Инж. экология. 1999. № 4. С. 20.
6. Клементьев В. П. // Калийная промышленность СССР и окружающая среда. М., 1983. С. 106.

Поступила в редакцию 23.05.2001.

РЕФЕРАТЫ

УДК 541

Браницкий Г.А., Каратаева Т.П. Химический факультет в прошлом и настоящем // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2001. № 3.

Рассматриваются проблемы становления химического факультета и основные этапы его последующего развития. Отражен вклад руководства университета, преподавателей и научных сотрудников факультета в создание материальной базы, организацию учебной и научной работы.

Библиогр. 10 назв.

УДК 542:61

Старобинец Г.Л. Химический факультет в первые годы его существования (воспоминания студента тех лет) // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2001. № 3.

Дан краткий обзор деятельности химического факультета Белгосуниверситета в первые годы его существования.

УДК 541

Браницкий Г.А. Э.В. Змачинский – первый декан химического факультета Белорусского государственного университета // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2001. № 3.

Отражены основные вехи жизни, плодотворной трудовой и общественной деятельности профессора Эмиля Викентьевича Змачинского – первого декана химического факультета.

Библиогр. 9 назв.

УДК 541

Яноускі А.А., Зельскі А.Г. Рэктар Уладзімір Сцяпанавіч Бабраўніцкі // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2001. № 3.

На основе архивных материалов освещается жизненный путь и научная деятельность ректора БГУ – Владимира Степановича Бобровницкого.

Библиогр. 50 назв.

УДК 541

Свиридов В.В. Кафедра неорганической химии – 80 лет // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2001. № 3.

Приводится краткая характеристика деятельности кафедры неорганической химии Белорусского государственного университета (учебный процесс, научные исследования, подготовка специалистов с учеными степенями) в период 1921–2001 гг.

Библиогр. 15 назв.

УДК 547.512+547.729

Станишевский Л.С., Тыворский В.И., Кулинкович О.Г. Работы кафедры органической химии и химии высокомолекулярных соединений в области химии малых циклов // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2001. № 3.

Приведен краткий обзор работ, выполненных на кафедре органической химии и химии высокомолекулярных соединений БГУ в области малых карбо- и гетероциклов.

Библиогр. 9 назв.

УДК 541.15

Шадыро О.И., Гергалов В.И. Развитие радиационной химии и радиохимии на химическом факультете Белгосуниверситета // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2001. № 3.

Рассмотрены основные направления развития работ в области радиационной химии и радиохимии на кафедре радиационной химии и химической технологии с момента ее открытия по настоящее время.

УДК 541.10

Лесникович А.И., Тикавый В.Ф. Кафедра общей химии и методики преподавания химии // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2001. № 3.

Рассмотрена история создания кафедры, а также основные направления ее научно-методической и научно-исследовательской работы. Дана характеристика основных достижений кафедры с указанием конкретных тем и исполнителей. Научно-методическая работа направлена на создание комплексной системы организационных мероприятий и средств управления обучением в курсе общей и неорганической химии и внедрение обучающе-исследовательского принципа в учебный процесс. Научно-исследовательская работа проводится в области синтеза и изучения свойств неорганических полимерных систем, находящих применение в качестве сорбентов, термостойких покрытий, пористых и высокодисперсных материалов.

УДК 632.937:631.63.544

Лысак В.В., Максимова Н.П. Теоретические и прикладные аспекты создания биопрепаратов для защиты растений // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2001. № 3.

Представлены исследования биологического факультета в области биотехнологии, касающиеся разработки теоретических и прикладных аспектов создания экологически безопасных биопрепаратов для защиты растений от заболеваний бактериальной и грибной этиологии, а также нематоды.

Библиогр. 36 назв., табл. 7, ил. 1.

УДК 581.1

Юрин В.М., Соколик А.И., Кудряшов А.П., Кахнович Л.В. Минеральное питание и фотосинтез – основа роста и развития растений // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2001. № 3.

Представлены основные результаты, полученные сотрудниками кафедры физиологии и биохимии растений за последние годы, в частности, приведены данные, касающиеся проблем регуляции ион-транспортных свойств плазмалеммы и фотосинтетической активности растений в условиях варьирования факторов окружающей среды.

УДК 581.9+582.28(476.1)

Бибиков Ю.А., Поликсенова В.Д., Стефанович А.И., Черник В.В., Шуканов А.С. Флора и микобиота Минской области // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2001. № 3.

Представлены результаты многолетних исследований флоры, преимущественно фитопатогенной микобиоты Минской области. Выявлено 1552 вида высших растений, относящихся к 655 родам и 130 семействам. Около половины видов являются редкими для Беларуси, Минской возвышенности, Минской области и районов. Изучено разнообразие фитопатогенных грибов из пор. Пероноспоровые, Мучнисторосяные, Ржавчинные, отчасти Гифомицеты, их связь с определенными таксонами высших растений. Исследована внутривидовая дифференциация ряда опасных патогенов. Впервые широко исследована группа водных гифомицетов, в пределах которой найдено четыре новых для науки вида.

Библиогр. 17 назв.

УДК 591.556 : 595.752.2

Буга С.В., Москвина И.П. Структурные особенности гильдий энтомофагов фоновых видов настоящих тлей (*Homoptera: Aphidoidea*) // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2001. № 3.

Исследования структуры сообществ (гильдий) маломобильных хищников и паразитоидов шести фоновых в условиях Беларуси видов настоящих тлей (*Homoptera: Aphidoidea*) продемонстрировали существование различий как по составу представленных таксонов, так и по уровням встречаемости в колониях и относительной плотности этих энтомофагов. Минимальной (< 6 %) была встречаемость афидофагов в галлах позднего спиральногаллового пемфига (*Pemphigus spyrothecae*) и колониях розанно-злаковой тли (*Metopolophium dirhodum*), формируемых в позднеосенний период. У листовых (хвоевых) и листопоглобых форм энтомофаги присутствовали в 15–30 % колоний, а их таксономический состав был более разнообразен.

Библиогр. 15 назв., табл. 1.

УДК 577.121:[615.3+632.95+547]

Сенчук В.В. Биохимия рака щитовидной железы // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2001. № 3.

Изучены ключевые биохимические маркеры фолликулярных клеток щитовидной железы (тиреид-пероксидаза, супероксид-дисмутаза, каталаза, глутатион-редуктаза, тиреоглобулин, белки цитоскелета и сократительных комплексов) в гистологически классифицированных образцах аденом, папиллярных карцином и нормальной ткани щитовидных желез людей. Исследована возможная роль тиреид-пероксидазы человека в ксенобиохимии и химических повреждениях щитовидной железы. На основе полученных результатов обсуждаются возможные механизмы канцерогенеза щитовидной железы, биохимические особенности злокачественных клеток и их диагностическое значение.

Библиогр. 23 назв.

УДК 612.55:577.151.03.042

Сандаков Д.Б., Гурин А.В., Гурин В.Н. Белки острой фазы как вероятные регуляторы лихорадочной реакции // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2001. № 3.

Высказывается гипотеза о том, что белки острой фазы (БОФ) не только являются неспецифическими протекторами, но и принимают участие в механизмах регуляции лихорадочной реакции. В результате экспериментальной проверки гипотезы установлено: 1) БОФ α_1 -антитрипсин (α_1 АТ) и α_2 -макроглобулин (α_2 МГ) вызывают повышение температуры тела у мышей, крыс, кроликов; 2) БОФ α МГ ослабляет выраженность лихорадочной реакции, вызванной бактериальным эндотоксином у мышей; 3) гипертермическая реакция, вызываемая α АТ и α МГ, сопровождается повышением активности интерлейкина-6 в крови; 4) антипиретическое действие α МГ сопровождается повышением активности фактора некроза опухолей в крови; 5) БОФ

α АТ и α МГ стимулируют продукцию интерлейкина-6 и фактора некроза опухолей мононуклеарными клетками крови *in vitro*.

Библиогр. 13 назв.

УДК 551.4.431.95

Качков Ю.П., Киселев В.Н., Башкинцев О.Ф., Яцухно В.М. Географические подходы к природно-сельскохозяйственному районированию территории Беларуси // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2001. № 3.

Освещаются географические подходы к природно-сельскохозяйственному районированию, его основные понятия. Разработана классификационная схема районирования республики, включающая три природно-сельскохозяйственные провинции, семь округов, 52 района. Анализируются различия природных и экономических характеристик. Обосновывается необходимость детального природно-сельскохозяйственного районирования.

Библиогр. 14 назв., табл. 1, ил. 1.

УДК 551, 574, 911

Витченко А. Н. Геоэкология – научное направление и учебная дисциплина // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2001. № 3.

Рассмотрены особенности развития нового научного направления – геоэкологии. Предложена оригинальная трактовка термина «геоэкология», понятия «гуманитарно-экологический подход», дано определение объекта, предмета, основной цели и задач геоэкологии.

Библиогр. 18 назв.

УДК 551.481 (476)

Лопух П.С. Закономерности эволюционного развития озер и водохранилищ Беларуси // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2001. № 3.

В основу исследования был положен системный анализ материалов многолетних комплексных географических исследований водоемов. Впервые были выявлены закономерности поэтапного развития разнотипных водоемов, стадии последовательного эволюционного развития отдельных процессов (формирования котловин, гидрологического режима, заиления и зарастания ложа) и эволюции водоемов. Проведенные исследования позволили сформулировать гидролого-морфологическую теорию берегового процесса, закономерности развития гидроэкосистем на базе озер, обосновать единую теорию эволюции гидроэкосистем, получить модели развития берегов, заиления и зарастания ложа водоемов с замедленным водообменом.

Библиогр. 6 назв.

УДК 911.3 (476)

Пирожник И. И. Геополитический выбор Беларуси в интегрированной Европе // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2001. № 3.

Рассмотрены динамика и уровень социально-экономической трансформации стран Центрально-Восточной Европы в 1990-х гг. С использованием комплекса показателей и методов таксономического анализа выделены три группы стран, различающихся глубиной структурных реформ, экономической динамикой, направленностью интеграционных процессов. Показаны позитивные и негативные аспекты социально-экономической трансформации Республики Беларусь, приведены возможные геополитические сценарии ее развития в перспективе.

Библиогр. 11 назв., табл. 1.

УДК 911.3.003 (7)

Томашевич А. В. Международная интеграция на пути к глобализму (североамериканский вариант) // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2001. № 3.

Рассмотрена роль региональной международной интеграции как объективного всеобщего процесса общественного развития и условий глобализации мирового хозяйства, показаны позитивные и негативные его последствия.

Библиогр. 6 назв., табл. 2.

УДК 338.1:91:711.437(476)

Смоляков Г.С. Географические особенности сельской местности Беларуси // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2001. № 3.

Рассмотрены особенности динамики сельской местности как системы в условиях Беларуси и ее концептуальная модель. Предложена схема районирования на макроуровне.

Библиогр. 2 назв., ил. 1.

УДК 622.20; 551.4 (476)

Ясовеев М.Г. Геоэкологические исследования в условиях техногенеза // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2001. № 3.

Проведен анализ геоэкологических ситуаций, сформировавшихся в пределах техногенно перегруженных территорий. На примере Белорусского Полесья показано образование чрезвычайно сложных и сложных геоэкологических ситуаций, дан прогноз дестабилизации экологической обстановки в случае интенсификации горнодобывающей деятельности в регионе.

Библиогр. 6 назв., табл. 1

СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ

<i>Браницкий Г.А., Каратаева Т.П.</i> Химический факультет в прошлом и настоящем	3
<i>Старобинец Г.Л.</i> Химический факультет в первые годы его существования (воспоминания студента тех лет)	12
<i>Браницкий Г.А. Э.В. Змачинский</i> – первый декан химического факультета Белорусского государственного университета	16
<i>Яноускі А.А., Зельскі А.Г.</i> Рэктар Уладзімір Сцяпанавіч Бабраўніцкі	20
<i>Свиридов В.В.</i> Кафедре неорганической химии – 80 лет	28
<i>Станишевский Л.С., Тыворский В.И., Кулинкович О.Г.</i> Работы кафедры органической химии и химии высокомолекулярных соединений в области химии малых циклов	35
<i>Шадыро О.И., Гергалов В.И.</i> Развитие радиационной химии и радиохимии на химическом факультете Белгосуниверситета	40
<i>Лесникович А.И., Тикавый В.Ф.</i> Кафедра общей химии и методики преподавания химии	50

БИОЛОГИЯ

<i>Лысак В.В., Максимова Н.П.</i> Теоретические и прикладные аспекты создания биопрепаратов для защиты растений	56
<i>Юрин В.М., Соколик А.И., Кудряшов А.П., Кахнович Л.В.</i> Минеральное питание и фотосинтез – основа роста и развития растений	64
<i>Бибиков Ю.А., Поликсенова В.Д., Стефанович А.И., Черник В.В., Шуканов А.С.</i> Флора и микобиота Минской области	68
<i>Буга С.В., Москвина И.П.</i> Структурные особенности гильдий энтомофагов фоновых видов настоящих тлей (<i>Homoptera: Aphidoidea</i>)	73
<i>Сенчук В.В.</i> Биохимия рака щитовидной железы	77
<i>Сандаков Д.Б., Гурин А.В., Гурин В.Н.</i> Белки острой фазы как вероятные регуляторы лихорадочной реакции	81

ГЕОГРАФИЯ

<i>Качков Ю.П., Киселев В.Н., Башкинцева О.Ф., Яцухно В.М.</i> Географические подходы к природно-сельскохозяйственному районированию территории Беларуси	85
<i>Витченко А.Н.</i> Геоэкология – научное направление и учебная дисциплина	91
<i>Лопух П.С.</i> Закономерности эволюционного развития озер и водохранилищ Беларуси	96
<i>Пирожник И.И.</i> Геополитический выбор Беларуси в интегрированной Европе	103
<i>Томашевич А.В.</i> Международная интеграция на пути к глобализму (североамериканский вариант)	107
<i>Смоляков Г.С.</i> Географические особенности сельской местности Беларуси	112
<i>Ясоев М.Г.</i> Геоэкологические исследования в условиях техногенеза	115
Рефераты	122

CONTENTS

CHEMISTRY

<i>Branitski G.A., Karatayeva T.P.</i> Chemistry Department in the Past and Today	3
<i>Starobinets G.L.</i> The Chemical Department from the First Years of his Existence	12
<i>Branitski G.A. E.V.</i> Zhmachinskii is the First Dean of the Chemical Faculty of the Belarusian State University	16
<i>Yanovski A.A., Selski A.G.</i> Rector Vladimir Stepanovitch Bobrovnitzki	20
<i>Sviridov V.V.</i> The Chair of Inorganic Chemistry Celebrates its 80-th Anniversary ..	28
<i>Stanishevsky L.S., Tyvorsky V.I., Kulinkovich O.G.</i> Works of the Department of Organic and Highmolecular Chemistry in the Field of Small Ring Compounds	35
<i>Shadyro O.I., Gergalov V.I.</i> The Development of Radiation Chemistry and Radiochemistry at the Chemical Faculty of the Belarusian State University	40
<i>Lesnikovich A.I., Tikavy V.F.</i> Department of General Chemistry and Methods of Chemistry Teaching	50

BIOLOGY

<i>Lysak V.V., Maximova N.P.</i> Theoretical and Practical Base of the Biopreparation Construction for Plant Protection	56
<i>Yurin V.M., Sokolik A.I., Kudryashov A.P., Kahnovich L.V.</i> Mineral Nutrition and Photosynthesis – the Base of Plant Growth and Development	64
<i>Bibikov J.A., Polyksenova V.D., Stephanovich A.I., Chernik V.V., Shukanov A.S.</i> Flora and Mycobiota of Minsk Region	68
<i>Buga S.V., Moskvina I.P.</i> Structure of the Guild of Low-mobile Predators and Parasitoids on Abundant Species of Aphids (<i>HOMOPTERA: APHIDOIDEA</i>)	73
<i>Senchuk V.V.</i> Biochemistry of Thyroid Cancer	77
<i>Sandakov D.B., Gourine A.V., Gourine V.N.</i> Acute Phase Proteins as Possible Regulators of Febrile Response	81

GEOGRAPHY

<i>Kachkov J. P., Kiselev V. N., Bashkinceva O. F., Yatsukhno V. M.</i> Geographical Approaches to Nature-agricultural Division on the Territory of Belarus	85
<i>Vitchenko A.N.</i> Geoecology as a Scientific Trend and Educational Discipline	91
<i>Lopuch P.S.</i> Geoecological Basis of the Development of Belarus Reservoirs of Delayed Water-change	96
<i>Piroznik I.I.</i> Geopolitical Choice of Belarus in Integrated Europe	103
<i>Tomashevich A.V.</i> International Integration on the Way to Globality (Variant of North America)	107
<i>Smolyakov G.S.</i> The Geographical Characteristics of the Belarus Rural Area	112
<i>Yasoveev M.G.</i> Geoecological Investigations Regions of Complex Environmental Conditions	115
Summary	122