

# ВЕСТНИК

**МОСКОВСКОГО ГОРОДСКОГО  
ПЕДАГОГИЧЕСКОГО  
УНИВЕРСИТЕТА**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**

**СЕРИЯ  
«ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ»**

**№ 2 (12)**

**Издается с 2008 года  
Выходит 2 раза в год**

**Москва  
2013**

# VESTNIK

**MOSCOW CITY  
TEACHERS TRAINING  
UNIVERSITY**

**SCIENTIFIC JOURNAL**

**NATURAL SCIENCES**

**№ 2 (12)**

**Published since 2008  
Appears Twice a Year**

**Moscow  
2013**

#### **Редакционный совет:**

**Реморенко И.М.**

председатель

ректор ГБОУ ВПО МГПУ,  
кандидат педагогических наук, доцент,  
почетный работник народного образования

**Рябов В.В.**

заместитель председателя

президент ГБОУ ВПО МГПУ,  
доктор исторических наук, профессор,  
член-корреспондент РАО

**Геворкян Е.Н.**

заместитель председателя

первый проректор ГБОУ ВПО МГПУ,  
доктор экономических наук, профессор,  
академик РАО

**Иванова Т.С.**

первый проректор ГБОУ ВПО МГПУ,  
кандидат педагогических наук, доцент,  
заслуженный учитель РФ

#### **Редакционная коллегия:**

**Атанасян С.Л.**

главный редактор

заведующий кафедрой алгебры, геометрии и методики  
их преподавания Института математики и информатики  
ГБОУ ВПО МГПУ, доктор педагогических наук,  
кандидат физико-математических наук, профессор

**Дмитриева В.Т.**

заместитель  
главного редактора

заведующая кафедрой физической географии и геоэкологии  
Института естественных наук ГБОУ ВПО МГПУ,  
кандидат географических наук, профессор

**Бубнов В.А.**

заведующий кафедрой естественно-научных дисциплин  
Института математики и информатики ГБОУ ВПО МГПУ,  
доктор технических наук, профессор, действительный  
член Академии информатизации образования

**Котов В.Ю.**

директор Института естественных наук ГБОУ ВПО МГПУ,  
доктор химических наук, профессор

**Манельман В.М.**

заведующая кафедрой безопасности жизнедеятельности  
Института естественных наук ГБОУ ВПО МГПУ,  
доктор философских наук, профессор, академик  
Российской академии естественных наук

**Суматохин С.В.**

заведующий кафедрой методики преподавания биологии  
и общей биологии Института естественных наук  
ГБОУ ВПО МГПУ, доктор педагогических наук, профессор

**Шульгина О.В.**

заведующая кафедрой экономической географии  
и социальной экологии Института естественных наук  
ГБОУ ВПО МГПУ, доктор исторических наук,  
кандидат географических наук, профессор

**Журнал входит в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук» ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации.**

**ISSN 2076-9091**

© ГБОУ ВПО МГПУ, 2013

## СОДЕРЖАНИЕ

### Актуальные проблемы естествознания

- Бубнов В.А.* О влиянии вязких нормальных напряжений на характер распределения механической энергии в гидродинамических потоках ..... 9
- Дмитриева В.Т., Напрасников А.Т.* Пространственно-временное формирование снежного покрова Байкало-Монгольского региона..... 16

### Науки о Земле и живой природе

- Фадеева Е.О.* Особенности микроструктуры первостепенного махового пера орлана-белохвоста (*Haliaeetus albicilla*) ..... 28
- Резанов А.Г.* Методика регистрации и анализа наземной кормежки птиц..... 37
- Глыбина А.А., Загоскина Н.В., Лапшин П.В., Назаренко Л.В.* Растения рода *Anacampteros* и их реакция на действие ксенобиотика..... 44
- Азаркович М.И., Назаренко Л.В.* Влияние семядолей и семенной кожурой на прорастание рекальцитрантных семян..... 57
- Дмитриева В.Т., Напрасников А.Т.* Динамика элементов водного баланса ландшафтов Забайкалья и Монголии в условиях современного потепления климата ..... 67

### Человек и среда его обитания

- Зубков Н.В., Зубкова В.М.* Известкование почвы, загрязненной тяжелыми металлами, и элементный состав растений..... 79

### Естествознание в системе межнаучных связей

- Тимакова М.С., Шульгина О.В.* Историко-географические особенности и современные проблемы развития Подмосковского угольного бассейна (на примере территории Тульской области) ..... 91

### **Теория и методика естественно-научного образования**

- Мельникова-Поддубная М.А., Подболотова М.И.* Метод ситуационного моделирования как ресурс системно-деятельностного подхода в обучении географии ..... 102
- Новиков Ю.Е.* Экологическое воспитание как компонент культуры безопасности жизнедеятельности ..... 109

### **Научная жизнь: события, дискуссии, полемика**

- Иванова Т.С.* Повышение конкурентоспособности образовательных программ университета на рынке образовательных услуг столичного мегаполиса ..... 115
- Широкова Т.И.* Итоги круглого стола «Практика преподавания основ безопасности жизнедеятельности: проблемы, поиски, решения» ..... 124

### **На книжной полке**

- Вернадский В.И.* Несколько слов о ноосфере (1944) ..... 127

### **Авторы «Вестника МГПУ», серия «Естественные науки», 2013, № 2 (12)**

- Требования к оформлению статей** ..... 139

## CONTENTS

### Current Problems of Natural Sciences

|                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Bubnov V.A.</i> Influence of Viscous Standard Strains on Mechanical Energy Distribution in Hydro-dynamic Flows .....  | 9  |
| <i>Dmitrieva V.T., Naprasnikov A.T.</i> Spatial and Temporal Formation of Snow Cover in Baikal and Mongolia Region ..... | 16 |

### Earth Sciences and Natural Sciences

|                                                                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Fadeeva E.O.</i> Fine Structure Particularities of White-tailed Eagles' ( <i>Haliaeetus albicilla</i> ) Primary Remexes .....                                | 28 |
| <i>Rezanov A.G.</i> Methodology of Birds' At-Ground Feeding Registration and Analysis .....                                                                     | 37 |
| <i>Glybina A.A., Zagorskina N.V., Lapshin P.V., Nazarenko L.V.</i> Plants of the <i>Anacampseros</i> Genus and Their Response to the Action of Xenobiotic ..... | 44 |
| <i>Azarkovich M.I., Nazarenko L.V.</i> Germination of Recalcitrant Seeds: Effects of Cotyledons and Seed Coat .....                                             | 57 |
| <i>Dmitrieva V.T., Naprasnikov A.T.</i> Dynamics of Water Balance Elements in Baikal Region and Mongolia under the Modern Warming Conditions .....              | 67 |

### Human Beings and Their Habitat

|                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Zubkov N.V., Zubkova V.M.</i> Soil Liming Contaminated with Heavy Metals and Elemental Composition of Plants ..... | 79 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

### Natural Sciences in the Interdisciplinary System

|                                                                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Timakova M.S., Shul'gina O.G.</i> Historical and Geographical Peculiarities and Modern Problems of the Moscow Lignite Basin Development (by the example of Tula Region's Territory) ..... | 91 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

### **Theory and Methods of Natural Sciences Teaching**

- Melnikova-Poddubnaya M.A., Podbolotova M.I.* The Situation Modeling Method as a Resource of System-and-Activity Approach in Geography Teaching..... 102
- Novikov Yu.E.* Environmental Education as Part of Life Safety Culture ..... 109

### **Scholarly Activities: Events, Discussions, Disputes**

- Ivanova T.S.* Competitive Recovery of University Educational Programs in the Megalopolis's Educational Services Market..... 115
- Shirokova T.I.* Results of the Roundtable Discussion «Practice of Life Safety Fundamentals Teaching: Problems, Quests, Solutions»..... 124

### **On the Bookshelf**

- Vernadsky V.I.* Some Words about Noosphere..... 127

### **MCTTU Vestnik. Series «Natural Science» / Authors, 2013, № 2 (12) .... 135**

- Style Sheet..... 139**

Шаг вперед в науке делается по закону отталкивания, с опровержения царящих заблуждений и ложных теорий.

**Борис Пастернак,**  
русский поэт

...Оных людей, которые бедственными трудами или паче исполинскою смелостью тайны естественные испытать тщатся, не надлежит почитать предерзкими, но мужественными и великодушными...

**Михаил Ломоносов,**  
русский учёный

Для одного наука — возвышенная небесная богиня,  
для другого — дойная корова.

**Фридрих Шиллер,**  
немецкий поэт и философ

**В.А. Бубнов**

**О влиянии вязких нормальных  
напряжений на характер распределения  
механической энергии  
в гидродинамических потоках**

В работе рассматривается вопрос о некорректности совместного использования уравнений Навье-Стокса и уравнения неразрывности при изучении движений вязкой несжимаемой жидкости. Анализируется влияние вязких нормальных напряжений на характер распределения механической энергии в гидродинамических потоках.

*Ключевые слова:* уравнение неразрывности; вязкая жидкость; механическая энергия.

**Т**радиционно при изменении движений вязкой несжимаемой жидкости используются уравнения Навье-Стокса и уравнение неразрывности. Форма уравнений Навье-Стокса общеизвестна:

$$\left. \begin{aligned} \rho \frac{du}{dt} &= -\frac{\partial P}{\partial x} + \mu \nabla^2 u, \\ \rho \frac{dv}{dt} &= -\frac{\partial P}{\partial y} + \mu \nabla^2 v, \\ \rho \frac{dw}{dt} &= -\frac{\partial P}{\partial z} + \mu \nabla^2 w. \end{aligned} \right\}. \quad (1)$$

При написании системы уравнений (1) использованы общеизвестные операторы

$$\frac{d}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + u \frac{\partial}{\partial x} + v \frac{\partial}{\partial y} + w \frac{\partial}{\partial z}, \quad \nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2},$$

а также приняты обозначения:  $\rho$  — плотность жидкости,  $u$ ,  $v$ ,  $w$  — составляющие гидродинамической скорости  $\vec{V}$  вдоль координатных осей  $x$ ,  $y$ ,  $z$  соответственно,  $P$  — гидростатическое давление,  $\mu$  — вязкость жидкости.

При выводе уравнений (1) из так называемых уравнений в напряжениях динамики частицы жидкости использована гипотеза Стокса, которая для нормальных напряжений  $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$  такова:

$$\sigma_x = -\rho + 2\mu \frac{\partial u}{\partial x}, \quad \sigma_y = -\rho + 2\mu \frac{\partial v}{\partial y}, \quad \sigma_z = -\rho + 2\mu \frac{\partial w}{\partial z}, \quad (2)$$

а для касательных напряжений  $\tau_{xy}, \tau_{yz}, \tau_{xz}$  имеет следующий вид:

$$\tau_{xy} = \mu \left( \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right), \quad \tau_{yz} = \mu \left( \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \right), \quad \tau_{xz} = \mu \left( \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} \right). \quad (3)$$

Традиционно в гидродинамике считается, что в условиях несжимаемой жидкости ( $\rho = \text{const}$ ) в трех уравнениях (1) содержатся четыре неизвестных:  $\rho, u, v, w$ , для определения которых необходимо дополнительное уравнение. В качестве такого дополнительного уравнения используется уравнение неразрывности:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0. \quad (4)$$

С точки зрения аналитической механики материальной точки уравнения (1) суть уравнения динамики частицы жидкости, а уравнение (4) определяет кинематические характеристики частицы жидкости. В рамках первой задачи механики материальной точки, когда по ее кинематике уравнения динамики служат для определения сил, вызывающих движение точки, необходимо и в случае частицы жидкости определить по (4) ее поле скоростей, которое из уравнений (1) определит гидростатическое давление  $\rho$  как поверхностную силу, формирующую указанное поле скоростей.

В рамках таких представлений традиционную постановку гидродинамических задач нельзя признать корректной.

Более того, впервые Н.Е. Жуковский [4], излагая свою методику вывода уравнения неразрывности, показал, что уравнение неразрывности в форме (4) выполнимо при следующих дополнительных кинематических соотношениях:

$$\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} = 0, \quad \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} = 0.$$

Более подробно проблема построения уравнения неразрывности исследована в работах [1–2].

Учет соотношений (5) при анализе кинематических соотношений гидродинамических течений означает равенство нулю касательных вязких напряжений, определяемых по формулам (3). Равенство же нулю касательных напряжений означает, что при выводе уравнений (1) в их вторые слагаемые правых частей введены нулевые соотношения (5).

Это еще раз свидетельствует о некорректности такой постановки гидродинамических задач, когда разыскиваются решения системы (1) совместно с уравнением (4).

Для исключения из вторых слагаемых правых частей нулевых соотношений (5) в выражения  $\nabla^2 v$ ,  $\nabla^2 w$  введем соответственно следующие нулевые члены:

$$\frac{\partial}{\partial x}(\operatorname{div} \vec{V}) = 0, \quad \frac{\partial}{\partial y}(\operatorname{div} \vec{V}) = 0, \quad \frac{\partial}{\partial z}(\operatorname{div} \vec{V}) = 0.$$

Тогда, произведя соответствующие преобразования в указанных выражениях с учетом (5), получаем:

$$\left. \begin{aligned} \rho \frac{du}{dt} &= -\frac{\partial P}{\partial x} + 2\mu \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \\ \rho \frac{dv}{dt} &= -\frac{\partial P}{\partial y} + 2\mu \frac{\partial^2 v}{\partial y^2}, \\ \rho \frac{dw}{dt} &= -\frac{\partial P}{\partial z} + 2\mu \frac{\partial^2 w}{\partial z^2}. \end{aligned} \right\}. \quad (6)$$

В системе уравнений (6) отсутствуют вязкие касательные напряжения, а присутствуют только нормальные.

Заметим, что систему (6) можно получить также из уравнений в напряжениях динамики частицы жидкости, если в них  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$ ,  $\sigma_z$  определять по (2), а  $\tau_{xy}$ ,  $\tau_{yz}$ ,  $\tau_{xz}$  положить равным нулю.

Введем компоненты вихря  $\xi$ ,  $\eta$ ,  $\zeta$  по осям координат соответственно:

$$\xi = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z} \right), \quad \eta = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial x} \right), \quad \zeta = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \right),$$

после чего общеизвестным преобразованием систему (6) представим так:

$$\left. \begin{aligned} 2(\eta w - \zeta v) &= -\frac{\partial H}{\partial x} + \frac{2}{R_e} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \\ 2(\zeta u - \xi w) &= -\frac{\partial H}{\partial y} + \frac{2}{R_e} \frac{\partial^2 v}{\partial y^2}, \\ 2(\xi v - \eta u) &= -\frac{\partial H}{\partial z} + \frac{2}{R_e} \frac{\partial^2 w}{\partial z^2}. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

В уравнениях (7) все величины безразмерны. При обезразмеривании в качестве масштаба скорости взята характерная скорость  $U$ , переменные  $x$ ,  $y$ ,  $z$  обезразмерены с помощью характерной длины  $L$ , а величина гидростатического давления масштабирована величиной  $\rho U^2$ . Результатом такого обезразмеривания стало появление безразмерного параметра  $R_e = \frac{\rho U L}{\mu}$ , называемого числом

Рейнольдса. Кроме того, в системе (7) введена величина, называемая полной механической энергией.

Система уравнений (7) упрощается в двух случаях. Во-первых, когда  $\xi$ ,  $\eta$ ,  $\zeta = 0$ , что соответствует так называемым потенциальным течениям жид-

кости. Во-вторых, в случае течений, открытых впервые профессором Казанского университета И.С. Громекой (1851–1889) в его докторской диссертации «Некоторые случаи движения несжимаемой жидкости» [3]. В этих течениях, называемых винтовыми, имеет место пропорциональная зависимость между скоростями и компонентами вихря в форме следующих соотношений:

$$\lambda u = \frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z}, \quad \lambda v = \frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial x}, \quad \lambda w = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}, \quad (8)$$

где параметр  $\lambda$  суть постоянная величина.

Для указанных случаев система уравнений (7) упрощается так:

$$\frac{\partial H}{\partial x} = \frac{2}{R_e} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \quad \frac{\partial H}{\partial y} = \frac{2}{R_e} \frac{\partial^2 v}{\partial y^2}, \quad \frac{\partial H}{\partial z} = \frac{2}{R_e} \frac{\partial^2 w}{\partial z^2}. \quad (9)$$

Если в соотношениях (9) число Рейнольдса устремить к бесконечности, то соотношения (9) упрощаются и принимают вид:

$$\frac{\partial H}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial H}{\partial y} = 0, \quad \frac{\partial H}{\partial z} = 0. \quad (10)$$

Из (10) следует, что функция  $H$  не зависит от переменных  $x, y, z$ , т. е. по отношению к этим переменным функция

$$H = \rho + \frac{V^2}{2} = \text{const}. \quad (11)$$

Соотношение (11) в гидродинамике называется интегралом Д. Бернулли, который получен из уравнений движения идеальной (невязкой) жидкости в форме Эйлера.

В рамках первой задачи механики система уравнений (9) служит для определения поверхностных сил, вызывающих движение жидкости. Применительно к жидкой частице такой силой в (9) является гидростатическое давление как сила, отнесенная к элементарной площади.

Для анализа кинематических соотношений частицы жидкости рассмотрим случай безвихревых или потенциальных потоков, т. е. когда  $\xi = \eta = \zeta = 0$ . Для них можно ввести функцию  $\varphi$  потенциала скоростей следующим образом:

$$u = \frac{\partial \varphi}{\partial x}, \quad v = \frac{\partial \varphi}{\partial y}, \quad w = \frac{\partial \varphi}{\partial z}.$$

Подстановка этих значений скоростей в уравнение неразрывности (4) приводит к общеизвестному уравнению Лапласа для определения функции  $\varphi$ :

$$\nabla^2 \varphi = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2}. \quad (12)$$

Уравнение (12) имеет решение:

$$\varphi = -\frac{Q}{r}, \quad r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}, \quad (13)$$

которое описывает течение жидкости, симметричное относительно начала прямоугольной системы координат. В этом решении постоянная величина  $Q$  есть расход через единицу поверхности сферы радиуса, равного единице.

Для решения (13) составляющие гидродинамической скорости  $\vec{V}$  таковы:

$$u = \frac{xQ}{r^3}, \quad v = \frac{yQ}{r^3}, \quad w = \frac{zQ}{r^3},$$

которые соотношения (9) приводят к следующему виду:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial H}{\partial x} &= \frac{2Q}{R_e} \cdot \frac{(15x^3 - 9x^2r^2)}{r^7}, \\ \frac{\partial H}{\partial y} &= \frac{2Q}{R_e} \cdot \frac{(15y^3 - 9y^2r^2)}{r^7}, \\ \frac{\partial H}{\partial z} &= \frac{2Q}{R_e} \cdot \frac{(15z^3 - 9z^2r^2)}{r^7}. \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Из уравнений (14) следует, что для такого потока интеграл Бернулли (11) может иметь место при конечных значениях числа Рейнольдса, если  $r \rightarrow \infty$ .

При анализе винтовых движений используются кинематические соотношения (4) и (8). В частности, И.С. Громека в [3] проанализировал движение жидкости, поле скоростей которого зависит только от двух прямоугольных координат  $y$  и  $z$ . Это и есть случай прямолинейного равномерного движения потока по прямому каналу прямоугольного поперечного сечения, с продольной осью параллельной оси  $x$  декартовой системы координат. Ширина такого канала по оси  $y$  равна  $b$ , а высота канала по оси  $z$  равна  $a$ . Примем, что поток жидкости движется в канале равномерно со скоростями  $u$ , параллельными оси  $x$  и одинаковыми в соответственных точках всех поперечных сечений канала по его длине. Тогда возможное винтовое движение жидкости в канале на основании уравнений (8) обусловлено соотношениями:

$$\lambda u = \frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z}, \quad \lambda v = \frac{\partial u}{\partial z}, \quad \lambda w = -\frac{\partial u}{\partial y}. \quad (15)$$

Продифференцируем второе соотношение в (15) по  $z$ , а третье — по  $y$ , и результат указанного дифференцирования подставим в первое из соотношений (15). Тогда будем иметь уравнение для определения скорости  $u$ :

$$\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \lambda^2 u = 0. \quad (16)$$

Решение этого уравнения Громека нашел в виде:

$$u = \sin(\alpha y) \sin(\beta z), \quad (17)$$

причем между числами  $\alpha$  и  $\beta$  имеет место следующая связь с параметром  $\lambda$ :  $\alpha^2 + \beta^2 = \lambda^2$ . Решение (17) позволяет из последних двух соотношений (15) найти:

$$v = \frac{\beta}{\lambda} \sin(\alpha y) \cos(\beta z), \quad v = \frac{\alpha}{\lambda} \cos(\alpha y) \sin(\beta z). \quad (18)$$

Выражения (17)–(18) позволяют уравнения (9) представить так:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial H}{\partial x} &= 0, \\ \frac{\partial H}{\partial y} &= -\frac{2\alpha^2\beta}{\lambda R_e} \sin(\alpha y) \cos(\beta z), \\ \frac{\partial H}{\partial z} &= -\frac{2\alpha\beta^2}{\lambda R_e} \cos(\alpha y) \sin(\beta z). \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

Из соотношений (19) следует, что в рассматриваемом течении интеграл Бернулли имеет место, когда параметр  $\lambda$  стремится к бесконечности.

Более подробный анализ рассмотренного винтового течения жидкости проделан в [5].

### *Литература*

1. Бубнов В.А. Замечания к выводу уравнения неразрывности гидродинамических течений // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2011. № 2 (8). С. 7–15.
2. Бубнов В.А. Кинематические соотношения частицы жидкости при ее деформационном движении // Физическое образование в вузах. Т. 18. 2012. № 3. С. 111–119.
3. Громека И.С. Некоторые случаи движения несжимаемой жидкости. Казань, 1881.
4. Жуковский Н.Е. Кинематика жидкого тела // Жуковский Н.Е. Полное собрание сочинений. Т. 2. М.-Л.: ОНТИ-НКТП СССР. 1935. С. 7–145.
5. Милович А.Я. Основы динамики жидкости. М.-Л.: Гос. энерг. изд., 1938. 157 с.

### *Literatura*

1. Bubnov V.A. Zamechaniya k vy'vodu uravneniya nerazry'vnosti gidrodinamicheskix techenij // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2011. № 2 (8). S. 7–15.
2. Bubnov V.A. Kinematicheskie sootnosheniya chasticzy' zhidkosti pri ee deformatsionnom dvizhenii // Fizicheskoe obrazovanie v vuzax. T. 18. 2012. № 3. S. 111–119.
3. Gromeka I.S. Nekotory'e sluchai dvizheniya neszhimaemoj zhidkosti. Kazan', 1881.
4. Zhukovskij N.E. Kinematika zhidkogo tela // Zhukovskij N.E. Polnoe sobranie sochinenij. T. 2. M.-L.: ONTI-NKTP SSSR, 1935. S. 7–145.
5. Milovich A.Ya. Osnovy' dinamiki zhidkosti. M.-L.: Gos. e'nerg. izd., 1938. 157 s.

*V.A. Bubnov*

**Influence of Viscous Standard Strains  
on Mechanical Energy Distribution  
in Hydro-dynamic Flows**

The article dwells upon the issue of incorrect concurrent use of the Navier-Stokes equations and continuity equation to study viscous incompressible liquid. It analyzes the impact of viscous normal tension on the character of mechanical energy partition in hydrodynamic flows.

*Keywords:* continuity equation; viscous liquid.

**В.Т. Дмитриева,  
А.Т. Напрасников**

## **Пространственно-временное формирование снежного покрова Байкало-Монгольского региона**

В статье дается анализ пространственно-временной изменчивости снежного покрова, выявляется его многофакторная снегоопасность, оценивается экологическая роль в формировании хозяйственной деятельности человека. Основные результаты исследований представлены на Всемирном форуме снега, который состоялся 16–20 января 2013 года в г. Новосибирске. Исходной информацией послужили соответствующие климатические справочники.

*Ключевые слова:* снег; пространственно-временное изменение снежного покрова; Байкало-Монгольский регион; твердые атмосферные осадки; запасы воды в снежном покрове.

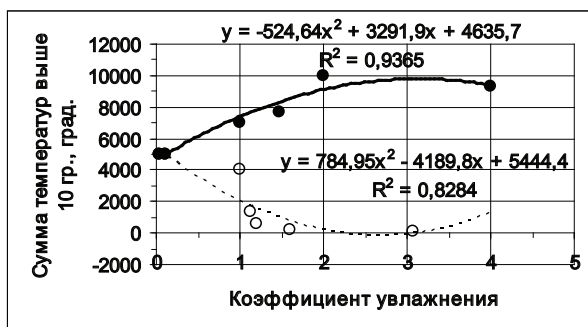
**О**собенности континентального распределения снежного покрова. Байкало-Монгольский регион является частью континентальной Азии, которая практически со всех сторон окружена системой горных сооружений — своеобразным барьером на пути движения воздушных масс, внутри которых формируются азиатские климаты с небольшим количеством атмосферных осадков, антициклональными погодными условиями и большими колебаниями температур воздуха. На равнинах атмосферных осадков выпадает менее 400 мм/год, речной сток составляет не более 200 мм/год. В горах увлажнение и сток рек приблизительно в два раза больше, а в пустынях на порядок меньше.

Снежный покров, формирующийся в условиях азиатского антициклона, на всех элементах рельефа характеризуется малой мощностью по сравнению с территориями океанического воздействия. Формируясь ежегодно как продукт климата и взаимодействия атмосферы с ландшафтной поверхностью, он сам становится климато- и ландшафтно-образующим фактором. Кроме того, снежный покров оказывает существенное влияние на местный климат, формирование рельефа, гидрологические и почвообразовательные процессы, на жизнь растений и животных.

В северных и южных ландшафтах (особенно горных) континентальной Азии имеются многолетнемерзлые горные породы и ледяные подземные тела. Огромную территорию между ними занимают сезонномерзлые почвы и почвогрунты.

Все перечисленные природные явления и режимы имеют единое пространственное начало, которое обусловлено географической зональностью, рельефом поверхности и общей циркуляцией атмосферы. При этом в север-

ном полушарии все гидролого-климатические характеристики, в том числе и снежного покрова, симметрично распределены относительно единой континентальной оси, соединяющей центры азиатских пустынь. Прослеживается тенденция увеличения к северу атмосферных осадков, уменьшение тепловых ресурсов, а к югу возрастают как осадки, так и температуры. Остальные составляющие водного и теплового балансов, как функции тепла и влаги, распределяются подобным же образом (рис. 1).



**Рис. 1.** Схема изменения в континентальной Азии коэффициента увлажнения (отношение атмосферных осадков к испаряемости) от сумм температур выше 10 °C

Континентальная ось, в основном отражающая разделение двух типов гидролого-климатического увлажнения северного полушария (для равнин снежного и бесснежного увлажнения), близка к южной границе зоны с неустойчивым снежным покровом. Байкало-Монгольский регион находится в пределах формирования снежного покрова.

Согласно пространственным закономерностям (рис. 1) было проанализировано распределение снежного покрова от Прибайкалья до Тихого океана, от Станового нагорья Северного Забайкалья до Даурских и Селенгинских степей и до крайне аридных пустынь в Монголии. А.Т. Напрасниковым и В.А. Алексеевым составлена карта «Снегоопасность юга Восточной Сибири и Дальнего Востока», которую, к сожалению, по техническим причинам невозможно представить в статье [1].

Главная основа карты — изолинии средней годовой мощности снежного покрова на период максимального развития с шагом 20 см. Раскраска информационных ступеней выполнена в мягких цветовых тонах по нарастающей — от бледно-желтого, маркирующего практически бесснежные районы (с высотой снежного покрова менее 20 см), до фиолетового, соответствующего многоснежным горным территориям с толщиной снежного покрова более 150 см.

На карте отчетливо прослеживается рост высоты снежного покрова с севера к югу и от Забайкалья, наиболее континентальной территории, до океанической территории. При этом вырисовывается малая снежность аридно-континентальных ландшафтов — центрально-якутских, селенгинских и даурских. Данный факт отмечается и в пустынях Монголии, где снежный покров обычно не превышает 10 см.

На картах-врезках, выполненных в масштабе 1 : 16 000 000, отражены средние многолетние даты начала и конца устойчивого снежного покрова, его продолжительность, а также абсолютные значения снеговых нагрузок, опасность, возникающая во время снегопадов, транспортная доступность территории в зависимости от мощности и плотности снежного покрова.

Кроме анализа пространственной изменчивости высоты снега осуществлена оценка его наиболее опасных составляющих. При этом выделено 10 основных категорий опасности: 1) зимняя скользкость дорожных покрытий; 2) снеготаносимость в естественных условиях; 3) снеговые нагрузки на горизонтальную поверхность; 4) обрушение снежных лавин; 5) намораживание талых снеговых вод; 6) весеннее половодье и заторы льда на реках; 7) продолжительные метели; 8) ветровой наст и гололедные корки; 9) мокрые и ливневые снегопады; 10) водоснежные потоки и прорывные паводки.

Степные регионы Хакасии, Южного Забайкалья и Приморья, Центральной Якутии менее всего подвержены опасным гляциальным явлениям. Здесь основная масса снега весной обычно испаряется, а не переходит в бурные водные потоки, т. е. весеннее половодье выражено неярко. И все же во многих местах возможны катастрофические процессы, вызванные выпадением и трансформацией снега — возникают продолжительные бураны, гололедица, снежные заносы и пр. В горно-таежных районах, отличающихся умеренными снеготаносами, возможно развитие почти всего комплекса неблагоприятных явлений. Это и высокая зимняя скользкость, мощный снежно-ледяной накат, снеговые наледи, ветровой наст, водоснежные сели, весенние паводки и даже катастрофические лавины. Но самые опасные районы — это горы. Здесь большую часть года господствуют метели, снежные обвалы, из-за частых снегопадов и высокой толщины снежного покрова территория практически не доступна. Даже летом в узких долинах возможны разрушительные прорывные явления при спуске подпруженных рек и ручьев лавинными снежниками.

В современный период регионального потепления в открытых геосистемах с небольшой мощностью снега почва начала протаивать на большую глубину, мерзлота частично деградировала. Однако в избыточно увлажненных таежных почвах с затрудненным дренажем тепловое равновесие оказалось устойчивым. В Даурских, Селенгинских степях и пустынях Монголии за период регионального потепления практически на всех метеорологических станциях количество зимних осадков и мощность снежного покрова увеличились. Это положительно сказалось на весеннем половодье, которое увеличилось. Но при этом, когда максимальная величина снега превысила 20 см, начинается массовый падеж скота. Это было в 2001, 2002 и 2010 годах. В годы сильных засух, при общем уменьшении атмосферных осадков или при сдвиге их с раннелетних на позднелетние и осенние месяцы, по всей стране или в ее отдельных районах наступает «дзуд» (стихийное бедствие, при котором домашний скот не способен найти корм под снежным покровом, характерное для Монголии), особенно в условиях зимнего периода, когда животные в районах, захваченных «дзудом», не находят под снегом достаточного корма.

Итак, экологическая роль снега в континентальной Азии огромна. Он является связывающим звеном между температурами приземной атмосферы, термическим состоянием деятельной поверхности, сезонноталым слоем криолитозоны и верхней кровлей многолетней мерзлоты. Снег одновременно является и благом для хозяйственной деятельности человека, и опасным природным явлением.

Снег в Прибайкалье в течение года залегаёт примерно на 5 месяцев и выпадает в твердом виде от 15 до 35 % годовой нормы [2], при высокой отражательной способности (более 80 %) влияет на тепловой и водный режим ландшафтов. Вместе с тем снег предохраняет почву от сильного выхолаживания, глубокого промерзания и утепляет зимующие культуры. В холодные малоснежные зимы наблюдается гибель озимых. В данной связи снежный покров является эффективным мелиоративным фактором оптимизации режимов увлажнения почв и повышения урожайности возделываемых культур. Снежный покров также определяет интенсивность и продолжительность половодья, режим рек и водоемов.

Высота снежного покрова в 10 см и выше даёт возможность создания санных путей, но при большом накоплении снег затрудняет движение на дорогах и железнодорожных магистралях.

Обычно снежный покров появляется в первой-второй декадах октября, максимальной высоты и максимальных запасов воды накапливает в марте, сходит в третьей декаде апреля. В среднем снег залегаёт примерно на 180–190 дней в году. В горных районах эти характеристики соответственно приобретают другие численные значения.

Первый снег, как правило, сходит под влиянием последующих оттепелей. Устойчивый снежный покров понимается как непрерывно удерживающийся в течение зимы. На большей части территории весной снежный покров сходит очень быстро, и разница во времени разрушения и окончательного схода не превышает 5–10 дней.

Невысокий снежный покров отмечается в долине реки Иркут. Высокий покров наблюдается на южном побережье Байкала. Неравномерно снег залегаёт на Патомском нагорье. Здесь наряду с глубокими снегами высотой 50–65 (см. данные по метеостанции Воронцовка) имеет место небольшая его высота 20 см на метеостанции Перевоз. Преобладающая высота снежного покрова в пределах Иркутской области 40–50 см [2]. Характер залегания его находится в непосредственной зависимости от местных условий. Разница в высоте снежного покрова на защищенных и открытых местах тем большая, чем больше высота снежного покрова вообще.

Показательной является плотность снежного покрова при его наибольшей высоте. В пределах всей территории плотность меняется незначительно — от 0,16 до 0,20 г/см<sup>3</sup>.

На преобладающей территории максимальные запасы воды в снеге составляют 60–80 мм на грамм, лишь в северных и северо-восточных районах они превышают 100 мм. На наветренных склонах Хамар-Дабанского нагорья они превышают 390 мм, во внутренних районах Восточного Саяна — около 20 мм.

**Закономерности изменений параметров снежного покрова.** Анализировались данные справочников по снежному покрову, измеренному по снегосъемкам на открытых местах. Определялась изменчивость высоты и запасов воды в снежном покрове в зависимости от твердых осадков.

Изменения в марте высоты снежного покрова и запасов воды в нем в зависимости от твердых осадков октября – марта преобладающе осуществляется по зависимости, отраженной на рисунке 2. Зависимость, воспроизведенная на рисунке 3 в основном отражает изменения высоты снега на локальных речных участках долин с местными экстремальными режимами — скоростью ветра, количеством твердых осадков и многими другими местными условиями. Лишь в смежном Красноярском крае зависимость (рис. 3) приобретает сплошное распространение в верховьях бассейнов рек — притоков Енисея — Канн и Уда, северо-восточный склон Восточный Саян. В Тувинской республике снег в зависимости от твердых осадков распределяется по общей зависимости Иркутской области (рис. 4 и 5). Следует подчеркнуть, что в Тувинской республике и Иркутской области высота снежного покрова и запасы воды в нем приобретают большие значения по сравнению с представленными локальными связями уравнений рисунка 3, т. е. с представленными локальными связями долинных местоположений метеорологических станций.

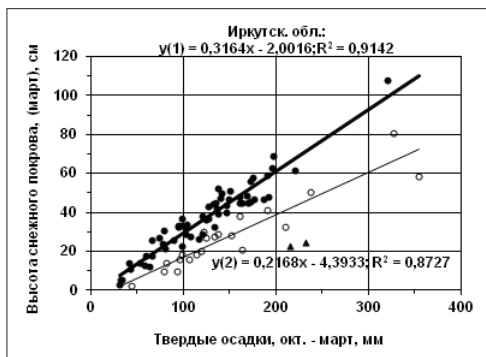


Рис. 2

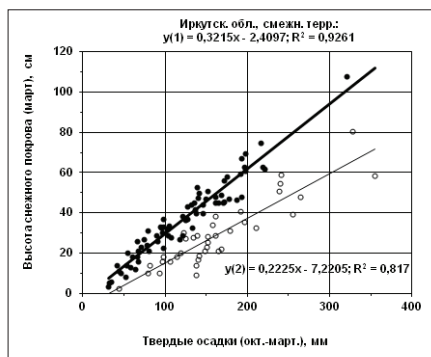


Рис. 3

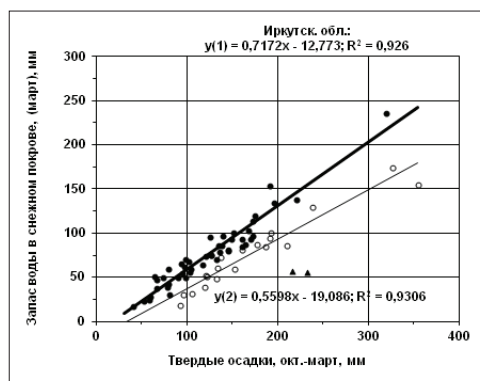


Рис. 4

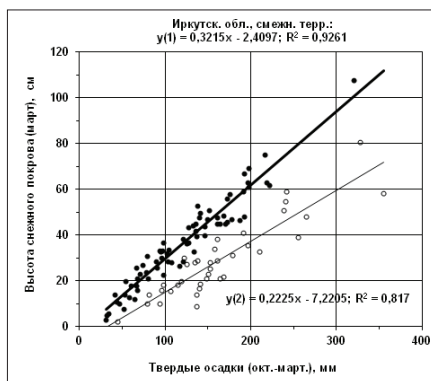


Рис. 5

**Снег Забайкалья.** Осуществлен анализ корреляций между составляющими снежного покрова — высотами, запасами воды и твердыми осадками по данным [3]. Работа выполнена с целью поиска неизвестных данных по более изученным климатическим параметрам с целью составления карт, отражающих влияние снежного покрова на природные процессы и для выработки стратегии оптимизации хозяйственной деятельности в условиях меняющегося климата.

Одной из информационных проблем континентальной Азии является установление водно-теплового баланса снежного покрова на период его максимального залегания. Здесь данный период совпадает с началом интенсивного таяния и испарения снега, и поэтому сложно зафиксировать его определяющие составляющие — высоту, запасы воды в снежном покрове, его плотность. Инструментальные измерения оказываются не всегда корректными. Они, в связи с ландшафтным разнообразием, не всегда отражают реальные ресурсы снега и его пространственную изменчивость. Поэтому использовались преимущественно данные снегомерных съемок. При этом появление и сход снежного покрова проявляются в разное время, особенно для декад, в которых снежный покров отсутствовал более в 50 % зим, а средняя высота не вычислялась и не измерялась при высоте снежного покрова меньше 5 см. Имеются различия и между наибольшими значениями запасов воды в снеге во второй декаде февраля – третьей декаде марта. В марте они солнечным излучением уже трансформированы.

Эти пространственно-временные различия создают неопределенность в исходной информации, особенно необходимой для вводно-балансовых расчетов. Подобные неопределенности по корреляциям между высотами снега и запасами воды в нем за февраль и март были нами устранены. По данным февраля, более устойчивым, восстанавливались значения снега за март (рис. 6 и 7).

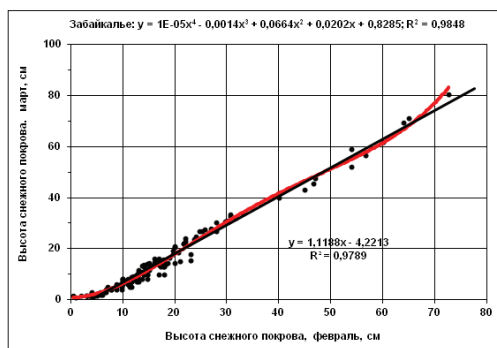


Рис. 6

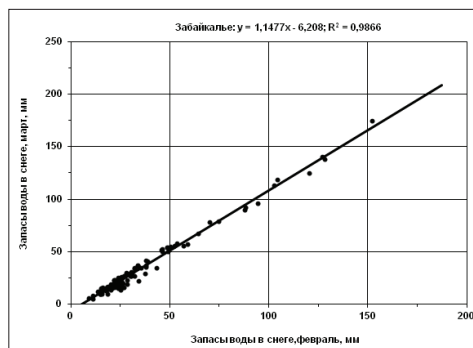


Рис. 7

Приведенные корреляции наиболее применимы в сухих Даурских и Селенгинских степях, где в марте снежный покров на большей части открытых местоположений метеорологических станций сходит, но еще сохраняется под пологом леса. Данным условиям соответствует линейная регрессия (рис. 7). Тренд полинома четвертой степени в большей степени определяет средние величины снега, которые можно рассматривать как средние на всю анализируемую территорию.

Однако этих связей недостаточно, чтобы выполнить для каждого местоположения станции вводно-балансовые расчеты снега. Возникает необходимость поиска связей составляющих снега за март с твердыми осадками за октябрь – март или ноябрь – март. Предполагается, что в марте осуществляется максимальное накопление снега, наиболее информативное для последующих вводно-балансовых расчетов, что дает основание считать, что подобная стандартизация более рациональна, когда за основу расчетов принимаются параметры снега за март (рис. 8 и 9).

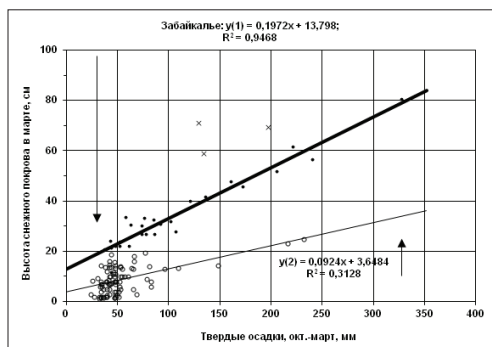


Рис. 8

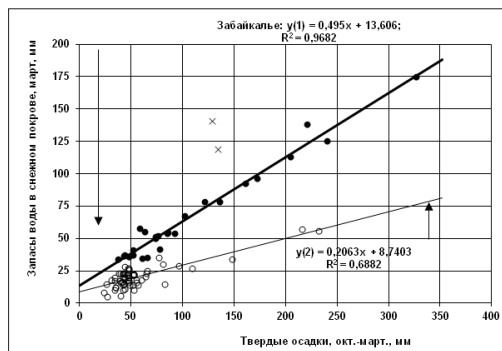


Рис. 9

Линейные регрессии 1 рисунков 8 и 9 сформировали данные метеорологических станций горно-таежного Забайкалья: 2. Уоян; 3. Кедровка; 4. Ченча; 7. Котельн. Маяк; 9. Гоуджokit; 10. Нижнее-Ангарск; 15. Томпа; 21. Усть-Баргузин; 26. Черемухово; 27. Сухая; 37. Танхой; 49. Усойский хребет; 70. Жидохон; 77. Замакта; 167. Чара; 170. Большая Лепринда; 177. Нелята; 180. Средний Калар; 181. Средняя Олекма. 182. Калакан; 183. Маклакан; 184. Гуля; 185. Усть-Каренга; 186. Тупик; 189. Хулугли.

Данные с максимальными значениями высот снежного покрова составили станции: 324. Черемховский Перевал; 53. Икатский Перевал и Сосновка, расположенная на берегу Байкала.

Линейную регрессию 2 рисунка 8 составили данные других метеорологических станций, представленных в [3: с. 240–251].

На приведенной системе графиков имеют место одни и те же зависимости между графиками «Северное Забайкалье», «Монголия и Забайкалье», «Монголия» (рис. 10, 11 и 14, 15). Здесь в обоих случаях в пределах Забайкалья исходная информация автоматически подразделяется на горно-таежную и сухостепную. Она же в обоих случаях автоматически дополняется данными по Монголии.

**Снег: Тува, Монголия и смежные территории.** Тувинская котловина ограждена от северо-западного переноса двумя горными системами — Восточным и Западным Саяном. Здесь выпадает небольшое количество атмосферных осадков, которое по пространственной изменчивости отличается от смежных территорий. Это обусловлено структурной неоднородностью горных систем, их разной ориентацией. Район отличается ограниченной метеорологической информацией.

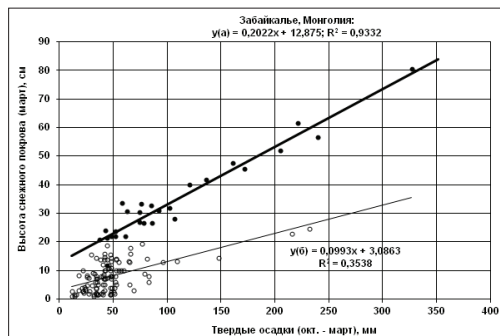


Рис. 10

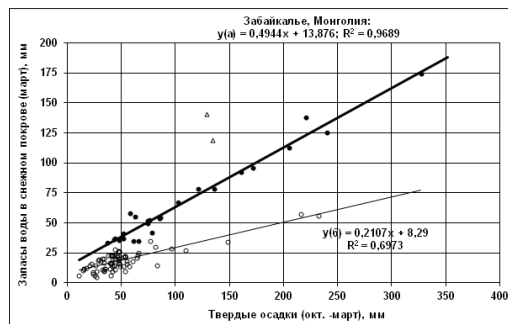


Рис. 11

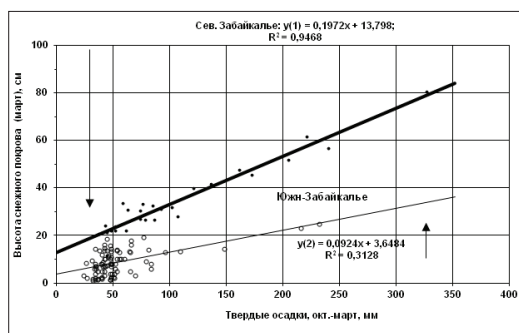


Рис. 12

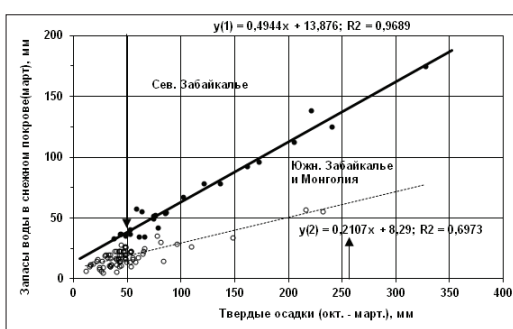


Рис. 13

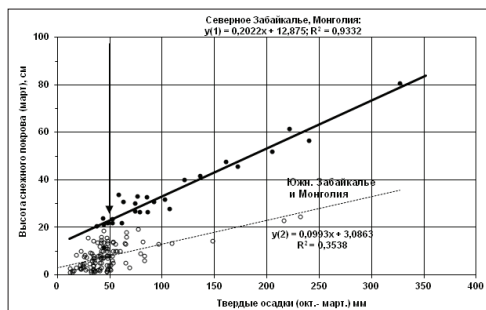


Рис. 14

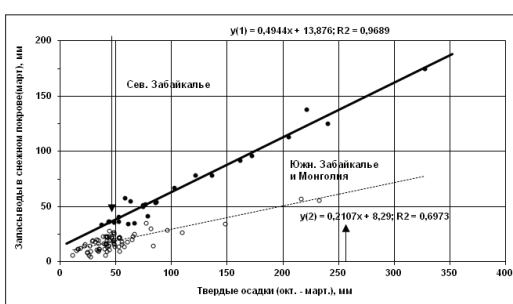


Рис. 15

Поэтому поиск связей высоты снежного покрова и запасов воды в нем с твердыми осадками осуществлялся на принципах их корреляционной согласованности с соответствующими данными смежных территорий (рис. 16–25).

В Монголии весьма ограничена информация по запасам воды в снежном покрове. Предварительно, возможно, выявляются две их связи с твердыми осадками (рис. 16). Минимальные запасы воды в снежном покрове отмечены в местоположениях метеорологических станций на севере республики (Улаастай, Тосонцэнгэл, Цэцэрлэг, Биндэр, Эрдэнэцагаан, Дархан), не исключено, из-за геоморфологического теневого эффекта. Максимальное количество влаги в снеге отмечено в горных районах и на открытых местах центральной и

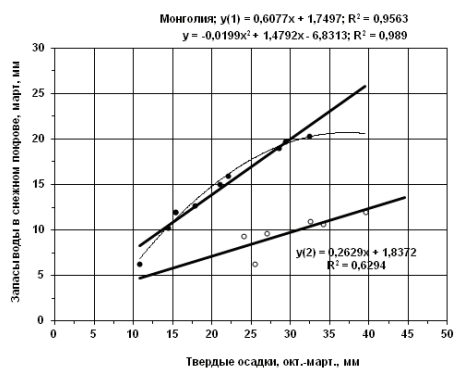


Рис. 16

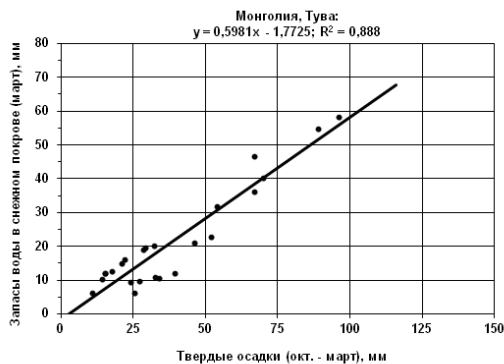


Рис. 17

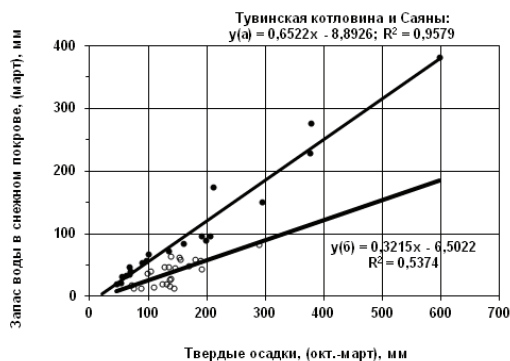


Рис. 18

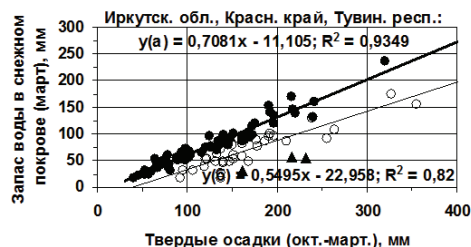


Рис. 19

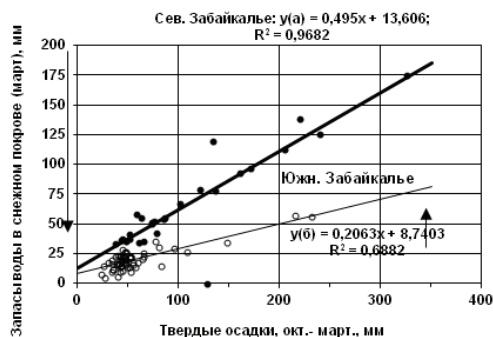


Рис. 20.

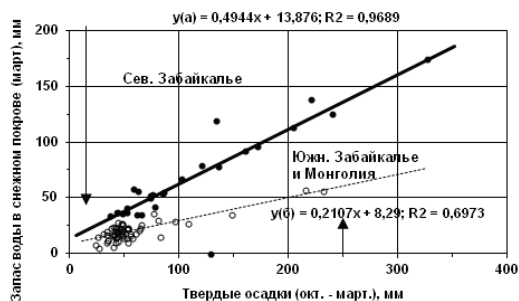


Рис. 21.

южной Монголии (Баянхонгор, Баян-уул, Мерен, Тариан, Арвайхээр, Дадал, Халг гол, Сайншанд).

По этим данным невозможно составить единую пространственную картину распределения запаса воды в снеге, используя его связь с твердыми осадками. Более объективная суммарная корреляция запаса воды в снеге получена по двум довольно близким по природе территориям — Монголии и Тувы (рис. 17).

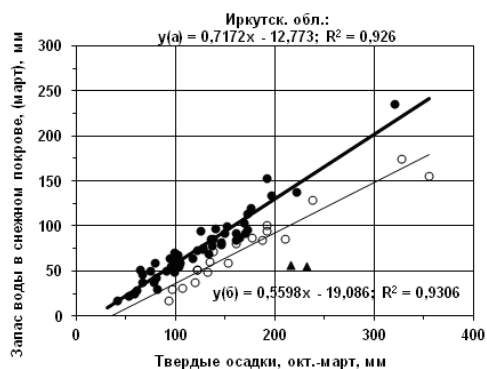


Рис. 22.

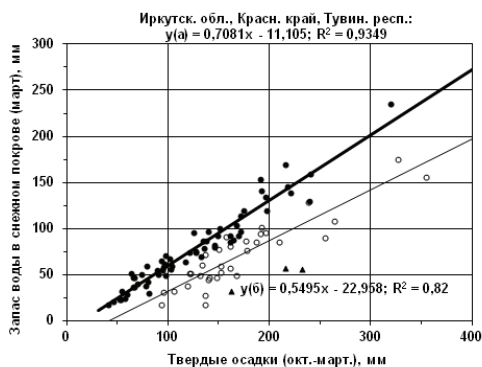


Рис. 23.

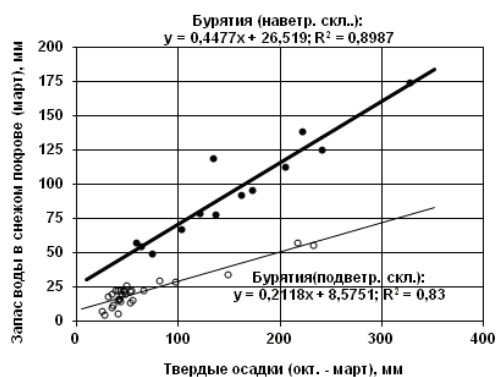


Рис. 24.

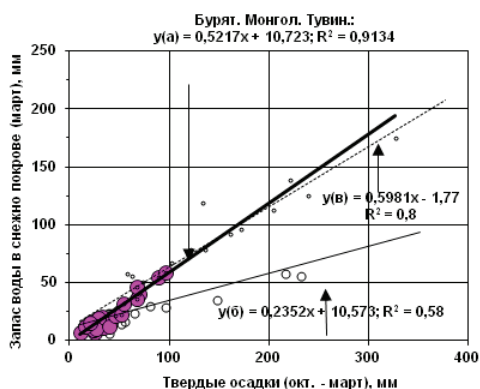


Рис. 25.

Имеется некоторая общность анализируемых связей с ландшафтами северной горной системы Хакасско-Минусинской впадины, представленной отрогами Восточный, Западный Саян, Кузнецкий Алатау и Абаканским хребтом. На их наветренных склонах запас воды в снеге изменяется по единой корреляции с данными Тувинской котловины (рис. 18). Здесь, видимо, в котловину из Монголии проникают зимние влагонесные массы воздуха. На это указывает и близость отмеченных корреляций. Вместе с тем приведенные горные хребты представляют собой замкнутую орографическую систему, ограничивающую приток северо-западной атмосферной влаги. Поэтому на подветренных склонах количество атмосферной влаги значительно меньше (рис. 19).

Отмеченная корреляция запаса воды в снежном покрове проявляется в твердых осадках Иркутской области. В ее общую корреляционную выборку (рис. 21) входят данные Тункинской котловины, бассейна реки Канн и верховьев реки Бирюсы, т. е. северо-западных склонов Восточного Саяна. Эти данные незначительно повлияли на соответствующие корреляции по Иркутской области (рис. 22). Вместе с тем не вся исходная информация входит

в выборку рисунка 23. Ее меньшая часть формирует свою выборку (рис. 22 и 23); она представлена количественно меньшими данными, что, возможно, обусловлено особенностью местных факторов с повышенной долиной скоростью ветра, большим количеством атмосферных осадков и расположением местоположений метеорологических станций в теневой тени. К ним относятся следующие метеорологические станции: в Иркутской области — Воронцовка (155,3 мм), Мама (129 мм), Чечуйск (86 мм), Червянка (51,7 мм), Нижнеилимск (61 мм), Нижнешаманск (72,3 мм), Березовый (59,3 мм), Шиткино (101 мм), Чама (80,7 мм), Мироново (85,3 мм), Тайшет (48,7 мм), Худоеланское (38,3 мм), Икэй (51,3 мм), Покойники (31,7 мм), Алыгджер (17,7 мм), Половинка (30,7 мм), Софийск (87 мм), Гоуджokit (174,3 мм); в Красноярском крае — Богучане (57,7 мм), Стрелка, Б. Мурта (91,3 мм), Держинск (47 мм), Долгий Мост (95,7 мм), Абакан (77,7 мм), Сухобузинск (44,7 мм), Соколовка (76,7 мм), Солянка (47 мм), Ключи (90,3 мм), Уяр (48,7 мм), Ирбейское (52,7 мм), В. Рыбинское (17 мм), Агинское (27,3 мм) [3].

Забайкалье в меньшей степени влияет на распределение снежного покрова окружающих территорий. Однако подобная тенденция все же имеет место. В пределах республики Бурятия запас воды в снежном покрове распределяется по двум корреляциям. Максимальные значения по тренду (рис. 24) соответствуют северным горно-таежным районам и, видимо, в основном северо-западным и муссонным вторжениям воздушных масс, охватывающим преобладающе юго-западные склоны горных систем. Некоторым подтверждением этого являются повышенные запасы воды в снежном покрове на метеостанции Гоуджokit (174,7 мм), Икатский перевал (119 мм) и Усойский хребет (55,3 мм). Их дополняют местные северо-западной ориентации воздушные массы, сбрасывающие влагу на встречных склонах хребтов. Такими показателями являются формирующие воду снега метеостанции Снежная и Танхой (138,3 мм). Вторая зависимость (рис. 25) в большей степени отражает зональное распределение снежного покрова, основные параметры которого уменьшаются в южном направлении.

В пределах данных территорий сложно выявить конкретные ареалы корреляционных изменений запасов воды в снеге. Поэтому желательно составление карты на основе исходной информации, которая может дать общее представление о пространственной изменчивости снежного покрова.

Запасы воды в снежном покрове самые минимальные и в выборках Бурятии, т. е. в пределах максимальных и минимальных трендов (рис. 24). Там, где они сходятся, они занимают общее место и поэтому незначительно влияют на общую корреляцию обобщающих трендов (рис. 25). Вместе с этим данные по Туве и Монголии формируют общую зависимость, довольно близкую к Бурятской. Видимо, для Бурятии и Тувы характерна единая связь запасов воды в снеге и количества твердых осадков.

*Литература*

1. Атлас снежно-ледовых ресурсов мира: В 2-х тт. М.: Гидрометеоиздат, 1997.
2. Справочник по климату СССР. Вып. 22: Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. Л.: Гидрометеоиздат, 1968. 279 с.
3. Справочник по климату СССР. Вып. 23: Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. Л.: Гидрометеоиздат, 1968. 328 с.

*Literatura*

1. Atlas snezhno-ledovy'x resursov mira: V 2-x tt. M.: Gidrometeoizdat, 1997.
2. Spravochnik po klimatu SSSR. Vy'p. 22: Vlazhnost' vozduxa, atmosfery'e osadki, snezhny'j pokrov. L.: Gidrometeoizdat, 1968. 279 s.
3. Spravochnik po klimatu SSSR. Vy'p. 23: Vlazhnost' vozduxa, atmosfery'e osadki, snezhny'j pokrov. L.: Gidrometeoizdat, 1968. 328 s.

*V.T. Dmitrieva,  
A.T. Naprasnikov*

**Spatial and Temporal Formation of Snow Cover  
in Baikal and Mongolia Region**

The paper analyzes spatial and temporal alterability of snow cover, elicits its multifactorial snow-riskiness, and assesses the ecological role in man's business activities formation. The major results of the investigation were presented at the World Snow Forum, January, 16–20, 2013, Novosibirsk. The source data is taken from correspondent reference books.

*Keywords:* snow; spatial and temporal alteration of snow cover; Baikal and Mongolian Region; solid atmospheric precipitation; water supply in snow cover.

Е.О. Фадеева

## Особенности микроструктуры первостепенного махового пера орлана-белохвоста (*Haliaeetus albicilla*)

В статье приведены итоговые материалы электронно-микроскопического исследования тонкого строения первостепенного махового пера орлана-белохвоста (*Haliaeetus albicilla*), проведенного с использованием сканирующего электронного микроскопа. Представлены оригинальные результаты, которые позволяют сделать вывод о том, что у орлана-белохвоста, наряду с традиционными элементами микроструктуры пера, важными с точки зрения таксономической диагностики, имеется ряд видоспецифических компартментов, которые можно рассматривать как эколого-морфологические адаптации компенсаторного типа, сохраняющие принципиальную структуру пера и усиливающие общий аэродинамический эффект крыла.

**Ключевые слова:** орлан-белохвост; электронно-микроскопическое исследование; первостепенное маховое перо; микроструктура пера.

Центральный совет Союза охраны птиц России избрал орлана-белохвоста символом 2013 года. Эта красивая птица, распространенная на большей части нашей страны, легко узнаваема и нуждается в защите человека — данный вид занесен и в Красную книгу России и в Международную Красную книгу. Цель акции — не только способствовать сохранению данного вида, но также расширить спектр научных исследований в области биологии орлана-белохвоста, в том числе активизировать новые научные направления.

Орлан-белохвост (*Haliaeetus albicilla* L., 1758) является представителем семейства Ястребиные (*Accipitridae*), отряда Соколообразные (*Falconiformes*).

Закономерный интерес вызывает комплекс прямых морфологических адаптаций *Accipitridae*, основной универсальный прием охоты которых включает поисковый бреющий полет — они способны подолгу парить в восходящих потоках теплого воздуха с последующим высокоманевренным преследованием. Основное внимание при рассмотрении данного вопроса уделяется строению крыльев *Accipitridae* — широких и длинных, с закругленной вершиной и «паль-

цеобразными» окончаниями первостепенных маховых перьев. Широко известны и общепризнаны следующие характеристики. Самый длинный элемент крыла — предплечье; иногда почти такую же длину имеет кисть. Первостепенных маховых перьев обычно 10; у части видов есть скрытый кроющими перьями рудимент первого махового пера. Крыло диастатакситическое (аквинтокубитальное): между 4-м и 5-м второстепенными маховыми перьями располагаются добавочные верхние и нижние кроющие. На первостепенных маховых перьях имеются вырезки, помогающие орлану маневрировать в полете.

На фоне исчерпывающего описания основных аэродинамически выгодных макроморфологических структур крыла *Accipitridae* практически неисследованным остается строение основных элементов микроструктуры первостепенного махового пера — важнейшего функционального элемента крыла птиц.

В настоящем исследовании впервые проведен качественный анализ микроструктуры первостепенного махового пера орлана-белохвоста с целью выявления основных видоспецифических характеристик тонкого строения пера, а также ряда элементов, возможно, имеющих адаптивный характер. Материалом для работы послужили первостепенные маховые перья орлана-белохвоста, любезно предоставленные А.Б. Кузьминым (Зоологический музей МГУ) из личного орнитологического коллекционного фонда.

Для проведения сравнительного электронно-микроскопического анализа были использованы наиболее информативные фрагменты пера — бородки первого порядка (далее — бородки I) и бородки второго порядка (далее — бородки II) контурной части опахала первостепенного махового пера.

Препараты бородок были приготовлены стандартным, многократно апробированным методом [4]. Подготовленные препараты напыляли золотом методом ионного напыления на установке Edwards S-150A (Великобритания), просматривали и фотографировали с применением SEM JEOL-840A (Япония), при ускоряющем напряжении 10 кВ.

В целом, изготовлено 29 препаратов бородок контурной части опахала первостепенного махового пера орлана-белохвоста, на основании которых сделано и проанализировано 194 электронных микрофотографий.

В настоящем исследовании за основу описания микроструктуры контурной части опахала первостепенного махового пера орлана-белохвоста были взяты следующие качественные показатели: конфигурация поперечного среза бородки I; строение сердцевинки на поперечном и продольном срезах бородки I; рельеф кутикулярной поверхности бородки I; строение бородок II дистального отдела опахальца (далее дистальные бородки II): конфигурация свободных отделов ороговевших кутикулярных клеток дистальных бородок II, формирующих дорсальную поверхность опахала.

На уровне SEM доказаны возможности применения перечисленных качественных паттернов в целях таксономической идентификации видов [1–6], однако подробных видоспецифических комплексных исследований, возмож-

но, имеющих адаптивный характер, особенностей микроструктуры пера орлана-белохвоста на уровне SEM до сих пор не проводилось.

**Форма поперечного среза.** Форма бородки I, которая хорошо различима на поперечном срезе, видоспецифична за счет разнообразия конкретных деталей строения: дорсального и вентрального гребней, уплощенности, изогнутости. У орлана-белохвоста конфигурация поперечного среза бородки I варьирует по направлению от основания бородки — места прикрепления данной бородки к стержню пера (подопальцевая и последующая базальная части) — к ее вершине (дистальная часть).

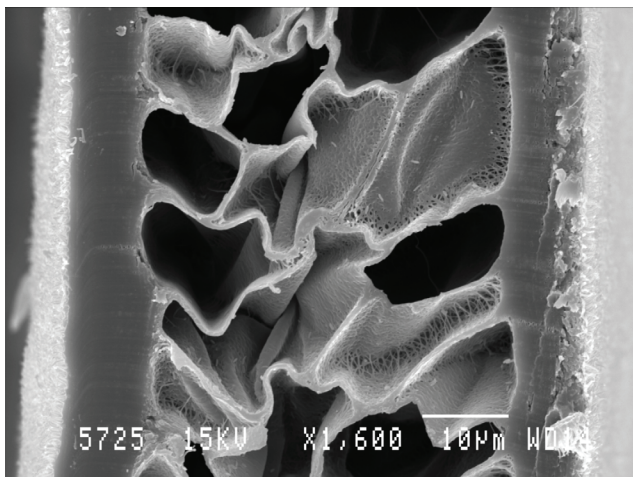
Так, поперечный срез в подопальцевой части имеет удлиненную и достаточно узкую форму за счет сильного уплощения бородки с боковых сторон и значительно удлиненного вентрального гребня; дорсальный гребень слабо выражен, практически отсутствует. В расположении дистального и проксимального выступов отмечена асимметрия. Сердцевина на поперечном срезе подопальцевой части бородки отсутствует; корковый слой, полностью заполняющий внутреннюю часть бородки, имеет однородную структуру.

В начале базальной части бородки отмечается появление сердцевинки во внутренней структуре; срез приобретает дугообразную форму; более выражена асимметрия в расположении дистального и проксимального выступов.

Форма поперечного среза в последующих участках базальной части бородки I по-прежнему удлиненная и значительно уплощенная с боков. По-прежнему заметно развит вентральный гребень, однако параметры удлиненности несколько изменяются по сравнению с предыдущим участком бородки: увеличивается ширина и уменьшается общая длина среза бородки, более выражен дистальный гребень, увеличивается асимметрия в расположении дистального и проксимального выступов. Во внутренней структуре бородки начинает заметно преобладать сердцевина, представленная дву- и трехрядной совокупностью уплощенных полиморфных воздухоносных полостей (рис. 1). В каркасе сердцевинных полостей заметны переплетения коротких толстых нитей, отходящих от перфорированных, сильно волнистых, стенок, и редкие вкрапления пигментных гранул.

Параметры поперечного среза медиальной части бородки I заметно изменяются по сравнению с приведенными выше характеристиками базальной части. Общая длина поперечного среза данного участка бородки уменьшается, и одновременно увеличивается ширина, вследствие чего поперечный срез медиальной части бородки I приобретает ланцетовидную форму; заметно уменьшается длина вентрального гребня, что отражается на соотношении его длины к общей длине поперечного среза; в каркасе сердцевинных полостей наряду с переплетениями коротких нитей и гранулами пигмента заметны тонкие нитчатые выросты.

Тенденция изменения конфигурации и параметров удлиненности бородки I на поперечном срезе продолжается также на протяжении всей дистальной части бородки первого порядка. Срез приобретает каплевидную, слегка удли-



**Рис. 1.** Сердцевина на поперечном срезе базального участка бородки первого порядка контурной части опахала первостепенного махового пера орлана-белохвоста *Haliaeetus albicilla* (Accipitridae, Falconiformes). Сканирующий электронный микроскоп (JEOL-840A), ув.  $\times 1,600$

ненную, форму; вентральный гребень сильно укорочен, дорсальный, напротив, удлиняется; возрастает обилие тонких нитей в каркасе полостей.

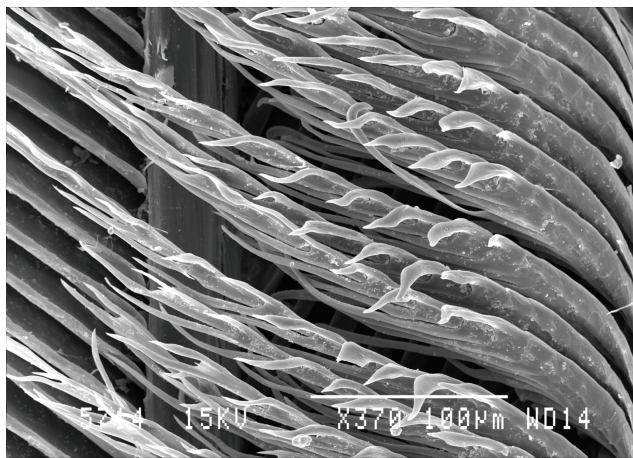
**Сердцевина на продольном срезе.** В направлении к вершине бородки I заметно изменяется структура сердцевинного тяжа: однорядно расположенные полиморфные тонкостенные воздухоносные полости (ячеи) в подопахальной части, четырехрядно — в базальной, трех- и двурядно — в медиальной, и вновь однорядно — в дистальной части бородки I. Конфигурация сердцевинных полостей также заметно варьирует: от сильно вытянутых вдоль оси бородки и с глубоко складчатыми стенками (базальная и медиальная части бородки) до округлых, со слабо складчатыми стенками (дистальная часть). На всем протяжении бородки I отмечены пигментные гранулы, обилие которых в каркасе полостей заметно возрастает по направлению к вершине бородки. Корковый слой имеет слоистую структуру.

**Структура кутикулярной поверхности.** Рельеф поверхности кутикулярных клеток дистальной стороны вентрального гребня базальной части бородки I ворсистый, образованный мелкими, густо расположенными, многочисленными кутикулярными выростами, равномерно покрывающими поверхность клеток. Пяти-шестиугольные кутикулярные клетки имеют четкие границы и ориентированы вдоль продольной оси бородки I.

**Структура дистальных боронок II.** Бородки II дистальной части опахальца плотно сомкнуты в базальном и медиальном отделах и рыхло расположены в дистальном отделе бородки I.

В структуре дистальных боронок II отчетливо различаются расширенная базальная часть и последующее перышко — тонкая удлиненная часть дис-

тальной бородки II с комплексом свободных отделов ороговевших кутикулярных клеток: крючки в основании перышка на его нижней (вентральной) стороне, а также дорсальные и вентральные волосовидные реснички на всем протяжении, включая апикальную часть перышка (рис. 2). При этом структура дистальных бородок II претерпевает заметные изменения по направлению от основания бородки I к ее вершине.



**Рис. 2.** Дистальные бородки второго порядка с расположенными на них ресничками, образующие в целом ворсистую поверхность контурной части опахала первостепенного махового пера орлана-белохвоста

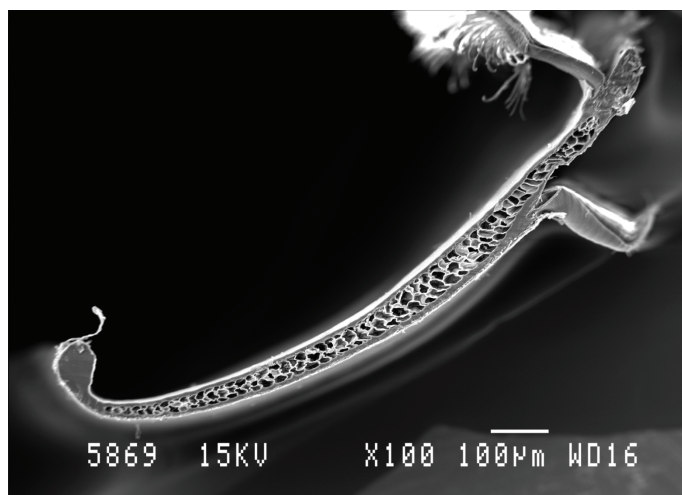
*Haliaeetus albicilla* (Accipitridae, Falconiformes).

Сканирующий электронный микроскоп (JEOL-840A), ув.  $\times 370$

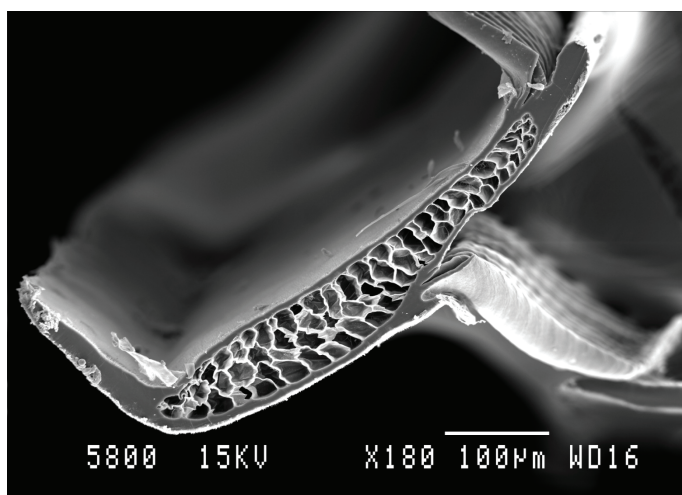
Так, в медиальном отделе отмечается окончательное формирование перышка, дорсальные реснички в его основании расширены и представляют собой удлиненные, с зауженными вершинами лопасти (лопастные реснички). По направлению к вершине бородки I перышко становится короче, лопастные реснички постепенно утончаются, все реснички дорсальной стороны постепенно укорачиваются и плотно прилегают к оси перышка, в верхнем отделе бородки I дорсальная сторона относительно короткого перышка полностью лишена ресничек.

**Специфика микроструктуры первостепенного махового пера в области вырезки контурной части опахала.** Проведенное нами сравнительное исследование микроструктуры разных участков первостепенного махового пера орлана-белохвоста позволило выявить ряд отличительных характеристик тонкого строения пера в области вырезки контурной части опахала.

Так, на поперечном срезе в подопахальцевой части бородки I присутствует сердцевина и более развит дистальный гребень; в базальной части срез более удлинен и заужен за счет уплощения бородки с латеральных сторон (рис. 3); в медиальной части четко выражен характерный изгиб вершины вентрально-го гребня под углом  $90^\circ$  к продольной оси среза; в дистальной части отмечено



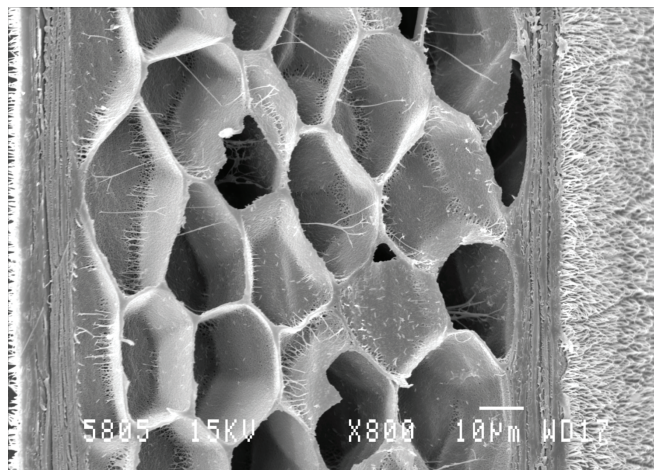
**Рис. 3.** Поперечный срез базального участка бородки первого порядка в области вырезки контурной части опахала первостепенного махового пера орлана-белохвоста *Haliaeetus albicilla* (Accipitridae, Falconiformes). Сканирующий электронный микроскоп (JEOL-840A), ув.  $\times 100$



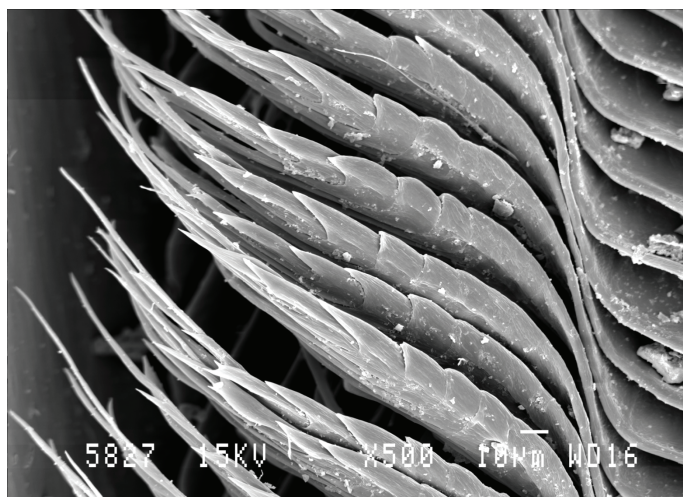
**Рис. 4.** Поперечный срез медиального участка бородки первого порядка в области вырезки контурной части опахала первостепенного махового пера орлана-белохвоста *Haliaeetus albicilla* (Accipitridae, Falconiformes). Сканирующий электронный микроскоп (JEOL-840A), ув.  $\times 180$

сильное латеральное уплощение в центральной части среза (рис. 4); в верхнем участке дистальной части срез приобретает специфический тавровый профиль за счет вентрального гребня — расширенного и уплощенного в дорсо-вентральном направлении.

Сердцевидные полости более округлые, что особенно выражено на продольном срезе бородки I (рис. 5).



**Рис. 5.** Сердцевина на продольном срезе базального участка бородки первого порядка в области вырезки контурной части опахала первостепенного махового пера орлана-белохвоста *Haliaeetus albicilla* (Accipitridae, Falconiformes). Сканирующий электронный микроскоп (JEOL-840A), ув.  $\times 800$



**Рис. 6.** Дистальные бородки второго порядка с утолщенными сегментами и плотно прилегающими зубцами, образующие поверхность контурной части опахала в области вырезки первостепенного махового пера орлана-белохвоста *Haliaeetus albicilla* (Accipitridae, Falconiformes). Сканирующий электронный микроскоп (JEOL-840A), ув.  $\times 500$

Кутикулярная поверхность отличается более округлой формой клеток в основании бородки I, а также практически полным отсутствием выраженных границ между кутикулярными клетками в вышележащих участках бородки.

Бородки II дистальной части опахальца плотно сомкнуты во всех отделах бородки I; перышко короткое, с четко выраженными утолщенными сегментами; дорсальные лопастные и волосовидные реснички отсутствуют, а свобод-

ные отделы ороговевших кутикулярных клеток дистальных боронок II представлены утолщенными, плотно прилегающими зубцами (рис. 6).

Выявленные особенности микроструктуры первостепенного махового пера орлана-белохвоста в области вырезки контурной части опахала пера имеют, возможно, адаптивный характер.

Таким образом, в результате проведенного нами исследования микроструктуры первостепенного махового пера орлана-белохвоста впервые выявлены качественные паттерны, в комплексе своем достаточно информативные с точки зрения таксономической диагностики. Ряд выявленных компарментов тонкого строения контурной части опахала пера, по-видимому, можно рассматривать как эколого-морфологические адаптации компенсаторного типа, сохраняющие принципиальную структуру пера и направленные на усиление общего аэродинамического эффекта крыла.

### Литература

1. Фадеева Е.О. Особенности микроструктуры контурного пера соколиных (*Falconidae*) // Биоразнообразие и роль особо охраняемых природных территорий в его сохранении. Тамбов: ТГУ, 2009. С. 267–269.
2. Фадеева Е.О. Адаптивные особенности микроструктуры контурного пера полярной совы (*Nyctea scandiaca*) // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2011. № 2 (8). С. 52–59.
3. Фадеева Е.О., Чернова О.Ф. Особенности микроструктуры контурного пера врановых (*Corvidae*) // Известия РАН. Серия биологическая. 2011. № 4. С. 436–446.
4. Чернова О.Ф., Ильяшенко В.Ю., Перфилова Т.В. Архитектоника перьев и ее диагностическое значение: теоретические основы современных методов экспертного исследования (Библиотека судебного эксперта). М.: Наука, 2006. 98 с.
5. Чернова О.Ф., Перфилова Т.В., Фадеева Е.О., Целикова Т.Н. Атлас микроструктуры перьев птиц (Библиотека судебного эксперта). М.: Наука, 2009. 173 с.
6. Чернова О.Ф., Фадеева Е.О. Возможности диагностики воробьинообразных птиц по фрагментам перьев // Проблемы авиационной орнитологии. М.: ИПЭЭ РАН, 2009. С. 108–116.

### Literatura

1. Fadeeva E.O. Osobennosti mikrostruktury konturnogo pera sokoliny'x (*Falconidae*) // Bioraznoobrazie i rol' osobo ohranyaemy'x prirodny'x territorij v ego soxranenii. Tambov: TGU, 2009. S. 267–269.
2. Fadeeva E.O. Adaptivny'e osobennosti mikrostruktury konturnogo pera polyarnoj sovy' (*Nyctea scandiaca*) // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2011. № 2 (8). S. 52–59.
3. Fadeeva E.O., Chernova O.F. Osobennosti mikrostruktury konturnogo pera vranovy'x (*Corvidae*) // Izvestiya RAN. Seriya biologicheskaya. 2011. № 4. S. 436–446.
4. Chernova O.F., Ilyashenko V.Yu., Perfilova T.V. Arxitektonika per'ev i ee diagnosticheskoe znachenie: teoreticheskie osnovy' sovremenny'x metodov e'kspertnogo issledovaniya (Biblioteka sudebnogo e'ksperta). M.: Nauka, 2006. 98 s.

5. Chernova O.F., Perfilova T.V., Fadeeva E.O., Celikova T.N. Atlas mikrostruktury' per'ev pticz (Biblioteka sudebnogo e'ksperta). M.: Nauka, 2009. 173 s.

6. Chernova O.F., Fadeeva E.O. Vozmozhnosti diagnostiki vorob'inoobrazny'x pticz po fragmentam per'ev // Problemy' aviacionnoj ornitologii. M.: IPE'E' RAN, 2009. S. 108–116.

**E.O. Fadeeva**

**Fine Structure Particularities of White-tailed  
Eagles' (*Haliaeetus albicilla*) Primary Remexes**

The paper presents summary data of scanning electron microscopic investigation of the white-tailed eagle's (*Haliaeetus albicilla*) primary remex fine structure. Presented original research results suggest that along with taxonomically important traditional elements of the feather architectonics, the white-tailed eagle has a number of species-specific compartments, which can be viewed as ecological and morphological adaptations of compensatory type, the latter preserving the feather's principal structure and strengthening the aerodynamic effect of the wing.

**Keywords:** white-tailed eagle; electron microscopic investigation; primary remex; feather microstructure.

А.Г. Резанов

## Методика регистрации и анализа наземной кормежки птиц

В статье рассмотрены особенности методики проведения полевых исследований и регистрации кормового поведения птиц при наземном разыскивании корма, а также даны оценка и анализ полученной информации с использованием компьютерных программ.

*Ключевые слова:* кормовое поведение птиц; наземная кормежка; «пешая охота»; белая трясогузка; галка; серая ворона; регистрация и анализ кормового поведения.

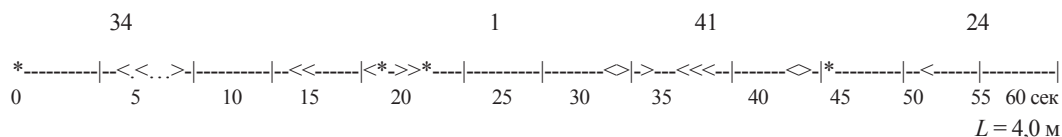
Значение наземной кормежки для птиц велико. Под наземной кормежкой подразумевается передвижение птиц с использованием наземного типа локомоций (ходьба, прыжки) при разыскивании корма на основном горизонтальном субстрате (земля). Предлагаемая методика также приемлема для наблюдений за кормежкой птиц на мелководье в случаях использования ими наземных локомоций.

Собственно наземная кормежка (так называемая «пешая охота») обычна для многих отрядов (подотрядов, семейств и т. д.) птиц: *Struthioniformes*, *Ciconiiformes* (*Ciconiidae*, *Ardeidae*, *Threskiornithidae*), *Falconiformes*, *Galliformes*, *Columbiformes*, *Charadriiformes* (*Charadrii*, *Lari*), *Gruiformes*, *Columbiformes*, *Passeriformes* (*Alaudidae*, *Sturnidae*, *Motacillidae*, *Turdidae*, *Passeridae*, *Emberizidae* и многих др.) [4]. Для некоторых перечисленных отрядов (например, для *Falconiformes*) «пешая охота», в принципе, не характерна, за исключением отдельных представителей. Среди воробьинообразных (*Passeriformes*) трудно найти семейства, представители которых практически не используют «пешую охоту», как, например, ласточки (*Hirundinidae*).

### Методика регистрации кормового поведения птиц при кормежке на земле и мелководье

Для наблюдений за кормежкой куликов (*Charadrii*, *Charadriiformes*), разыскивающих и добывающих корм на отмелях и мелководье, автором была разработана специальная методика регистрации поведения с использованием так называемых «линий хронометража» [1]. Суть предложенной методики заключается в следующем. Все значимые параметры кормового поведения (количество и тип клевков, движения, направленные на визуализацию или экспонирование добычи, например, отбрасывающие движения клювом, шаги, глубина мелководья относительно цевки птиц и пр.) записываются на диктофон. Запись начинается с момента первого клевка, а заканчивается либо после завер-

шения птиц кормежки, либо по прошествии 1–3 мин. Впоследствии запись прокручивается (при включенном секундомере), а все зафиксированные параметры кормового поведения птицы заносятся на отрезок прямой, разделенной на 60 делений («линия хронометража»), что соответствует числу секунд в минуте. В качестве примера приведена «линия хронометража» кормового поведения галки *Corvus monedula* (рис. 1).



**Рис. 1.** Хронометраж кормового поведения галки *Corvus monedula* с использованием «линии хронометража»

**Условные обозначения:** \* — клевки с поверхности субстрата; <, > — ОД (отбрасывающие движения клювом влево, вправо; 34, 1, 41, 24 — количество шагов между клевками; *L* — пройденная дистанция.

Для удобства данные с «линии хронометража» переносятся в табличный вариант (табл. 1). Шаговые последовательности выписываются отдельно, и затем оценивается их средняя продолжительность.

**Таблица 1**

**Данные по кормовому поведению галки, полученные путем хронометрирования**

| Запись | Типы клевков |    |    |       | Клевки/мин | Шаги/ мин | ОД |   | ОД/мин |
|--------|--------------|----|----|-------|------------|-----------|----|---|--------|
|        | ПК           | ЗК | ДК | И др. |            |           | <  | > |        |
| 1      | 4            | -  | -  | -     | 4          | 100       | 11 | 5 | 16     |

**Условные обозначения:** ПК — поверхностные клевки; ЗК — зондирующие клевки; ДК — долбление клювом; ОД — отбрасывающие движения; < — ОД влево, > — ОД вправо.

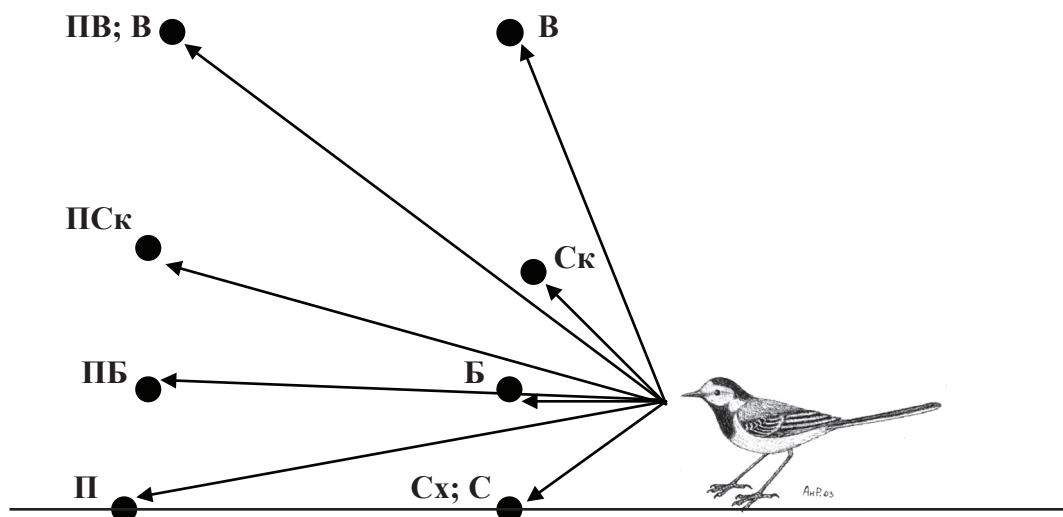
При добывании корма с/из основного субстрата фуражир использует следующие типы клевков: поверхностные (собираение, схватывание) и зондирующие (собственно зондирование — прямое погружение клюва в мягкий грунт, долбление, разрывание). Так называемое вытаскивание может происходить как после зондирования, так и сразу, например вытаскивание полихет (*Polychaeta*) из норок.

При наблюдениях за птицами, собирающими корм «не спеша» (например, *Corvus spp.*), можно также успевать регистрировать ориентацию клевков относительно транsekты движения птицы «методом циферблата» [3].

При изучении адаптивности кормовых скоплений у птиц также (дополнительно) необходимо регистрировать величину кормового скопления и дистанцию между фуражиром в пределах группы. За кормовую группу принимаем скопление птиц, в котором между особями реально осуществляется зритель-

ный контакт. Дистанцию между кормящимися птицами можно оценивать как в метрах (при сравнительно больших расстояниях в рассеянных скоплениях), так и в длинах корпусов птиц (при плотных скоплениях).

Для регистрации более сложного поведения, когда птица иногда схватывает пролетающих низко насекомых, взлетая или не взлетая с земли, существует отдельная методика, разработанная на примере белой трясогузки *Motacilla alba* [2] (рис. 2).



**Рис. 2.** Кормовые методы (обозначены буквами) белой трясогузки (*Motacilla alba*) при наземном разыскивании корма [2] (область нахождения добычи показана черными кружками, а направления атак — стрелками)

Условные обозначения: С — собирание; Сх — схватывание; П — пробежка; Б — бросок; Сх — подскок; ПБ — пробежка с броском; ПСк — пробежка с подскоком; В — взлет; ПВ — пробежка со взлетом.

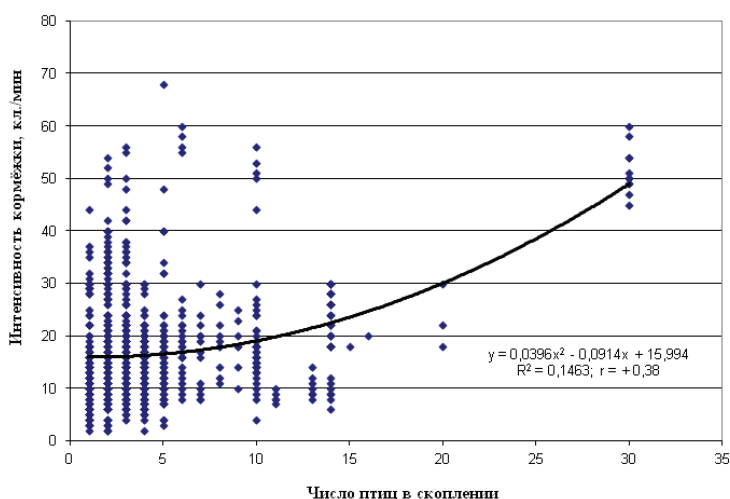
### Методика оценки и анализа данных

На основе зарегистрированных параметров проводится оценка и анализ кормового поведения исследуемого вида птиц. Прежде всего оценивается интенсивность кормежки (клевки/мин). Для куликов, в манере кормежки которых много так называемых «тычков» клювом в грунт (поисковых зондирований) и «ложных» клевков (при которых клюв практически не касается поверхности грунта), отдельно оценивается интенсивность разыскивания и добывания пищевых объектов.

На основе суммарных данных по типам клевков, где сумма принимается за 100 %, проводится оценка соотношения используемых кормовых методов; клевков рассматривается как завершающая стадия кормового метода. По «линиям хронометража» также можно оценить промежутки между клевками в секундах, а также длину шаговых (или прыжковых) последовательностей.

В дальнейшем результаты подвергаются статистической обработке с использованием программы Excel. В частности, по интенсивности кормежки, по длине шаговых последовательностей, по промежуткам между клевками рассчитываются среднее арифметическое, стандартное, отклонение (SD) и доверительный интервал для различных уровней вероятности.

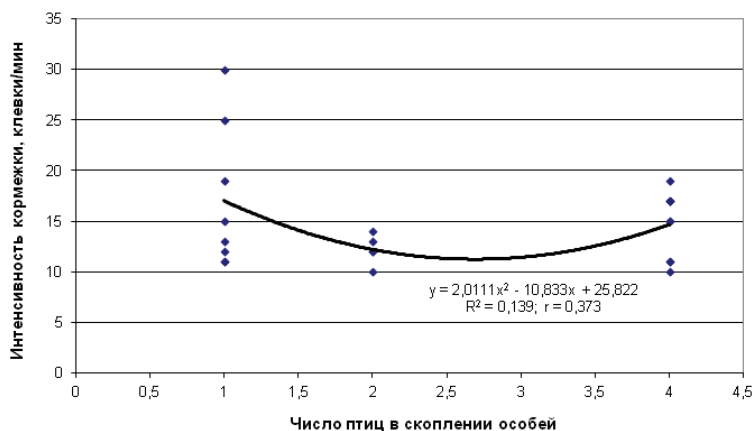
Зависимость между теми или иными показателями кормового поведения оценивается при помощи корреляционного анализа: строится точечный график, вводится линия тренда с указанием уравнения регрессии и величины аппроксимации, квадратный корень из которой и является показателем корреляции. Затем по таблице корреляций с учетом размера выборки дается оценка достоверности отмеченной тенденции. Например, существуют корреляционные зависимости между интенсивностью кормежки и числом птиц в кормовом скоплении. Интересные данные получены для галок (*Corvus monedula*). В 1980–1990-х гг. за разные сезоны наблюдений интенсивность кормежки галок при наземном сборе корма составила  $17,07 \pm 1,08$  клевка/мин (SD = 10,13; lim 1–68;  $P < 0,001$ ;  $n = 937$ ). При этом обнаружена статистически достоверная тенденция роста интенсивности кормежки от количества птиц в кормовом скоплении (рис. 3). Максимальная интенсивность кормежки (68 клевков/мин) отмечена в скоплении из 5 птиц, а минимальная (1–2 клевка/мин) для 1–4 птиц. Линия тренда проходит через средние показатели интенсивности кормежки: от 16–17 клевка/мин у 1–4 птиц до 20–21 клевка/мин у 10 птиц, 30 клевков/мин у 20 птиц и 50 клевков/мин у 30 птиц.



**Рис. 3.** Зависимость интенсивности кормежки галок от числа птиц в скоплении. 1980–1993 гг.  $n = 937$

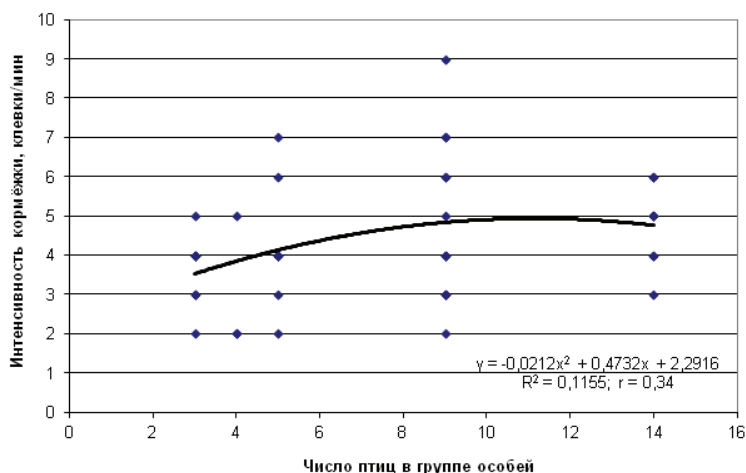
Возможны иные варианты. 16 мая 1987 г. проведен хронометраж кормового поведения одиночных галок, пар и групп из 3–4 особей, разыскивающих корм на травянистом склоне. Линия тренда (рис. 4) показала для 1-й птицы 17 клевков/мин, для 2-й — 13 клевков/мин, для 3-й — 11–12 клевков/мин,

для 4-й — 15 клевков/мин — т. е. с увеличением числа кормящихся птиц (от 1 до 2–3 особей) интенсивность кормежки снижалась, а затем несколько возрастала. Максимальная интенсивность (30 клевков/мин) отмечена у одиночной птицы.



**Рис. 4.** Зависимость интенсивности кормежки галок от числа птиц в скоплении. Москва, Коломенское, 16.05.1987 г.  $n = 22$

На примере серой вороны (*C. cornix*) показана зависимость количества поверхностных клевков от числа пищевых объектов (рис. 5).



**Рис. 5.** Зависимость интенсивности кормежки галок от числа птиц в группе. Москва, Коломенское, осень – зима 2006–2007 гг.  $n = 40$

При изучении кормового поведения серой вороны с целью оценки направленности ее клевков относительно трансекты движения птицы был использован «метод циферблата» (табл. 2) [3].

Таблица 2

**Доля клевков различной пространственной ориентации  
при кормежке серой вороны (*Corvus cornix*)  
наземными поверхностными пищевыми объектами**

| Цифры («часы»)<br>условного циферблата | Количество клевков, <i>n</i> | Соотношение клевков, % |
|----------------------------------------|------------------------------|------------------------|
| 1                                      | 1767                         | 14,27                  |
| 2                                      | 886                          | 7,15                   |
| 3                                      | 218                          | 1,76                   |
| 4                                      | 6                            | 0,05                   |
| 5                                      | 3                            | 0,03                   |
| 6                                      | 0                            | 0,00                   |
| 7                                      | 7                            | 0,06                   |
| 8                                      | 12                           | 0,09                   |
| 9                                      | 178                          | 1,44                   |
| 10                                     | 882                          | 7,12                   |
| 11                                     | 1862                         | 15,04                  |
| 12                                     | 6562                         | 52,99                  |
| <b>Итого:</b>                          | <b>12 383</b>                | <b>100,00</b>          |

В частности, было выявлено, что во время движения (или при остановке) серая ворона, как правило, делает клевки перед собой и по бокам, облавливая перед собой пространство приблизительно в 180°. Абсолютно преобладает ориентация клевков на «12 часов» — клевки прямо перед собой. Ворона также делает незначительное количество клевков вправо и влево назад, что существенно сокращает необлавливаемый сектор сзади птицы. Общее количество клевков левой ориентации составило 50,25 % от общего числа произведенных клевков. Рост количества клевков левой ориентации (от «7 до 12 часов» — по часовой стрелке), был несколько выше ( $y = 1101,7x - 1915$ ;  $R^2 = 0,7108$  vs.  $y = 1115,1x - 2319,1$ ;  $R^2 = 0,674$ ), чем у клевков правой ориентации (с «5 до 12 часов» — против часовой стрелки).

### *Литература*

1. Резанов А.Г. Кормовое поведение и возможные механизмы снижения пищевой конкуренции куликов в период осенней миграции и зимовки // Фауна и экология позвоночных животных. М.: МГПИ, 1978. С. 59–83.
2. Резанов А.Г. Кормовое поведение и способы добывания пищи у белой трясогузки *Motacilla alba* (Passeriformes, Motacillidae) // Зоологический журнал. 1981. Т. 60 (4). С. 548–556.
3. Резанов А.Г. Зависимость поведения серой вороны *Corvus cornix* при наземном сборе корма от состояния кормовой базы // Врановые птицы: экология, поведение и фольклор. Саранск: МГПИ, 2002. С. 112–123.
4. Резанов А.Г. Принципиальная схема классификации птиц на основе их кормовых методов // Русский орнитологический журнал. 2009. Т. 18 (457). С. 31–53.

### *Literatura*

1. *Rezanov A.G.* Kormovoe povedenie i vozmozhnny'e mexanizmy' snizheniya pishhevoj konkurencii kulikov v period osennej migracii i zimovki // Fauna i e'kologiya pozvonochny'x zhivotny'x. M.: MGPI, 1978. S. 59–83.
2. *Rezanov A.G.* Kormovoe povedenie i sposoby' dobyvaniya pishhi u beloju tryasoguzki *Motacilla alba* (Passeriformes, Motacillidae) // Zoologicheskij zhurnal. 1981. T. 60 (4). S. 548–556.
3. *Rezanov A.G.* Zavisimost' povedeniya seroj vorony' *Corvus cornix* pri nazemnom sbore korma ot sostoyaniya kormovoj bazy' // Vranovy'e pticy': e'kologiya, povedenie i fol'klor. Saransk: MGPI, 2002. S. 112–123.
4. *Rezanov A.G.* Principial'naya sxema klassifikacii pticz na osnove ix kormovy'x metodov // Russkij ornitologicheskij zhurnal. 2009. T. 18 (457). S. 31–53.

***A.G. Rezanov***

### **Methodology of Birds' At-Ground Feeding Registration and Analysis**

The paper considers methods of field investigation and registration of birds' feeding behaviour when foraging at-ground. Computer programs were applied to analyze and assess the acquired information.

*Keywords:* feeding behaviour of birds; at-ground feeding; «flightless pursuit»; pied wagtail; jackdaw; hooded crow; registration and analysis of feeding behaviour.

**А.А. Глыбина, Н.В. Загоскина,  
П.В. Лапшин, Л.В. Назаренко**

## **Растения рода *Anacampseros* и их реакция на действие ксенобиотика**

В работе представлены морфофизиологические и биохимические характеристики трех представителей рода *Anacampseros* (*A.rufescens*, *A.rufescens* cv. *Sunrise*, *A.namaquensis*) и их реакция на кратковременное действие ксенобиотика — препарата «Актара». Установлено, что обработка растений этим соединением в большинстве случаев снижала накопление фотосинтетических пигментов и фенольных соединений в листьях. Однако этот эффект был кратковременным, не вызывающим у них существенных повреждений. Обоснован вывод, что для представителей рода *Anacampseros* характерна высокая степень неспецифической устойчивости к стрессовым воздействиям, в том числе и к действию ксенобиотиков-инсектицидов.

*Ключевые слова:* *Anacampseros*; растения; ксенобиотик «Актара»; неспецифическая устойчивость.

**Р**од Анакамперос (*Anacampseros* L.) — это небольшой род из Южной Африки, представленный типичными листовыми суккулентами, адаптированными к ксерофитным условиям и характеризующимися наличием сочных листьев, стеблей и корней [32]. Это мелкие травянистые растения с лежащими короткими стеблями, равномерно покрытыми листьями. Водозапасающую функцию у них выполняют не только листья и стебли, но и корни, которые у многих видов клубнеобразно утолщены [21, 34].

Анакамперосы очень декоративны, красиво цветут, имеют небольшие размеры и проявляют высокую выносливость при широком диапазоне условий содержания [7]. В России они произрастают в оранжереях или как комнатная культура. Такое их культивирование и использование в цветоводстве обусловлено тем, что анакамперосы характеризуются исключительной устойчивостью к интенсивной солнечной инсоляции на фоне высокой температуры и при отсутствии постоянного доступа к воде.

Растениям суккулентного типа, к которым относятся анакамперосы, присущ особый тип метаболизма, обусловленный их произрастанием в основном, в жарких засушливых областях [24]. Во-первых, это САМ-тип фотосинтеза, позволяющий максимально экономить воду [30]. Он присущ растениям со стрессотолерантной стратегией существования [10]. Во-вторых, для них характерна низкая интенсивность транспирации, способствующая накоплению воды и медленному ее перераспределению [19]. У растений с крассуловым типом фотосинтеза устьичные щели днем закрыты, а процесс испаре-

ния воды происходит в ночные часы. Кроме того, листья всех суккулентов, в том числе и анакампсеросов, покрыты восковидной кутикулой, которая препятствует чрезмерному прогреву стебля и испарению воды с его поверхности [16]. Все это свидетельствует о морфо-физиологической и биохимической их адаптации к выживанию в жарких и засушливых местах обитания, хотя и в настоящее время остается еще много «белых пятен» в их метаболизме [8]. В значительной степени это касается их способности к образованию фенольных соединений — одних из наиболее распространенных в клетках растений представителей вторичного метаболизма.

Фенольные соединения, или полифенолы, образуются практически во всех растительных клетках [8]. Благодаря своему строению они являются высокореакционными веществами, принимающими участие в самых разнообразных физиологических процессах: фотосинтез, дыхание, формирование клеточных стенок, участие в защите от проникновения патогенов и др. [5, 11]. Кроме того, фенольным соединениям свойственна легкая окисляемость, результатом которой является образование высокореакционноспособных промежуточных продуктов типа семихинонных радикалов или ортохинонов, способность к взаимодействию с белками за счет образования водородных связей и комплексообразование с ионами металлов [5, 17]. И еще — они участвуют в образовании суберина — соединения покровных тканей растений. Компонентами суберинового комплекса в случае фенольных соединений являются феруловая и оксикоричная (*n*-кумаровая) кислоты [1].

В последние годы большое внимание уделяется участию фенольных соединений в адаптации растений к действию стрессовых факторов. И в этом случае они выступают как низкомолекулярные антиоксиданты [13]. Фенольные соединения могут инактивировать активные формы кислорода, возникающие при действии стрессора, тем самым замедляя окисление липидов клеточных мембран [27, 33]. Антиоксидантные свойства характерны для различных соединений фенольной природы: фенилпропаноидов и их производных [23] и флавоноидов [29]. Сообщалось даже о том, что антиоксидантное действие антоцианов выше, чем  $\alpha$ -токоферола [26]. Все это свидетельствует о важной и разнообразной роли этих веществ вторичного метаболизма в жизни растений.

Однако знания о накоплении этих соединений у различных представителей рода *Anacampseros* крайне малы, не говоря о том, что совершенно не ясна их реакция на действие ксенобиотиков, в частности инсектицидов, которые достаточно широко применяются в цветоводстве [3]. В то же время исследование данной проблемы является весьма актуальным, поскольку многие виды растений в процессе своего развития часто сталкиваются со стрессом данного вида [2].

К числу ксенобиотиков можно отнести широко применяемый препарат с торговым названием «Актара» (действующее вещество — тиаметоксам, класс неоникотиноиды, группа тианикотинилы) [12]. Он представляет собой системный инсектицид кишечного-контактного действия, обладающий трансламинарной активностью и успешно используемый для подавления роста и

развития цикадок, тлей, белокрылок, некоторых видов щитовок и ложнощитовок, жуков и других насекомых.

Целью нашей работы являлось изучение морфофизиологических и биохимических характеристик нескольких представителей рода *Anacampseros*, а также изучение их реакции на действие такого ксенобиотика, как инсектицид Актара. Такой подход позволит выяснить изменения в их метаболизме при стрессовых воздействиях.

### Объекты и методы исследования

Объектом исследования являлись три вида растений рода *Anacampseros* — *A. rufescens* (Haw.) Sweet (Анакамперос руфесценс) и его хлорофиллдефектный гибридный сорт *A. rufescens* cv. Sunrise (А. руфесценс сорт Санрайз), а также *A. namaquensis* H. Pearson & Stephens (А. намакванский). Растения выращивали в коллекции суккулентов Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН (г. Москва) в условиях оранжереи при естественном освещении. Во время проведения работы температурный режим был +17–22 °С днем и +10–12 °С ночью (осень 2011 г.). Для исследования использовали растения однолетнего возраста. При проведении опытов их опрыскивали препаратом Актара из расчета 4 г препарата на 5 л воды (опыт) или водой (контроль). Через 24 и 96 часов после обработки отбирали листья с обработанных растений для изучения последствий действия препарата.

Оценивали морфофизиологические характеристики растений, а также определяли содержание фотосинтетических пигментов и различных фенольных соединений в их листьях.

**Определение содержания хлорофиллов (a и b) и каротиноидов** проводили спектрофотометрическим методом, после экстракции высечек из листьев растений 96-процентным этанолом [18]. Расчет содержания хлорофиллов, а также каротиноидов проводили согласно ранее описанным методам [18].

**Определение содержания фенольных соединений и флавонолов** проводили после их извлечения из свежих листьев 96-процентным этанолом. В экстрактах спектрофотометрическим методом определяли содержание суммы растворимых фенольных соединений с реактивом Фолина – Дениса (поглощение при 725 нм) [27] и содержание флавоноидов по реакции с 1-процентным водным раствором хлористого алюминия (поглощение при 415 нм) [22]. Калибровочные кривые в обоих случаях строили по рутину.

**Статистическую обработку** результатов проводили с использованием программы Statistica for Windows (применяли *t*-критерий Стьюдента для независимых выборок,  $P = 0,05$ ) и графопостроителя Microsoft Office Excel 2007. В экспериментах использовали 3–5-кратную биологическую и трехкратную аналитическую повторность измерений. На рисунках представлены средние арифметические значения определений и их стандартные отклонения.

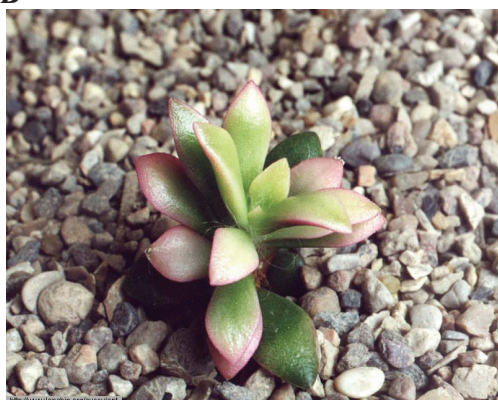
### Результаты и обсуждение

Для растений *A. rufescens*, *A. rufescens* cv. Sunrise и *A. namaquensis* характерны лежащие, равномерно облиственные, ветвящиеся от основания, относительно короткие побеги длиной от 5 до 15 см (рис. 1). Листья у *A. rufescens* и сорта Sunrise коротко-ланцетные, сочные, длиной 2–4 см, соответственно коричнево-зеленой или желто-красной окраски, переходящей в зеленую спустя несколько месяцев после образования. У *A. namaquensis* листья обратно-яйцевидные, около 1 см длиной, светло-зеленые. На их внешней части располагается белое опушение. Листья плотно покрывают стебель, придавая ему шишковидную форму.

**А**



**Б**



**В**



**Рис. 1.** Внешний вид растений *A. rufescens* (Haw.) Sweet (**А**), *A. rufescens* cv. Sunrise (**Б**) и *A. namaquensis* (**В**)

Как следует из представленных в таблице 1 данных, однолетние растения *A. rufescens* и *A. rufescens* cv. Sunrise имели почти одинаковую длину листьев, но их сырая масса была выше у хлорофиллдефектного гибридного сорта *A. rufescens* cv. Sunrise. Что касается вида *A. namaquensis*, то для него характер-

на значительно меньшая длина листьев, но большая их масса. Такие различия обусловлены их большей толщиной по сравнению с *A. rufescens* и *A. rufescens* cv. *Sunrise* (см. рис. 1).

Одним из важнейших процессов в жизни растений является фотосинтез [14]. Именно он обеспечивает энергетические потребности клеток и служит «поставщиком» субстратов для их метаболизма. В связи с этим первоочередной нашей задачей явилось изучение содержания фотосинтетических пигментов (хлорофиллов *a* и *b*) в листьях анакампсеросов и оценки изменения этих показателей после действия инсектицида.

Таблица 1

**Некоторые морфометрические характеристики листьев  
трех представителей рода *Anacampseros***

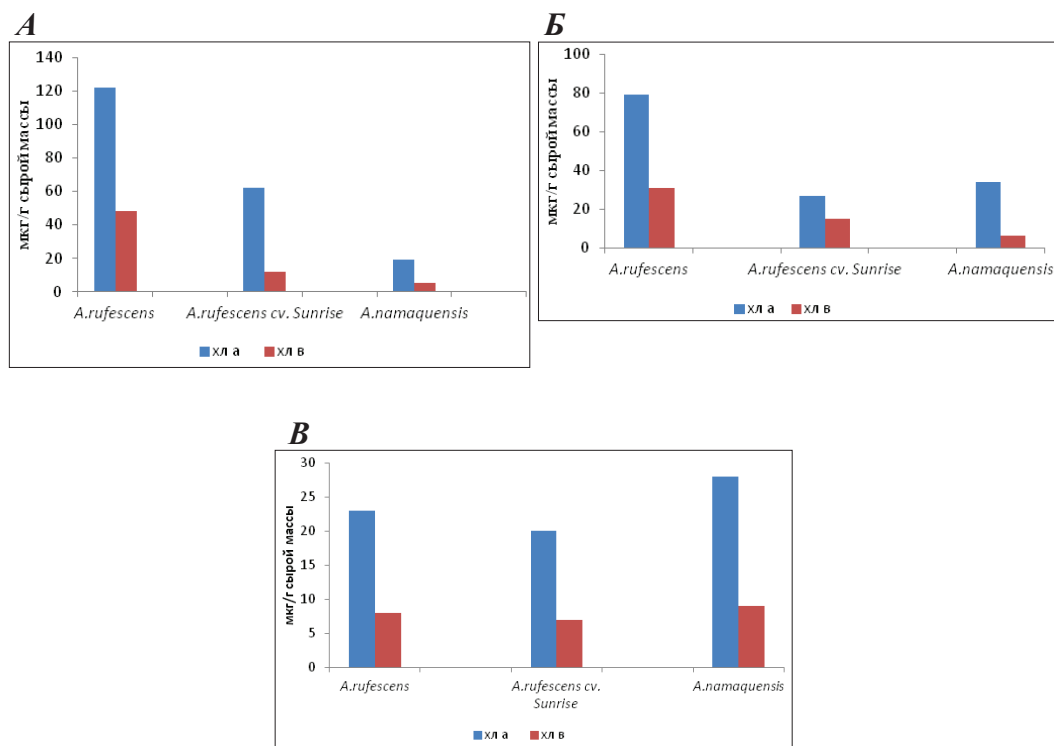
| Вид                                    | Длина листа, мм | Вес целого листа, мг |
|----------------------------------------|-----------------|----------------------|
| <i>A. rufescens</i>                    | 14,5 ± 0,5      | 95,11 ± 0,53         |
| <i>A. rufescens</i> cv. <i>Sunrise</i> | 14,1 ± 0,4      | 123,51 ± 0,98        |
| <i>A. namaquensis</i>                  | 9,5 ± 0,5       | 148,32 ± 1,03        |

Как следует из полученных нами данных, наиболее высокое накопление хлорофилла *a* и *b* характерно для листьев *A. rufescens* (рис. 2А). У хлорофиллдефектного сорта *A. rufescens* cv. *Sunrise* их уровень был почти вдвое ниже, а для *A. namaquensis* отмечено самое низкое содержание фотосинтетических пигментов.

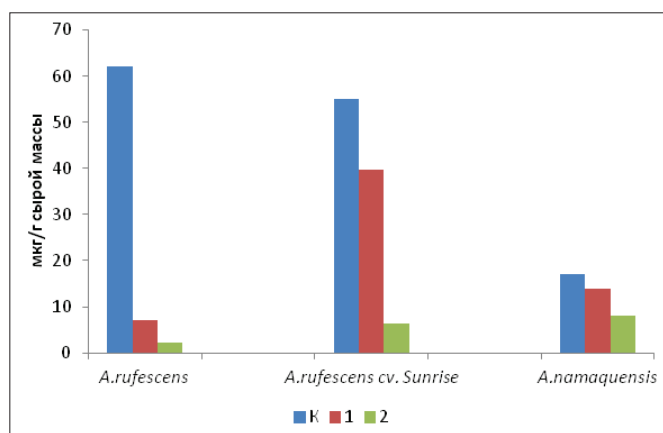
Обработка растений инсектицидом вызывала изменения в содержании этих пигментов (рис. 2Б). Через 24 часа после воздействия в листьях *A. rufescens* и *A. rufescens* cv. *Sunrise* оно снижалось на 30 % и 50 % соответственно. Для *A. namaquensis* наблюдалась иная тенденция — содержание хлорофилла *a* возрастало (на 70 %), тогда как содержание хлорофилла *b* сохранялось на уровне контроля.

Через 96 часов после воздействия у всех исследованных представителей анакампсеросов отмечено понижение содержания пигментов в листьях по сравнению с 24-часовым воздействием. При этом содержание хлорофилла *b* у них было практически одинаково, а хлорофилла *a* — несколько выше у *A. namaquensis*. Все это свидетельствует о том, что поступление в клетки листьев анакампсеросов такого ксенобиотика, как инсектицид Актар, подавляло образование фотосинтетических пигментов, что свидетельствует о его влиянии на фотосинтетический аппарат. О значительных изменениях в функционировании фотосинтетических систем при стрессовых воздействиях сообщалось и в литературе [9, 25].

К числу растительных пигментов относятся и каротиноиды, которые, по мнению ряда авторов, не только участвуют в поглощении света, но и проявляют антиоксидантное действие, включая стабилизацию физического состояния мембран [31]. Определение их содержания в листьях анакампсерос показало (рис. 3), что в контрольных условиях у *A. rufescens* и *A. rufescens* cv. *Sunrise* их уровень был почти одинаков и значительно превышал таковой у *A. namaquensis*. После обработки инсектицидом у всех исследованных растений отмечалось снижение коли-



**Рис. 2.** Содержание хлорофилла *a* и *b* в листьях контрольных (**А**) и обработанных инсектицидом «Актара» растений анакампсеросов (**Б, В** — через 24 и 96 часов после воздействия соответственно)

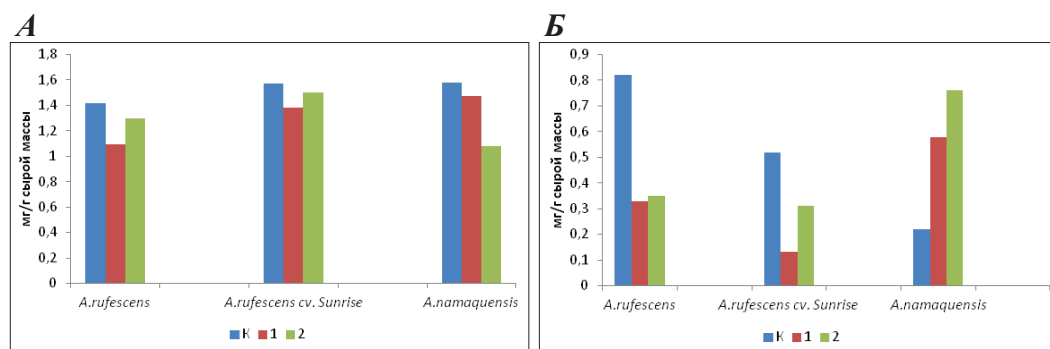


**Рис. 3.** Содержание каротиноидов в листьях контрольных и обработанных инсектицидом «Актара» растений анакампсеросов. К — контроль, 1 и 2 — через 24 и 96 часов после воздействия соответственно

чества каротиноидов. В большей степени это проявлялось у *A. namaquensis* (почти в 10 и 20 раз, соответственно через 24 и 96 часов по сравнению с контролем). У *A. rufescens* cv. *Sunrise* через 24 часа после воздействия количество каротиноидов в листьях составляло 70 % от такового контроля, а через 96 часов лишь 10 %. Что касается *A. namaquensis*, характеризующегося невысокой способностью к образованию каротиноидов, то в его листьях снижение их количества было не столь ярко выражено и в большей степени проявлялось лишь через 96 часов после воздействия, составляя 50 % от значения контрольного варианта.

Как уже отмечалось ранее, для высших растений характерна способность к образованию различных фенольных соединений [5]. Наиболее распространенными их представителями являются флавоноиды, присутствующие практически во всех зеленых тканях растений [28]. Известно, что их образование связано с функционированием хлоропластов — одного из основных мест биосинтеза [5, 6].

Определение суммарного содержания фенольных соединений, извлекаемых из растительных тканей этанолом, позволяет судить об их биосинтетической способности [20]. Как следует из полученных нами данных у всех видов анакампсеросов, растущих в контрольных условиях, уровень полифенолов в листьях отличался незначительно и был несколько ниже только у *A. rufescens* (рис. 4А). Через 24 часа после действия инсектицида во всех случаях отмечалось снижение их содержания, особенно у *A. rufescens*. Эта же тенденция прослеживалась у *A. namaquensis*, у которого через 96 часов после обработки количество фенольных соединений составляло 60 % от контроля. Что же касается *A. rufescens* и *A. rufescens* cv. *Sunrise*, то у них, наоборот, количество фенольных соединений увеличивалось, то есть отчетливо прослеживалась тенденция к «возвращению» к исходным значениям контроля.



**Рис. 4.** Содержание фенольных соединений (**А**) и флавоноидов (**Б**) в листьях контрольных и обработанных инсектицидом «Актара» растений анакампсеросов. К — контроль, 1 и 2 — через 24 и 96 часов после воздействия соответственно

Определение содержания флавоноидов показало наиболее высокое их накопление в листьях *A. rufescens* и наименьшее — в *A. namaquensis* (рис. 4Б). Эти различия составляли почти 400 %. *A. rufescens* cv. *Sunrise* занимал промежуточ-

ное положение. При действии инсектицида в листьях *A. rufescens* количество флавоноидов сразу же значительно снижалось (более чем в два раза по сравнению с контролем) и сохранялось на этом уровне и через 96 часов после обработки. У *A. rufescens* cv. *Sunrise* через 24 часа после воздействия также отмечалось значительное снижение количества флавоноидов, но через 96 часов оно увеличивалось. Что же касается *A. namaquensis*, то у него во всех случаях после обработки инсектицидом содержание флавоноидов возрастало, особенно значительно через 24 часа. Все это свидетельствует о существенных изменениях в путях биосинтеза фенольных соединений при действии инсектицида.

### Заключение

Растениям суккулентного типа, благодаря преимущественному росту в жарких засушливых районах, присущ характерный только для них тип метаболизма, включающий САМ-тип фотосинтеза и особый тип транспирации. Все эти процессы выработались в них для того, чтобы выживать и переносить перегревание и потерю влаги. Все внешние воздействующие факторы, влияющие на растения засушливых мест, можно назвать стрессовыми, но также растения научились приспосабливаться и к засухе, и к повышенной температуре, которые не так существенно влияют на традиционный метаболизм суккулентных растений. В нашей работе мы впервые воздействовали на растения суккулентного типа рода *Anacampseros* другим видом стресса — ксенобиотиками-пестицидами, которые не типичны для них и поэтому могут привести к более выраженным изменениям в их биохимических процессах. Важным моментом является и то, что у этих растений, культивируемых в оранжерейных условиях, мало изучены такие аспекты их метаболизма, как образование пигментов и различных фенольных соединений, которым отводится важная роль в процессах адаптации к стрессовым факторам.

На основании полученных данных можно заключить, что *A. rufescens* и *A. rufescens* cv. *Sunrise* по морфофизиологическим характеристикам достаточно близки друг к другу, в отличие от *A. namaquensis*, для которого характерна меньшая скорость роста и размеры листа (табл. 1). Что касается хлорофилла *a* и *b*, то наибольшее его накопление характерно для листьев *A. Rufescens*. У *A. rufescens* cv. *Sunrise* оно почти в два раза ниже, а самое низкое количество отмечено у *A. namaquensis*. В некоторой степени можно отметить тенденцию между накоплением пигментов и ростовой активностью анакампсеросов, что еще раз подтверждает важную роль фотосинтеза в процессах роста и развития растений [8, 14].

Важными компонентами пигментного комплекса растений являются каротиноиды, содержание которых достаточно высоко у *A. rufescens* и *A. rufescens* cv. *Sunrise*. В листьях *A. namaquensis* оно значительно ниже. Все это свидетельствует об отличиях в формировании пигментов у этих видов анакампсеросов.

Исследование суммарного накопления фенольных соединений в листьях растений не выявило значительных отличий между тремя представителями рода *Anacampseros*. Однако совершенно иная тенденция была отмечена для образования флавоноидов — веществ фенольной природы, всегда присутствующих в зеленых тканях растений [5, 11, 28]. В этом случае наиболее высокий их уровень был у *A. rufescense*, а самый низкий — у *A. namaquensis*, что коррелирует с данными по содержанию фотосинтетических пигментов в этих тканях.

Влияние стрессового фактора, в нашем случае ксенобиотика-пестицида, вызывало изменения в накоплении как пигментов, так и фенольных соединений, в том числе флавоноидов, в листьях растений. В большинстве случаев после его воздействия их количество уменьшалось, что свидетельствует об ингибирующем эффекте препарата «Актара» на метаболизм анакамперосов. Однако этот эффект в целом кратковременный, не наносящий растениям существенного повреждения, поскольку уже через 96 часов после обработки отмечается тенденция к «нормализации» их метаболизма и возвращению к исходным его значениям (контрольный вариант). Следовательно, для представителей рода *Anacampseros* характерна высокая степень неспецифической устойчивости к стрессовым воздействиям, в том числе и к действию ксенобиотиков-инсектицидов.

### Литература

1. Баширова Р.М., Усманов И.Ю., Ломаченко Н.В. Вещества специализированного обмена растений. Уфа: БашГУ, 1998. 124 с.
2. Бурлакова Е.В. Биоантиоксиданты // Российский химический журнал. 2007. № 1. С. 25–37.
3. Ганиев М.М., Недорезков В.Д. Химические средства защиты растений. М.: КолосС, 2006. 248 с.
4. Запрометов М.Н. Фенольные соединения и методы их исследования // Биохимические методы в физиологии растений / Под ред. О.А. Павлиновой. М.: Наука, 1971. С. 185–197.
5. Запрометов М.Н. Фенольные соединения: распространение, метаболизм и функции в растениях. М.: Наука, 1993. 272 с.
6. Запрометов М.Н., Загоскина Н.В. Еще об одном доказательстве участия хлоропластов в биосинтезе фенольных соединений // Физиология растений. 1987. Т. 34. С. 165–172.
7. Золушка из Африки // Кактусная полка Бунакова. URL: <http://aztekium.narod.ru/succulents/anacamp.htm>
8. Клевенская Т.М. Суккуленты: неприхотливые комнатные растения. М.: АСТ, 2001. 95 с.
9. Креславский В.Д., Карпенциер Р., Климов В.В., Мурата Н., Аллахвердиев С.И. Молекулярные механизмы устойчивости фотосинтетического аппарата к стрессу // Биологические мембраны. 2007. Т. 24. С. 195–217.
10. Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений: учебник для вузов. М.: Высшая школа, 2005. 220 с.
11. Лукнер М. Вторичный метаболизм у микроорганизмов, растений и животных. М.: Мир, 1979. 230 с.

12. Мельников Н.Н. Химия пестицидов. М.: Мир, 1968. 110 с.
13. Меньщикова Е.Б., Ланкин В.З., Зенков Н.К., Бондарь И.А., Круговых Н.Ф., Труфакин В.А. Окислительный стресс. Проксиданты и антиоксиданты. М.: Слово, 2006. 554 с.
14. Мокроносов А.Т. Фотосинтетическая функция и целостность растительного организма. М.: Наука, 1982. 150 с.
15. Назаренко Л.В. Некоторые биохимические аспекты физиологии растений. М.: МГПУ, 2006. 27 с.
16. Рейвен П., Эверт Р., Айкхорн С. Современная ботаника. М.: Мир, 1993. 348 с.
17. Рогинский В.А. Фенольные антиоксиданты. Эффективность и реакционная способность. М.: Наука, 1988. 247 с.
18. Шлык А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии растений. М.: Наука, 1971. С. 150–170.
19. Юрицына Н.А. Галофитные сообщества однолетних суккулентов // Международная конференция к 100-летию со дня рождения академика Е.М. Лавренко. СПб.: БИН РАН, 2000. С. 188–194.
20. AlGamdi N., Mullen W., Crozier A. Tea prepared from *Anastatica hiererochuntica* seeds contains a diversity of antioxidant, flavonoids, chlorogenic acids and phenolic compounds // *Phytochemistry*. 2011. Vol. 71. P. 248–254.
21. Barthlott W., Hunt D.R. *Cactaceae*. The families and genera of vascular plants. Vol. II. // Flowering plants, dicotyledons, magnoliid, hamamelid and caryophyllid families. Berlin: Springer-Verlag, 1993. S. 161–197.
22. Gage T.B., Wendei S.H. Quantitative determination of certain flavonol-3-glycosides // *Analitical Chemistry*. 1950. Vol. 22. P. 708–711.
23. Grase S.C., Logan B.A., Adamsill W.W. Seasonal differences in foliar content of chlorogenic acid, a phenylpropanoid antioxidant, in *Mahonia repens* // *Plant Cell Environm.* 1998. V. 21. P. 513–521.
24. Guralnick L.J., Cline A., Smith M., Sage R.F. Evolutionary physiology: the extent of C4 and CAM photosynthesis in the genera *Anacampseros* and *Grahamia* of the *Portulacaceae* // *J. of Experimental Botany*. 2008. Vol. 59. № 7. P. 1735–1742.
25. Foyer C.H., Vanacker H., Gomez I.D., Harbinson J. Regulation of photosynthesis and antioxidant metabolism in maize leaves at optimal and chilling temperatures // *Plant Physiol. Biochem.* 2002. V. 40. P. 659–668.
26. Ishii G., Mori M., Umemura Y. Antioxidative activity and food chemical properties of anthocyanins from the colored tuber flesh of potatoes // *J. Jpn. Soc. Food Sci. Technol.* 1996. V 43. P. 962–966.
27. Kondo N., Kawashima M. Enhancement of the Tolerance to Oxidative Stress in Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Seedlings by UV-B Irradiation: Possible Involvement of Phenolic Compounds and Antioxidative Enzymes // *J. Plant Res.* 2000. V. 113. P. 311–317.
28. Lattanzio V., Kroon P.A., Quideau S., Treutter D. Plant phenolics — secondary metabolites with diverse functions // *Recent Advances in Polyphenols Research* — Wiley-Blackwell. Oxford. 2008. V. 1. P. 1–35.
29. Lin C.M., Chen C.T., Lee H.H., Lin J.K. Prevention of cellular ROS damage by isovitexin and related flavonoids // *Planta Med.* 2002. V. 68. P. 365–367.
30. Monson R.K. On the Evolutionary Pathways Resulting in C4 Photosynthesis and Crassulacean Acid Metabolism (CAM) // *Advances in Ecological Research*. 1989. V. 19. P. 57–110.

31. *Rmiki N.-E., Lemoine Y., Schoefs B.* Carotenoids and stress in higher plants and algae // Handbook of plant and crop stress / Eds. M. Pessarakli. New York: Marcel Dekker. 1999. P. 465–482.
32. *Rowley G.* Anacampseros, Avonia, Grahamia. A grower's handbook. British Cactus & Succulent Society. 1995. 80 p.
33. *Stefanowska M., Kuras M., Kacperska A.* Low temperature-induced modifications in cell ultrastructure and localization of phenolics in winter oilseed rape (*Brassica napus* L. var. *oleifera* L.) leaves // Ann Bot (Lond). 2002. V. 90. № 5. P. 637–645.
34. Wikipedia — Anacampseros. URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Anacampseros>

### Literatura

1. *Bashirova R.M., Usmanov I.Yu., Lomachenko N.V.* Veshhestva specializirovannogo obmena rastenij. Ufa: BashGU, 1998. 124 s.
2. *Burlakova E.V.* Bioantioksidanty' // Rossijskij ximicheskij zhurnal. 2007. № 1. S. 25–37.
3. *Ganiev M.M., Nedorezkov V.D.* Ximicheskie sredstva zashhity' rastenij. M.: KolosS, 2006. 248 s.
4. *Zaprometov M.N.* Fenol'ny'e soedineniya i metody' ix issledovaniya // Bioximicheskie metody' v fiziologii rastenij / Pod red. O.A. Pavlinovoj. M.: Nauka, 1971. S. 185–197.
5. *Zaprometov M.N.* Fenol'ny'e soedineniya: rasprostranenie, metabolism i funkcii v rasteniyax. M.: Nauka, 1993. 272 s.
6. *Zaprometov M.N., Zagoskina N.V.* Eshhe ob odnom dokazatel'stve uchastiya xloroplastov v biosinteze fenol'ny'x soedinenij // Fiziologiya rastenij. 1987. T. 34. S. 165–172.
7. Zolushka iz Afriki // Kaktusnaya polka Bunakova. URL: <http://aztekium.narod.ru/succulents/anacamp.htm>
8. *Klevenskaya T.M.* Sukkulenty': neprixotlivy'e komnatny'e rasteniya. M.: AST, 2001. 95 s.
9. *Kreslavskij V.D., Karpentier R., Klimov V.V., Murata N., Allaxverdiev S.I.* Molekulyarny'e mexanizmy' ustojchivosti fotosinteticheskogo apparata k stressu // Biologicheskie membrany'. 2007. T. 24. S. 195–217.
10. *Kuznecov V.V., Dmitrieva G.A.* Fiziologiya rastenij: uchebnik dlya vuzov. M.: Vysshaya shkola, 2005. 220 s.
11. *Lukner M.* Vtorichny'j metabolism u mikroorganizmov, rastenij i zhivotny'x. M.: Mir, 1979. 230 s.
12. *Mel'nikov N.N.* Ximiya pesticidov. M.: Mir, 1968. 110 s.
13. *Men'shchikova E.B., Lankin V.Z., Zenkov N.K., Bondar' I.A., Krugovy'x N.F., Trufakin V.A.* Okislitel'ny'j stress. Prooksidanty' i antioksidanty'. M.: Slovo, 2006. 554 s.
14. *Mokronosov A.T.* Fotosinteticheskaya funkciya i celostnost' rastitel'nogo organizma. M.: Nauka, 1982. 150 s.
15. *Nazarenko L.V.* Nekotory'e bioximicheskie aspekty' fiziologii rastenij. M.: MGPU, 2006. 27 s.
16. *Rejven P., E'vert R., Ajkxorn S.* Sovremennaya botanika. M.: Mir, 1993. 348 s.
17. *Roginskij V.A.* Fenol'ny'e antioksidanty'. E'ffektivnost' i reakcionnaya sposobnost'. M.: Nauka, 1988. 247 s.
18. *Shly'k A.A.* Opredelenie xlorofillov i karotinoidov v e'kstraktax zeleny'x list'ev // Bioximicheskie metody' v fiziologii rastenij. M.: Nauka, 1971. S. 150–170.

19. Yuricy'na H.A. Galofitny'e soobshhestva odnoletnix sukkulentov // Mezhdunarodnaya konferenciya k 100-letiyu so dnya rozhdeniya akademika E.M. Lavrenko. SPb.: BIN RAN, 2000. S. 188–194.
20. AlGamdi N., Mullen W., Crozier A. Tea prepared from *Anastatica hiererochuntica* seeds contains a diversity of antioxidant, flavonoids, chlorogenic acids and phenolic compounds // *Phytochemistry*. 2011. Vol. 71. P. 248–254.
21. Barthlott W., Hunt D.R. *Cactaceae*. The families and genera of vascular plants. Vol. II. // Flowering plants, dicotyledons, magnoliid, hamamelid and caryophyllid families. Berlin: Springer-Verlag, 1993. S. 161–197.
22. Gage T.B., Wendei S.H. Quantitative determination of certain flavonol-3-glycosides // *Analitical Chemistry*. 1950. Vol. 22. P. 708–711.
23. Grase S.C., Logan B.A., Adamsill W.W. Seasonal differences in foliar content of chlorogenic acid, a phenylpropanoid antioxidant, in *Mahonia repens* // *Plant Cell Environm.* 1998. V. 21. P. 513–521.
24. Guralnick L.J., Cline A., Smith M., Sage R.F. Evolutionary physiology: the extent of C4 and CAM photosynthesis in the genera *Anacampseros* and *Grahamia* of the *Portulacaceae* // *J. of Experimental Botany*. 2008. Vol. 59. № 7. P. 1735–1742.
25. Foyer C.H., Vanacker H., Gomez I.D., Harbinson J. Regulation of photosynthesis and antioxidant metabolism in maize leaves at optimal and chilling temperatures // *Plant Physiol. Biochem.* 2002. V. 40. P. 659–668.
26. Ishii G., Mori M., Umemura Y. Antioxidative activity and food chemical properties of anthocyanins from the colored tuber flesh of potatoes // *J. Jpn. Soc. Food Sci. Technol.* 1996. V 43. P. 962–966.
27. Kondo N., Kawashima M. Enhancement of the Tolerance to Oxidative Stress in Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Seedlings by UV-B Irradiation: Possible Involvement of Phenolic Compounds and Antioxidative Enzymes // *J. Plant Res.* 2000. V. 113. P. 311–317.
28. Lattanzio V., Kroon P.A., Quideau S., Treutter D. Plant phenolics — secondary metabolites with diverse functions // *Recent Advances in Polyphenols Research* — Wiley-Blackwell. Oxford. 2008. V. 1. P. 1–35.
29. Lin C.M., Chen C.T., Lee H.H., Lin J.K. Prevention of cellular ROS damage by isovitexin and related flavonoids // *Planta Med.* 2002. V. 68. P. 365–367.
30. Monson R.K. On the Evolutionary Pathways Resulting in C4 Photosynthesis and Crassulacean Acid Metabolism (CAM) // *Advances in Ecological Research*. 1989. V. 19. P. 57–110.
31. Rmiki N.-E., Lemoine Y., Schoefs B. Carotenoids and stress in higher plants and algae // *Handbook of plant and crop stress* / Eds. M. Pessarakli. New York: Marcel Dekker. 1999. P. 465–482.
32. Rowley G. *Anacampseros, Avonia, Grahamia. A grower's handbook*. British Cactus & Succulent Society. 1995. 80 p.
33. Stefanowska M., Kuras M., Kacperska A. Low temperature-induced modifications in cell ultrastructure and localization of phenolics in winter oilseed rape (*Brassica napus* L. var. *oleifera* L.) leaves // *Ann Bot (Lond)*. 2002. V. 90. № 5. P. 637–645.
34. Wikipedia — *Anacampseros*. URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Anacampseros>

*A.A. Glybina, N.V. Zagoskina,  
P.V. Lapshin, L.V. Nazarenko*

**Plants of the *Anacampseros* Genus and Their Response  
to the Action of Xenobiotic**

The paper presents morphophysiological and biochemical characteristics of three species of the genus *Anacampseros* (*A. rufescens*, *A. rufescens* cv. Sunrise, *A. namaquensis*) and their response to short-term effect of a xenobiotic (drug «Akhtara»). It is stated that treatment of plants with this compound in most cases reduced the accumulation of photosynthetic pigments and phenolic compounds in the leaves. However, this effect was short-lived and did not cause them significant damage. It is concluded that the genus *Anacampseros* possesses a high nonspecific resistance to stresses, including the action of xenobiotic-insecticides.

*Keywords:* genus *Anacampseros*; plants; xenobiotic «Akhtara»; nonspecific resistance.

**М.И. Азаркович,  
Л.В. Назаренко**

## **Влияние семядолей и семенной кожуры на прорастание рекальцитрантных семян**

Изолированные оси покоящихся рекальцитрантных (неустойчивых к высыханию) семян каштана конского (*Aesculus hippocastanum* L.) не имеют собственного покоя и могут расти при инкубации на воде. Изучалось влияние экстрактов семенной кожуры и семядолей на рост зародышевых осей, изолированных на разных сроках стратификации. В ходе работы было выявлено, что вытяжки из семядолей и семенной кожуры свежесобравших семян тормозили рост осей, тогда как кожура прорастающих семян не влияла на рост осей, выделенных из тех же семян, а также из свежесобранных семян урожая следующего года.

*Ключевые слова:* *Aesculus hippocastanum* L.; рекальцитрантные семена; покой семян; прорастание.

**Ч**тобы выполнить свою физиологическую функцию и обеспечить успешное развитие проростка, семена должны прорасти, то есть возобновить метаболическую и ростовую активность зародыша и продолжить развитие индивидуального растения по новой генетической программе, предусматривающей превращение зародыша семени в проросток, а затем в самостоятельный автотрофный организм.

Однако вполне жизнеспособное семя может не прорасти, поскольку различные факторы могут привести к приостановке роста зародыша. Обычно различают две формы приостановки роста зародыша или покоя семени. Приостановку роста, вызванную неблагоприятными условиями окружающей среды, называют вынужденным покоем, а приостановку роста, обусловленную активным эндогенным ингибированием, — органическим (или глубоким физиологическим) покоем.

Семена, находящиеся в состоянии вынужденного покоя, быстро прорастают под действием неспецифических факторов, активирующих пусковые механизмы, например: достаточная влажность и благоприятная температура. Семена, находящиеся в состоянии глубокого физиологического покоя, не прорастают даже в условиях, которые благоприятны для роста. Эти семена требуют от окружающей среды специфического стимула, который не действует постоянно, а лишь запускает процесс прорастания. Семена каштана конского (*Aesculus hippocastanum* L.) после опадения с деревьев находятся в состоянии глубокого физиологического покоя и нуждаются в длительной холодной влажной стратификации для индукции прорастания.

Другая особенность семян каштана состоит в том, что эти семена не подвергаются глубокому обезвоживанию (или высушиванию) при завершении созревания на материнском растении. Известно, что семена могут различаться по степени их устойчивости к высушиванию. Семена, развитие которых на завершающем этапе созревания сопровождается генетически детерминированным высушиванием (снижением влажности до 10 %) без потери жизнеспособности, относят к ортодоксальному типу, а семена, созревание которых не сопровождается глубоким обезвоживанием и которые утрачивают жизнеспособность при снижении влажности ниже определенного уровня (30–50 %), относят к рекальцитрантному типу [15].

Молекулярные механизмы, обеспечивающие устойчивость к высушиванию ортодоксальных семян, как и причины чувствительности к дегидратации рекальцитрантных семян, все еще до конца не выяснены.

Рекальцитрантные семена распространены среди видов, обитающих в тропиках и субтропиках, климатические условия позволяют семенам прорасти сразу после опадения. Рекальцитрантные семена немногочисленных видов умеренного климата (таких, как дуб, каштан) для выживания в зимних условиях нуждаются в состоянии глубокого покоя. Тем не менее состояние глубокого покоя может быть свойственно семенам обоих типов, то есть ортодоксальным и рекальцитрантным. Физиолого-биохимические механизмы, обеспечивающие состояние покоя и его преодоление при стратификации, исследованы преимущественно на семенах ортодоксального типа. Рекальцитрантные семена с глубоким покоем исследованы очень мало. В отличие от ортодоксальных семян они уходят в покой с высоким уровнем влажности и сохраняют при этом метаболическую активность и неизмененную ультраструктуру клеток, но лишены способности прорасти [3, 4].

Имеются данные о том, что покой у семян конского каштана, по-видимому, обусловлен покоем самого зародыша, а не инициирован семенной кожурой, поскольку интактные семена и семена с удаленной семенной кожурой, т. е. зародыши, прорастают сходным образом [13, 14]. По другим данным, роль семенной кожуры весьма существенна, и ее вклад является основным на протяжении всей стратификации, а покой самого зародыша сохраняется только в первой половине периода стратификации [5]. Покой зародыша может быть следствием собственного покоя зародышевой оси, а может быть результатом воздействия семядолей. Ингибирующее действие семядолей на рост зародышевой оси показано на семенах лещины *Corylus avellana* [10], клена *Acer saccharum* [9] и других видов ортодоксальных семян, нуждающихся в холодной стратификации для выхода из покоя [7]. Предполагается, что в ходе холодной стратификации ингибирующее действие семядолей каким-то образом снимается, и это может быть связано с репрессией синтеза определенных белков в семядолях [8]. В семенах подсолнечника *Helianthus annuus* [11], как и в семенах клена татарского *A. tataricum* [2], оси сами находятся в состоянии покоя, и удаление семядолей не влияет на их физиологическое поведение.

ние. Для семян конского каштана вопрос о взаимодействии осей и семядолей в поддержании покоя зародыша пока остается открытым.

Имеются противоречивые данные и различные точки зрения на роль семенной кожуры и семядолей в поддержании состояния покоя рекальцитрантных семян [1].

Ранее было показано, что зародышевые оси, выделенные из покоящихся семян, не имеют собственного покоя и способны расти *in vitro* на воде при 27 °C и становиться по ряду показателей адекватными осям в проклюнувшихся семенах [3, 4]. Это делает данную систему удобной моделью для изучения начальных этапов прорастания и возможных механизмов регуляции и преодоления покоя.

Целью настоящей работы было выяснение влияния водных вытяжек из семядолей и семенной кожуры на ростовую активность изолированных осей семян конского каштана.

### Методика

Семена каштана конского (*Aesculus hippocastanum* L.) собирали после опадения с деревьев в дендропарке Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина Российской академии наук. В работе использовали как свежесобранные семена, так и стратифицированные во влажном песке при +5 °C в темноте. В этих условиях семена проклеивались через 18–20 недель.

В течение двух вегетационных сезонов зародышевые оси изолировали из семян в разные сроки стратификации: в начале (0–2 нед.), в середине (8–10 нед.) и в конце (16–18 нед.) и выращивали на воде или экстрактах семенной кожуры или семядолей в течение трех суток при 27 °C в темноте в присутствии хлорамфеникола (50 мкг/мл) для поддержания стерильности среды. Все опыты имели три биологические повторности с пятью осями в каждой. Каждые сутки измеряли сырой вес осей. Результаты подвергали статистической обработке.

Для приготовления экстрактов семенной кожуры и семядолей в разные сроки стратификации с пяти семян каштана вручную с помощью скальпеля снимали семенную кожуру и заливали ее стерилизованной бидистиллированной водой (50 мл), очищенные от семенной кожуры семядоли мелко нарезали и также заливали их стерилизованной бидистиллированной водой (50 мл) и давали экстрактам настояться в течение двух часов. Если кожуру и семядоли не использовали немедленно, их пробы замораживали и хранили при –20 °C до использования.

### Результаты и обсуждение

Вытяжки из семядолей и семенной кожуры в начале стратификации заметно тормозили рост осей (табл. 1, 2), к концу стратификации ингибирующее действие этих вытяжек исчезало, причем тормозящее действие семядольных экстрактов сохранялось дольше, чем действие экстрактов семенной кожуры.

Зародышевые оси, выделенные из покоящихся семян каштана конского, способны расти при инкубации на воде при 27 °С. Скорость этого процесса возрастает с удлинением срока стратификации. Так, в осях, выделенных из свежесобранных семян или на начальных сроках стратификации, увеличение сырого веса происходило довольно медленно. После более длительного периода стратификации (7–9 нед.) сырой вес осей увеличивался гораздо быстрее. В конце стратификации на 16–17 нед. (табл. 4) изолированные оси достигали веса в 100 мг (примерный вес одной оси из проклюнувшихся семян) меньше, чем за 24 часа.

Таблица 1

**Вес зародышевых осей (5 штук), выделенных из свежесобранных семян каштана конского и проращиваемых *in vitro* при 27 °С, мг**

| Вариант опыта                        | Продолжительность выращивания, часы |     |     |     |     |
|--------------------------------------|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
|                                      | 0                                   | 24  | 48  | 72  | 94  |
| Контроль                             | 229                                 | 336 | 417 | 492 | 619 |
| Экстракт кожуры                      | 230                                 | 313 | 359 | 415 | 478 |
| Экстракт семядолей                   | 226                                 | 316 | 351 | 382 | 446 |
| Экстракт кожуры проклюнувшихся семян | 229                                 | 311 | 350 | 391 | 453 |

Таблица 2

**Вес зародышевых осей (5 штук), выделенных из семян каштана конского в ходе стратификации (8 недель) и проращиваемых *in vitro* при 27 °С, мг**

| Вариант опыта                        | Продолжительность выращивания, часы |     |     |     |     |
|--------------------------------------|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
|                                      | 0                                   | 24  | 48  | 72  | 94  |
| Контроль                             | 227                                 | 366 | 518 | 628 | 716 |
| Экстракт кожуры                      | 263                                 | 404 | 560 | 692 | 835 |
| Экстракт семядолей                   | 253                                 | 345 | 416 | 456 | 516 |
| Экстракт кожуры проклюнувшихся семян | 244                                 | 366 | 518 | 615 | 713 |
| АБК ( $10^{-5}$ М)                   | 253                                 | 296 | 318 | 334 | 357 |

Таблица 3

**Вес зародышевых осей (5 штук), выделенных из непроклюнувшихся семян каштана конского после 16–17 недель стратификации и проращиваемых *in vitro* при 27 °С, мг**

| Вариант опыта                        | Продолжительность выращивания, часы |     |     |     |
|--------------------------------------|-------------------------------------|-----|-----|-----|
|                                      | 0                                   | 24  | 48  | 72  |
| Контроль                             | 263                                 | 658 | 787 | 827 |
| Экстракт кожуры проклюнувшихся семян | 322                                 | 646 | 681 | 725 |
| Экстракт кожуры свежесобранных семян | 314                                 | 636 | 680 | 708 |
| АБК ( $10^{-5}$ М)                   | 274                                 | 574 | 591 | 713 |

Таблица 4

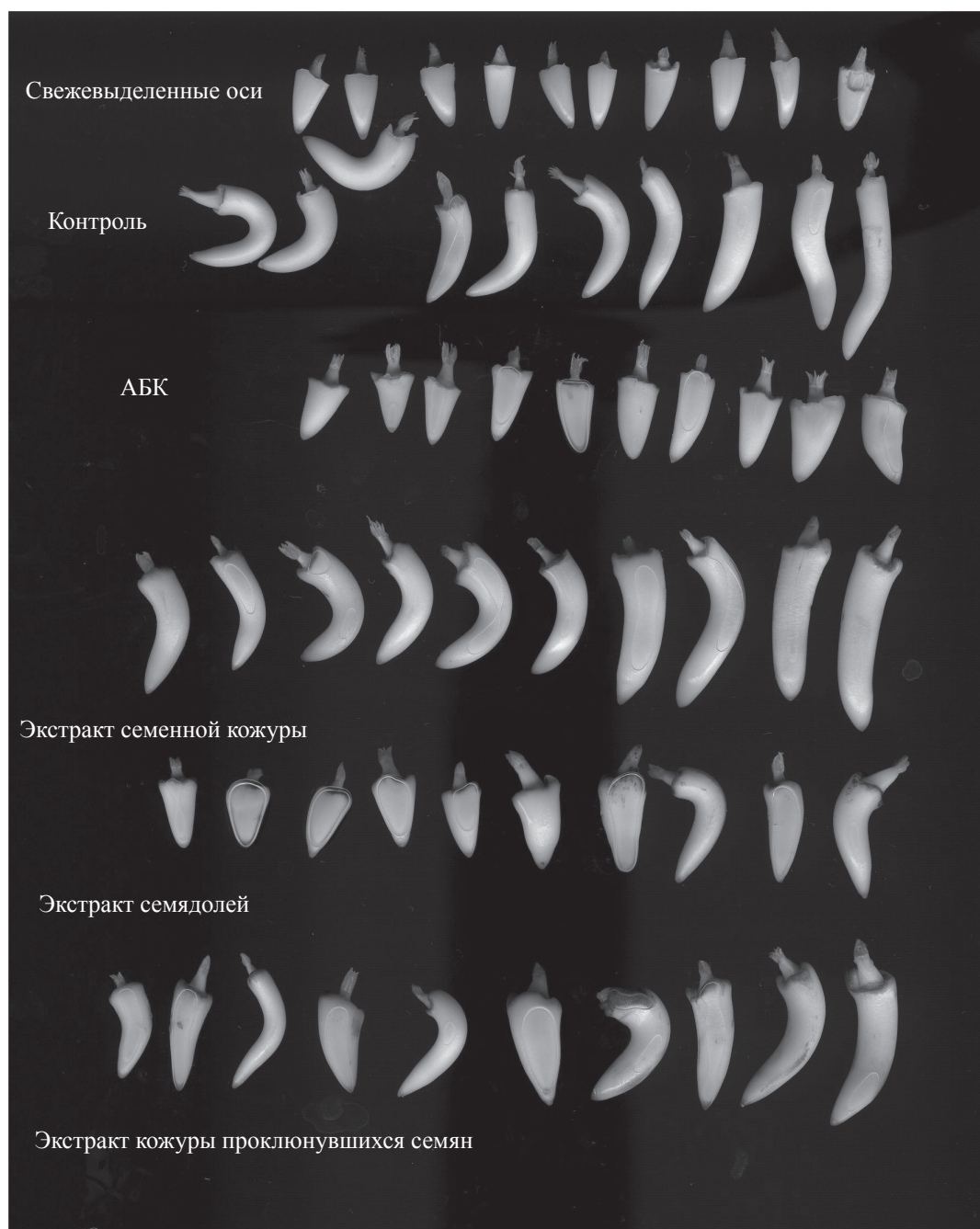
**Вес зародышевых осей (5 штук), выделенных из проросших семян каштана конского после 16–17 недель стратификации и проращиваемых *in vitro* при 27 °С, мг**

| Вариант опыта                        | Продолжительность выращивания, часы |     |     |     |
|--------------------------------------|-------------------------------------|-----|-----|-----|
|                                      | 0                                   | 24  | 48  | 72  |
| Контроль (вода)                      | 420                                 | 691 | 710 | 722 |
| Экстракт кожуры проросших семян      | 460                                 | 786 | 823 | 907 |
| Экстракт кожуры свежесобранных семян | 534                                 | 620 | 630 | 674 |
| АБК ( $10^{-5}$ М)                   | 530                                 | 830 | 855 | 880 |

Полученные результаты полностью подтвердили наблюдения [3] относительно ингибирующего действия экзогенной АБК на способность к росту выделенных осей и снижение чувствительности к АБК в конце стратификации. При действии экзогенной АБК в концентрации  $10^{-5}$  М увеличение сырого веса осей, выделенных из свежесобравшихся или покоящихся семян, практически полностью предотвращалось. Оси, выделенные из семян на второй неделе стратификации, а также после 7–9 и 16 недель стратификации и выращиваемые в присутствии АБК, сохраняли сырой вес на уровне, близком к исходному или немного превышающем его (см. рис. 1, 2). Сырой вес осей, выделенных в конце стратификации (16–17 недель) из еще не проросших семян, увеличивался хотя и медленнее, чем в контрольных осях, но на третий день вес почти достиг контрольного уровня (табл. 3). Рост осей, выделенных из уже проросших семян (табл. 4), не зависел от того, присутствовала АБК в среде или нет. Таким образом, можно утверждать, что действие экзогенной АБК напрямую зависит от времени стратификации и от того, находятся ли семена, из которых выделены оси, в состоянии покоя или уже проросли. Вполне вероятно, что к моменту прорастания нативных семян может меняться чувствительность их клеток к АБК [6: с. 267].

Наблюдения в течение двух вегетационных сезонов позволили нам оценить влияние семенной кожуры проросших семян на свежесобравшиеся семена урожая следующего года и наоборот. Экстракт кожуры свежесобравшихся (покоящихся) семян тормозил рост осей, выделенных из свежесобравшихся и стратифицируемых (но не проросших) семян, а экстракт кожуры проросших семян не влиял на рост как собственных осей, так и осей, выделенных из свежесобравшихся семян урожая следующего года. То есть экстракт кожуры проросших семян не влиял на рост осей вне зависимости от срока стратификации.

В целом зародышевые оси, выделенные из семян каштана конского в начале стратификации, были более чувствительны к изученным воздействиям, чем в конце, что может свидетельствовать об их различном физиологическом состоянии.



*Рис. 1.* Зародышевые оси семян *Каштана конского* на 8-й неделе стратификации



**Рис. 2.** Зародышевые оси семян *Каштана конского*  
на 16-й неделе стратификации

Таким образом, исследование ростовой активности изолированных осей выявило сложный характер взаимодействия между частями семени, при котором и семенная кожура и семядоли вносят свой вклад в становление и поддержание глубокого покоя семян каштана.

### Литература

1. Азаркович М.И., Барышева Ю.А., Обручева Н.В., Живухина Е.А., Гумилевская Н.А. Влияние физиологически активных веществ на ростовую способность зародышевых осей, изолированных из покоящихся рекальцитрантных семян конского каштана // Материалы VI Международного симпозиума «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования». Т. 1. М.: РУДН, 2005. С. 175–177.
2. Бабенко Л.М., Мусатенко Л.И. Белковый синтез при нарушении покоя в семенах клена татарского // Физиология растений. 1997. Т. 44. С. 877–881.
3. Гумилевская Н.А., Азаркович М.И. Способность к росту зародышевых осей, изолированных из покоящихся и прорастающих семян конского каштана, и влияние экзогенной АБК // Физиология растений. 2004. Т. 51. № 1. С. 86–98.
4. Гумилевская Н.А., Азаркович М.И. Физиолого-биохимическая характеристика рекальцитрантных семян (обзор) // Прикладная биохимия и микробиология. 2007. Т. 43. № 3. С. 366–375.
5. Обручева Н.В., Антипова О.В. Общность физиологических механизмов подготовки к прорастанию у семян с различным типом покоя // Физиология растений. 1999. Т. 46. С. 426–431.
6. Bewley D.J., Bradford K.J., Hilhorst H.W.M., Nonogaki H. Seeds. Physiology of Development, Germination and Dormancy. Third Edition. New-York, Heidelberg, Dordrecht, London: Springer, 2013. 392 p.
7. Côme D., Thevenot C. Environmental Control of Embryo Dormancy and Germination // The Physiology and Biochemistry of Seed Development, Dormancy and Germination / Ed. Kahn A.A. Amsterdam: Elsevier Biomedical Press. 1982. P. 271–298.
8. Hance B.A., Bevington J.M. Changes in Protein Synthesis during Stratification and Dormancy Release in Embryos of Sugar Maple (*Acer saccharum*) // Physiol. Plant. 1992. V. 86. P. 36–371.
9. Janerette C.A. An *In Vitro* Study of Seed Dormancy in Sugar Maple // Forest Sci. 1978. V. 24. P. 43–49.
10. Jarvis B.C., Wilson D.A. Factors Influencing Growth of Embryonic Axes from Dormant Seeds of Hazel (*Corylus avellana* L.) // Planta. 1978. V. 138. P. 189–191.
11. Le Page-Degivry M.Th., Garelo G. In Situ Abscissic Acid Synthesis: A Requirement for Induction of Embryo Dormancy in *Helianthus annuus* L. // Plant Physiol. 1992. V. 98. P. 1386–1390.
12. Obroucheva N.V., Antipova O.V. Physiological Characteristics of Dormant and Germinating Horse Chestnut Seeds // Tree Seeds 2002 / Ed. Thanos C.A., Athens: Univ. Athens. 2002. P. 109–115.
13. Pritchard H.W., Steadman K.J., Nash J.V., Jones C. Kinetics of Dormancy Release and the High Temperature Germination Response in *Aesculus hippocastanum* Seeds // J. Exp. Bot. 1996. V. 50. P. 1507–1514.
14. Pritchard H.W., Tompsett P.B., Manger K. Development of a Thermal Time Model for the Quantification of Dormancy Loss in *Aesculus hippocastanum* L. Seeds // Seed Sci. Res. 1996. V. 6. P. 127–135.

15. *Tompsett, P.B. and Pritchard, H.W.* The Effect of Chilling and Moisture Status on the Germination, Desiccation Tolerance and Longevity of *Aesculus hippocastanum* L. Seed // *Ann. Bot.* 1998. V. 82. P. 249–261.

16. *Vertucci C.W., Farrant J.M.* Acquisition and Loss of Desiccation Tolerance // *Seed Development and Germination* / Eds Negbi M., Kigel J. N.Y.: Macel Dekker, 1995. P. 237–271.

### Literatura

1. *Azarkovich M.I., Bary'sheva Yu.A., Obrucheva N.V., Zhivuxina E.A., Gumilevskaya N.A.* Vliyanie fiziologicheskii aktivny'x veshhestv na rostovuyu sposobnost' zarody'shevy'x osey, izolirovanny'x iz pokoyashhixsya rekal'citrantny'x semyan konskogo kashtana // *Materialy' VI Mezhdunarodnogo simpoziuma «Novy'e i netradicionny'e ras-teniya i perspektivy' ix ispol'zovaniya»*. T. 1. M.: RUDN, 2005. S. 175–177.

2. *Babenko L.M., Musatenko L.I.* Belkovy'j sintez pri narushenii pokoya v semenax klena tatarskogo // *Fiziologiya rastenij*. 1997. T. 44. S. 877–881.

3. *Gumilevskaya N.A., Azarkovich M.I.* Sposobnost' k rostu zarody'shevy'x osey, izolirovanny'x iz pokoyashhixsya i prorstayushhix semyan konskogo kashtana, i vliyanie e'kzogennoj ABK // *Fiziologiya rastenij*. 2004. T. 51. № 1. S. 86–98.

4. *Gumilevskaya N.A., Azarkovich M.I.* Fiziologo-bioximicheskaya xarakteristika rekal'citrantny'x semyan (obzor) // *Prikladnaya bioximiya i mikrobiologiya*. 2007. T. 43. № 3. S. 366–375.

5. *Obrucheva N.V., Antipova O.V.* Obshhnost' fiziologicheskix mexanizmov podgotovki k prorstaniyu u semyan s razlichny'm tipom pokoya // *Fiziologiya rastenij*. 1999. T. 46. S. 426–431.

6. *Bewley D.J., Bradford K.J., Hilhorst H.W.M., Nonogaki H.* Seeds. Physiology of Development, Germination and Dormancy. Third Edition. New-York, Heidelberg, Dordrecht, London: Springer, 2013. 392 p.

7. *Côme D., Thevenot C.* Environmental Control of Embryo Dormancy and Germination // *The Physiology and Biochemistry of Seed Development, Dormancy and Germination* / Ed. Kahn A.A. Amsterdam: Elsevier Biomedical Press. 1982. P. 271–298.

8. *Hance B.A., Bevington J.M.* Changes in Protein Synthesis during Stratification and Dormancy Release in Embryos of Sugar Maple (*Acer saccharum*) // *Physiol. Plant*. 1992. V. 86. P. 36–371.

9. *Janerette C.A.* An *In Vitro* Study of Seed Dormancy in Sugar Maple // *Forest Sci.* 1978. V. 24. P. 43–49.

10. *Jarvis B.C., Wilson D.A.* Factors Influencing Growth of Embryonic Axes from Dormant Seeds of Hazel (*Corylus avellana* L.) // *Planta*. 1978. V. 138. P. 189–191.

11. *Le Page-Degivry M.Th., Garelo G.* In Situ Absciscic Acid Synthesis: A Requirement for Induction of Embryo Dormancy in *Helianthus annuus* L. // *Plant Physiol*. 1992. V. 98. P. 1386–1390.

12. *Obrucheva N.V., Antipova O.V.* Physiological Characteristics of Dormant and Germinating Horse Chestnut Seeds // *Tree Seeds 2002* / Ed. Thanos C.A., Athens: Univ. Athens. 2002. P. 109–115.

13. *Pritchard H.W., Steadman K.J., Nash J.V., Jones C.* Kinetics of Dormancy Release and the High Temperature Germination Response in *Aesculus hippocastanum* Seeds // *J. Exp. Bot.* 1996. V. 50. P. 1507–1514.

14. Pritchard H.W., Tompsett P.B., Manger K. Development of a Thermal Time Model for the Quantification of Dormancy Loss in *Aesculus hippocastanum* L. Seeds // Seed Sci. Res. 1996. V. 6. P. 127–135.
15. Tompsett, P.B. and Pritchard, H.W. The Effect of Chilling and Moisture Status on the Germination, Desiccation Tolerance and Longevity of *Aesculus hippocastanum* L. Seed // Ann. Bot. 1998. V. 82. P. 249–261.
16. Vertucci C.W., Farrant J.M. Acquisition and Loss of Desiccation Tolerance // Seed Development and Germination / Eds Negbi M., Kigel J. N.Y.: Macel Dekker, 1995. P. 237–271.

**M.I. Azarkovich,  
L.V. Nazarenko**

### **Germination of Recalcitrant Seeds: Effects of Cotyledons and Seed Coat**

Excised axes of dormant recalcitrant (susceptible to drying) horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) seeds are devoid of innate dormancy and can grow during incubation on water. Effects of seed coat extracts and cotyledon extracts on growth of axes excised after different time of stratification. Extracts from cotyledons and seed coat of freshly-fallen seeds suppressed the growth of axes. Seed coat of germinating seeds did not affect the growth of axes detached from the same seeds, as well as from freshly-harvested next year seeds.

*Keywords:* *Aesculus hippocastanum* L.; recalcitrant seeds; seed dormancy; germination.

**В.Т. Дмитриева,  
А.Т. Напрасников**

## **Динамика элементов водного баланса ландшафтов Забайкалья и Монголии в условиях современного потепления климата**

В работе осуществлен анализ пространственно-временного изменения структур водного баланса в условиях регионального потепления климата за период 1975–2010 гг. Выводы получены по данным 80 метеорологических станций Забайкалья и Монголии. Выявлены изменения в структурах водного и теплового балансов, установлено их влияние на изменения природно-хозяйственных систем.

*Ключевые слова:* водный баланс; динамика увлажнения и теплообеспеченности ландшафтов; региональное потепление; пространственно-временная организация элементов водного баланса.

**П**одходы к оценке изменений географо-гидрологических и геоэкологических связей в период потепления климата. В XX столетии в пределах всего Забайкалья и Монголии началось региональное потепление. Оно имело несколько волн подъемов и спадов. Наиболее интенсивным оказалось последнее повышение температур, когда зимнее потепление несколько позже дополнилось летним. Этот разрыв приобрел особую географическую значимость — дифференцировал пространственно-временную изменчивость элементов водного и теплового балансов.

На ряде метеорологических станций за последние 60 лет слабо выражено начало потепления. Видимо, оно началось раньше, в пределах 40-х годов прошлого столетия. Поэтому за начало потепления принят период с резким последним повышением средних годовых температур. До этого прослеживались изменения его положительных частей трендов с небольшими синусоидальными вариациями.

Региональное потепление климата за 1950–2010 гг. достигло максимальных значений в 2003–2006 гг. Последующие годы по большинству метеорологических станций характеризуются понижением температур и увеличением атмосферных осадков. Динамика потепления климата, по мнению многих ученых, является следствием преимущественно зимнего повышения температур. В целях оценки влияния на данный процесс факторов теплого периода были проанализированы изменения по годам сумм температур выше 10 °С.

За период регионального потепления произошли изменения в структурах водного и теплового балансов ландшафтов и в природно-хозяйственных си-

стемах Забайкалья и Монголии. Степень этих трансформаций оценивалась географическим, ландшафтным и географо-гидрологическим (ландшафтно-географическим) методами, основой которых послужили:

1 — интенсивность физико-географического процесса, обоснованного А.А. Григорьевым [4];

2 — гидролого-климатический метод единства водного и теплоэнергетического баланса, разработанного М.И. Будыко [1] и В.С. Мезенцевым [6, 7];

3 — географо-гидрологический метод В.Г. Глушкова [2].

Сущность интенсивности физико-географического процесса обуславливается соотношением материальных и энергетических субстанций. На энергетическом фоне ландшафта гидрологический процесс определяется соотношением тепла и влаги, развивается в ландшафтной среде, определяется ее тепловыми ресурсами, которые, по мнению И.В. Карнацевича [5], приравниваются к теплоэнергетическим ресурсам климата. При оптимальном соотношении тепла и влаги, выраженном эквивалентным равенством радиационного баланса ( $R$  ккал/см<sup>2</sup>) в виде максимально возможного испарения ( $Z$  макс. =  $R / 0,06$ ) и осадков ( $X$  мм), формируется оптимальный гидрологический режим, который и обеспечивает максимально оптимальное испарение ( $Z$  опт.). Разница  $Z$  макс. и  $Z$  опт. определяет количественные различия между общим физико-географическим и гидрологическим процессом, а соотношение  $Z$  опт. /  $Z$  макс. предопределяет их оптимальную интенсивность в пределах 0,71–0,79. Данное соотношение никогда не достигает единицы, так как гидрологический процесс является составной частью общего физико-географического процесса.

Таким образом, мерой развития физико-географического и гидрологического процессов является тепловой ресурс ландшафта. В нем при эквивалентном равенстве тепла и влаги достигается максимальное развитие процесса, которое снижается как при увеличении, так и уменьшении влаги. Симметричное смещение от его оси формирует «дефициты» или «избытки» влаги, которые можно представить дисбалансовым оптимумом:

$$\Delta X = X - (0,7 - 0,79) Z \text{ макс.}, \quad (1)$$

где  $\Delta X$  — дефициты (избытки) влаги, мм;  $X$  — влага ландшафта, обычно выраженная атмосферными осадками, мм;  $Z$  макс. — максимальные тепловые ресурсы ландшафта, представленные водным эквивалентом радиационного баланса ( $Z$  макс. =  $R / 0,06$ ), мм.

Расчеты элементов водного баланса определялись по уравнению взаимосвязи элементов водного и теплоэнергетического балансов, обоснованного В.С. Мезенцевым (7):

$$Y = X - Z = X - Z \text{ макс.} [1 + \beta^{-n}]^{-1/n}, \quad (2)$$

где  $Y$  — сток, мм,  $Z$  — испарение, мм,  $Z$  макс. — максимально возможное испарение, мм, а  $\beta$  — коэффициент увлажнения, равный соотношению осадков ( $X$ , мм) и максимально возможного испарения ( $Z$  макс, мм),  $n$  — параметр взаимосвязи элементов водного и теплоэнергетического балансов, который преобладающе

изменяется в пределах 2–3 и отражает интенсивность гидролого-климатического процесса соответственно значениям  $Z_{\text{опт.}} / Z_{\text{макс.}} = 0,71 - 0,79$ .

Приведенная система расчетов была дополнена рядом гидрологических, географических и географо-гидрологических положений. Это обусловлено тем, что обычно динамика стока рек определяется бассейновым методом, когда сток со всего бассейна анализируется информацией в пределах гидрологических постов. В данном случае статистический подход обеспечивает получение гидрологической информации со всего бассейна, но при этом не дифференцирует ее пространственно-временную изменчивость. Для этого требуется проводить аналогичные расчеты по многим бассейнам с разной площадью. Подобный недостаток устраняется расчетом элементов водного баланса по данным метеорологических станций, которые отражают природно-климатическую ситуацию вмещающих их ландшафтов.

В связи с этим в пределах Забайкалья и Монголии изменения во времени элементов водного баланса рассчитывались согласно положению фракталов, когда фрагмент множества повторяет структуру всего множества. В данном случае принимается, что организацию элементов всей выборки можно выразить их связью с годами линейным уравнением и посредством его рассчитать разницу между элементами водного баланса за 1975 и за 2010 г. Подобный подход является ландшафтным и географо-гидрологическим. Он был обоснован еще в 1929 г. выдающимся отечественным гидрологом В.Г. Глушковым [2], который подчеркивал, что географо-гидрологический метод устанавливает причинную связь вод данного района с географическим ландшафтом в целом, с геологией, геоморфологией, почвами и растительностью. Э. Нееф позже отмечал, что «все географические явления привязаны к неким географическим местоположениям, которые обеспечивают через посредство своего местоположения, и в особенности через посредство связей этого местоположения с соседними местностями и областями», их специфику [9: с. 29].

Выявлено, что все гидрологические явления связаны с биологической продуктивностью (Б.п.) растений, которая существенно корректирует структуры водного баланса. Рассчитывалась продуктивность как зональная функция от сумм температур ( $\sum T \geq 10^\circ\text{C}$ ) и коэффициента увлажнения ( $\beta x$ ), определенных по материалам многочисленных справочников, по данным сотрудников Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцева и многих других опубликованных работ. Подобная связь выражается уравнением [3]:

$$\text{Б.п.} = 0,004 \cdot \sum T \geq 10^\circ\text{C} \cdot \beta x - 1 \text{ т/га.} \quad (3)$$

**Индикаторы зимнего и летнего потепления климата.** Выявлено, что региональные потепления начались с повышения зимних температур, индикатором которых стали средние годовые температуры. При их повышении суммы летних температур практически не изменялись. Спустя 10–15 лет начали повышаться и летние температуры, представленные суммами темпера-

тур выше 10 °С. Их последующий рост повысил интенсивность общего потепления, которое за период наблюдений стало максимальным в 2003–2006 гг. Установлено, что повышение средних годовых температур началось раньше, чем активный рост температур летнего периода (рис. 1 — 1а, 1б и 2а, 2б).

В настоящее время влияние зимнего потепления, видимо, ослабевает, его замещает летнее повышение температур.

Наибольшее потепление проявилось, когда максимальная интенсивность этих двух факторов совместились. Средние годовые температуры, достигнув максимальных значений в 2003–2006 гг., начали уменьшаться. Подобный процесс в меньшей степени характерен для сумм температур выше 10 °С. В ряде случаев прослеживается их дальнейшее повышение.

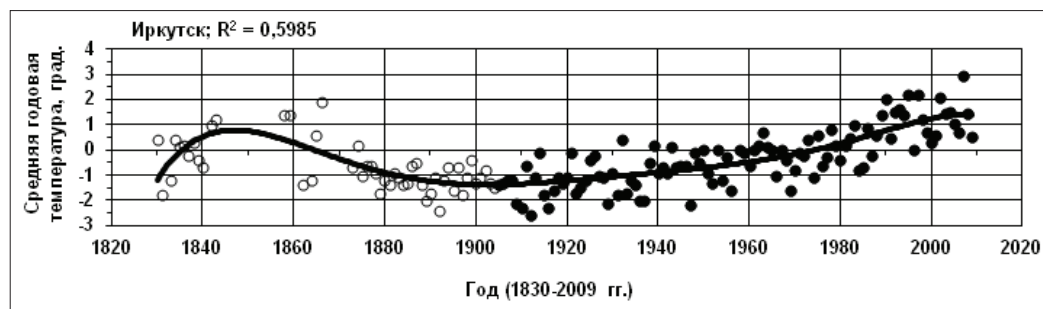
Начало потепления по территориально осредненным средним годовым температурам в Забайкалье началось в 1971 г., в Монголии — в 1985 г., по суммам температур выше 10 °С в Забайкалье — в 1982 г., в Монголии — в 1989 г. Повышенный приток тепла начал распространяться с 1960 г. с севера на юг, с горно-таежных ландшафтов Забайкалья до аридных пустынь Монголии, со скоростью 0,52° с.ш. в год.

Согласно пространственной изменчивости сумм температур выше 10 °С интенсивное повышение летних температур началось в Северном Забайкалье в 1975 г. и достигло юга Монголии в 1985 г. Летнее потепление, определенное по суммам температур выше 10 °С, минимально запаздывает на 1–2 года в крайне аридных ландшафтах Монголии и максимально в Северном Забайкалье — 10–16 лет. Подобная связь выражается тенденцией запаздывания ( $\Delta T$  в годах) летнего потепления от широты местности ( $\phi$ ):

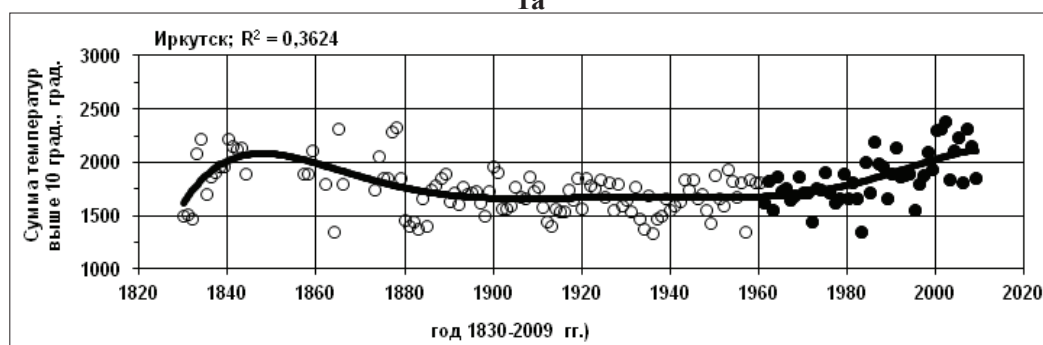
$$\Delta T = 1,15 \phi - 50. \quad (4)$$

Вместе с этим имеются метеорологические станции, на которых прослеживается неопределенность в завершении потепления. Есть также признаки продолжения потепления и за пределами 2010 г. Важно и местоположение метеорологических станций: в Забайкалье — Агинское, Александровский Завод, Дарасун, Калакан, Ксеньевская, Менза, Могоча, Нерчинский Завод, Средний Калар, Троицкий прииск, Тунгокочен, Уст-Карск, Чара; в Монголии — Замын-Ууд, Баянхонгор, Даланзадгад, Мандалгоби, Сайхан-Ово, Улан-Батор, Хаогол, Хужирт, Цогт-обо, Цэцэрлэг, Чойр, Эрдэнэцагаан. Число этих станций в Байкальском регионе составляет 13 при анализируемой их общей численности — 37; в Монголии — 12, при общей численности — 27. В первом случае это составляет 35 %, во-втором — 44 %. Величины довольно значимые и поэтому следует признать, что в ряде ландшафтов процесс летнего потепления, видимо, еще продолжится за пределами 2010 г.

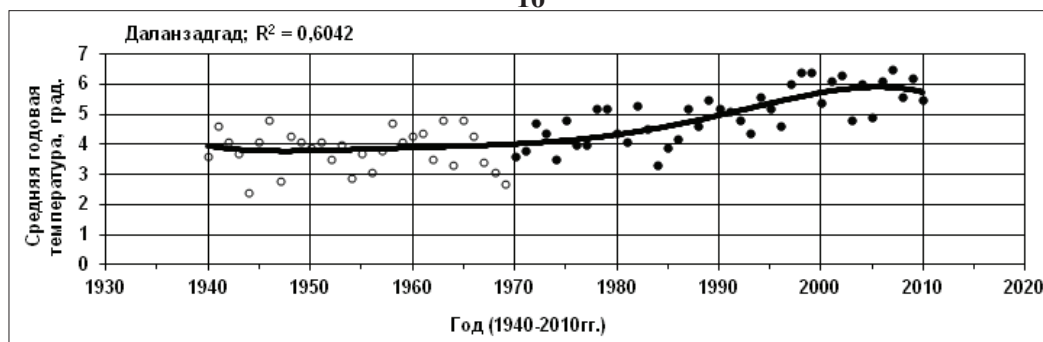
Как правило, тренды с положительным ростом средних годовых температур и сумм температур выше 10 °С сопровождаются уменьшением во времени атмосферных осадков. Исключение составляет ряд метеорологических станций Байкальского региона: Иркутск, Баунт, Богдарин, Горячинск, Кала-



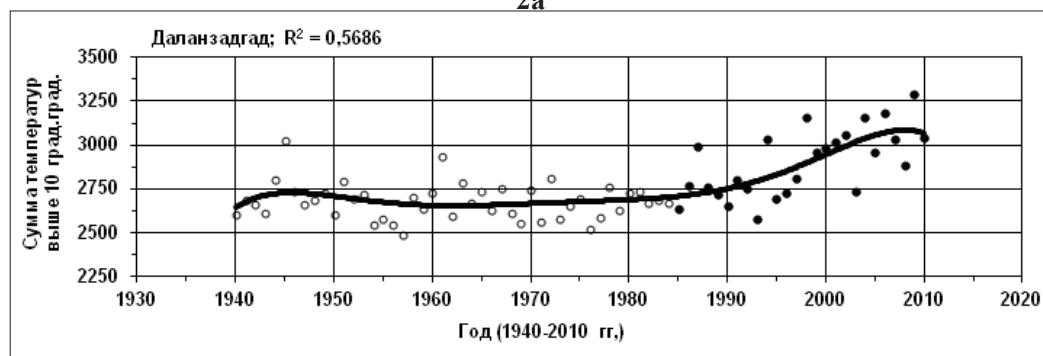
1а



1б



2а



2б

**Рис. 1.** Изменения во времени средних годовых температур и сумм температур выше 10 °С, начало их интенсивного повышения, определенных по тренду полинома 6-й степени

кан, Катугино, Ксеньевская, Кяхта, Могоча, Мухоршибирь, Новоселенгинск, Петровский завод, Санага, Сосново-Озерск, Троицкий прииск, Тунгокочен, Средний Калар, Уоян, Уакит, Улан-Удэ, Усть-Карск, Хоринск, Чара, Черемховский перевал; в Монголии местоположения станций: Баруунтуруун, Байтаг-байтаг, Баянбулаг, Матад, Мурэн, Ренчинхумбэ, Тариал, Тахилт, Улан-Батор, Халгол, Хаара-Ус, Хатгал. В основном осадки увеличились в горно-таежных районах Восточного Забайкалья, на Витимском плоскогорье, в горной тайге Монголии и локально в лесостепи и степи. На общем фоне регионального потепления климата в пределах Забайкалья и Монголии зимнее количество осадков практически повсеместно увеличивается. Исключение составляют данные станций Монголии — Арвайхээр, Баруунхараа, Дашбарбалбар и Тосонцэнгэн, на которых с повышением температур зимние осадки локально уменьшаются. Не исключено, что зимнее повышение осадков продолжится с обильными снегопадами в 2013–2015 годах, особенно в южных ландшафтах Монголии и на снежных юго-восточных территориях.

Итак, прослеживается зональность в пространственных соотношениях тепла и влаги — в северных таежных ландшафтах количество осадков несколько увеличилось, а в южных степях и пустынях — существенно уменьшилось. Корреляционно-функциональные связи между трендами температур и осадков не отмечены. Однако форму трендов атмосферных осадков повторяют тренды коэффициентов увлажнения и биологической продуктивности.

**Пространственно-временная изменчивость температур.** В Забайкалье с 1951 г. средняя годовая температура повысилась на 1,75 °С, с 1975 г. — на 1,3 °С. Максимальное (1,9–2,1 °С) повышение отмечено преимущественно на станциях таежных территорий (Чара, Калакан, Катугино, Гуля), минимальное — на многих станциях лесостепи и степи. Суммы активных температур, наоборот, максимально (400–600 °С) увеличились в аридных ландшафтах и минимально (150–210 °С) — в таежных. Среднее увеличение по территории Забайкалья составило 317 °С (21,5 %), Монголии — 455 °С (28 %). Тепловые ресурсы также существенно возросли — в Забайкалье на 3,5 ккал/см<sup>2</sup> в год (11%), в Монголии на 5,3 ккал/см<sup>2</sup> в год (15 %). Максимальный приток тепла отмечен в степях Забайкалья — метеостанции Агинское, Борзя, Доно, Хоринск на 6–7,5 ккал/см<sup>2</sup> в год (17–23 %), минимальное — в горно-таежных ландшафтах: станции Баунт, Богдарин, Катугино, Могоча, Карымская, Чара — на 0,5–2 ккал/см<sup>2</sup> в год (2–7 %). Подобные ландшафтно-климатические изменения характерны и для территории Монголии, но они проявились там с еще большей контрастностью.

За 1975–2010 гг. с высотой местности средние годовые температуры увеличились с 1,2 °С на 500 м до 2,0 °С на 2000 м абс. высоты. Летнее потепление на всех высотных уровнях оказалось практически одинаковым, в среднем —  $\sum \Delta T = 400$  °С. Итак, за счет зимнего потепления климат горных ландшафтов стал теплее.

Монгольские степи потеплели на больший приток тепла, чем горно-таежные ландшафты Забайкалья. С 1975 г. по 2010 г. в стране аридных южных пустынях

Монголии средние годовые температуры повысились на 2 °С, в северном горном Забайкалье на 1 °С, суммы температур соответственно, на 455 °С (28 %) и 325 °С (22 %). Дополнительный приток тепла регионального потепления увеличивается с севера Забайкалья до крайне аридных пустынь юга Монголии (см. рис. 1).

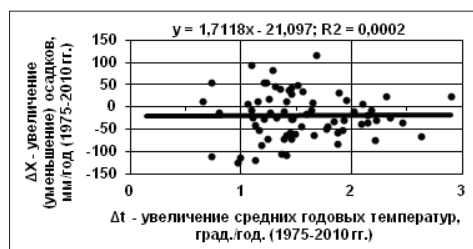
**Пространственно-временное изменение атмосферных осадков и температур воздуха.** На данном, резко возрастающем термическом фоне прослеживается территориальное своеобразие в формировании атмосферных осадков. При минимальном притоке тепла в горной тайге и лесостепи прослеживается их локальное увеличение: в таежной зоне на 7–20 мм/год (2–10 %), в таежно-лесостепной зоне — на 20–60 мм (13–15 %). Максимальное количество осадков увеличилось на станции Черемховский перевал — на 84,1 мм (13,8 %), Нерчинский завод — на 93,3 мм (31,3 %), в Иркутске — на 116,1 мм (29,8 %). За указанный период количество осадков преобладающе уменьшилось в аридных ландшафтах, но при этом частично и в таежных зонах (станции Тупик, Могоча, Катугино, Уакит). В пределах всего Забайкалья количество осадков уменьшилось на 11,4 мм (1,6 %), и на всей территории Монголии — на 22,3 мм/год (9,6 %). На ряде метеостанций данное уменьшение достигает более 100 мм, на других увеличивается до 50–70 мм. Так же как и в Забайкалье, здесь степень уменьшения осадков не имеет строгих пространственных закономерностей и, видимо, в основном определяется свойствами местоположения и его взаимодействием с атмосферой.

По всей территории Забайкалья и Монголии статистически среднее повышение годовых температур незначительно повлияло на изменение во времени атмосферных осадков, уменьшились они на 10 мм (рис. 2 — 3а). С повышением сумм температур выше 10 °С на 100 °С осадки уменьшались на 9,6 мм (рис. 2 — 3б). Несмотря на незначительные количественные изменения осадков, они в основном влекут за собой соответствующие изменения увлажнения территории, стока рек и биологической продуктивности ландшафтов.

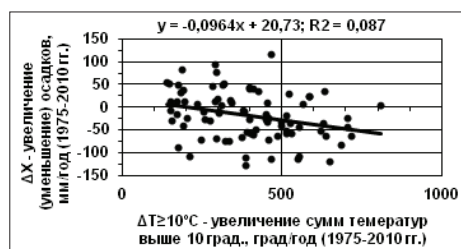
Таким образом, в большинстве случаев летнее увеличение температур сопровождается уменьшением осадков, зимнее потепление практически не изменяет их. Локально температуры и осадки увеличились в северной тайге, в лесостепи и горах. Следовательно, горно-таежные ландшафты являются постоянным аккумулятором влаги.

**Испарение.** В структуре водного баланса испарение является основной затратной частью. В Забайкалье в 1975 г. испарялось 88,1 % выпавших осадков, в 2010 г. — 90,6 %, в Монголии соответственно — 96,9 и 98,4 %. За период 1975–2010 гг., за счет дополнительного увеличения осадков в таежных ландшафтах, испарение в Байкальском регионе (в пределах местоположений метеорологических станций) увеличилось на 2,5 мм (1,5 %), в Монголии уменьшилось на 18,7 мм (7,2 %).

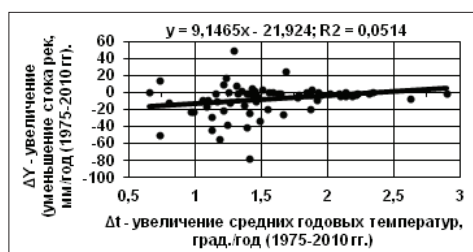
**Сток рек.** Существенные изменения прослеживаются в стоке рек. За период 1975–2010 гг. в Забайкалье сток уменьшился с 46,4 до 35,7 мм (в среднем на 21 %). Однако на ряде местоположений метеорологических станций сток



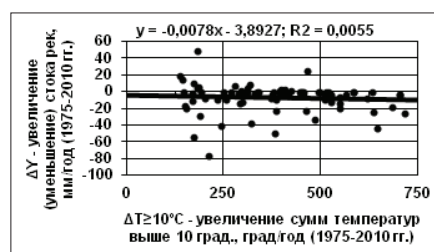
3а



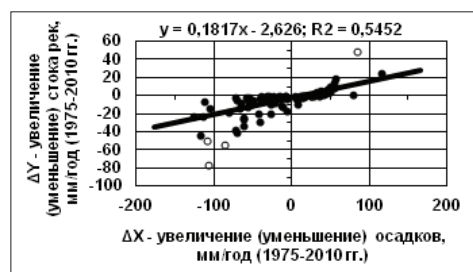
3б



4а



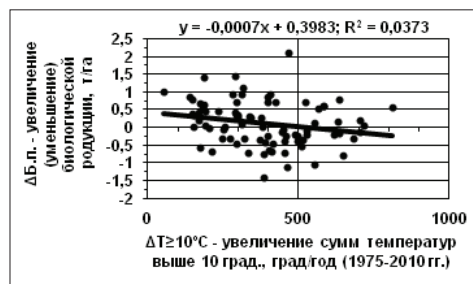
4б



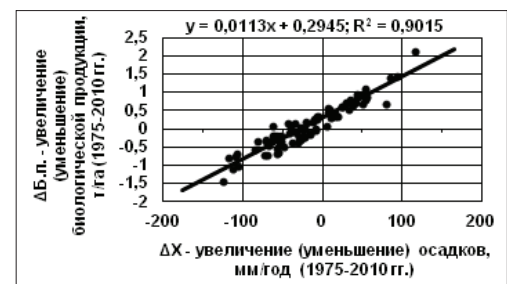
4в



5а



5б



5в

Рис. 2. Пространственно-временные изменения элементов водного баланса в период регионального потепления климата в Забайкалье и Монголии

увеличился: на станциях Баунт (0,5 %), Горячинск (23 %), Иркутск (более 50 %), Калакан (41 %), Новоселенгинск (7 %), Петровский завод (21 %), Санага (19 %), Улан-Удэ (26 %), Уоян (26 %), Черемховский перевал (4 %).

В Монголии сток в среднем за 35 лет уменьшился с 6,9 до 3,3 мм. В ряде местоположений аридных ландшафтов следы проявления стока полностью исчезли (Замын-Ууд, Байтаг, Даланзадгад, Сайлншанд, Сайхан-Ово, Цогт-Обо), в других ландшафтах сток уменьшился на 40–80 %. Данное уменьшение является следствием существенного уменьшения осадков за анализируемый период. Однако в ландшафтах лесостепи и тайги сток увеличился. Так, в пределах метеостанций Баруунтуруун сток стал большим на 38 %, Баянбулаг — более чем на 40 %, Ренчинлхумбэ — на 32 % и Хатгал — на 56 %.

В среднем по Забайкалью и Монголии сток рек при повышении средних годовых температур несколько увеличился (рис. 2 — 4а). Это связано с ростом в период потепления зимних осадков. Они обеспечивают сохранение весеннего половодья. Относительно летнего потепления прослеживается тенденция уменьшения стока рек (рис. 2 — 4б), что обусловлено увеличившимся испарением. В анализируемых регионах сток функционально определяется атмосферными осадками (рис. 2 — 4в). В горно-таежных ландшафтах незначительные изменения атмосферных осадков или их рост обеспечивают сохранность водных ресурсов территории. В среднем по всему Забайкалью сток уменьшился на 10,7 мм (21 %), в Монголии — на 3,6 мм (55 %).

**Биологическая продуктивность.** В условиях масштабного потепления и резкого изменения структур водного и теплового балансов наиболее устойчивым элементом ландшафта оказалась биологическая продуктивность. В среднем по Забайкалью биологическая продуктивность возросла с 2,56 т/га в 1975 г. до 2,8 т/га в 2010 г., т. е. увеличилась на 12,6 %. Увеличение в основном произошло за счет таежных территорий, которые оказались в меньшей степени подвержены термическому влиянию. Уменьшилась продуктивность преобладающе в южных степях Забайкалья. К ним относятся местоположения станций Агинское (5,5 %), Александровский завод (21 %), Борзя (12 %), Букукун (10 %), Дарасун (5,9 %), Доно (17 %), Карымская (6 %), Мангут (31 %), Менза (10 %), Нерчинск, (38 %), Соловьевск (23 %), Тупик (15 %).

В среднем, по данным анализируемых метеорологических станций, в Забайкалье биологическая продуктивность увеличилась на 0,25 т/га. В Монголии, так же в пределах местоположений метеорологических станций, биологическая продуктивность практически не изменилась. Выявляется уменьшение с 1,52 т/га в 1975 г. до 1,5 т/га в 2010 г, т. е. ее общее воспроизводство сократилось на 1,65 %.

В горно-таежных ландшафтах повышение температур и незначительное изменение осадков создали оптимальные условия произрастания растений, их продуктивность увеличилась на 30–40 %. Однако продуктивность степей, полупустынь и пустынь снизилась соответственно на 40–50 %. В связи с тем,

что они являются основной базой животноводства, то потепление климата отрицательно повлияло на ее развитие, поскольку в экстремальных климатических условиях усилился падеж скота.

В среднем в Забайкалье и Монголии при повышении средних годовых температур прослеживается слабая тенденция уменьшения биологической продуктивности (рис. 2 — 5а), при летнем повышении температур наблюдается большая интенсивность ее уменьшения (рис. 2 — 5б). Вместе с тем имеет место ее высокая функциональная связь с атмосферными осадками. Поэтому можно однозначно утверждать, что там, где осадки даже незначительно увеличились, имеет место рост биологической продуктивности. Таким образом, приблизительно на 40–50 % местоположений станций биологическая продуктивность не изменилась или увеличилась, и это при масштабной климатической аридизации. Увеличение отмечено в горно-таежных и лесостепных ландшафтах, уменьшение — в крайне аридных пустынях Монголии и сухих степях Даурии [3, 8].

За период 1975–2010 гг. в локальных структурах водного баланса Забайкалья и Монголии произошли изменения, которые неоднозначно повлияли на состояние природы и хозяйства. Здесь за определенный исторический период сформировались разные зональные типы хозяйств — от оленеводческих до земледельческих с хорошо отлаженной системой природопользования. Орошение и агротехника позволили получать хорошие урожаи зерновых, и в середине 50-х годов Монголия стала обеспечивать ими свои внутренние потребности. Современное потепление и уменьшение количества осадков начало сопровождаться аридизацией, опустыниванием, развитием водной и ветровой эрозии. Уменьшилась возможность применения богарного земледелия, выявились его отрицательные экологические и экономические последствия, в связи с чем пришлось частично отказаться от него. Показательным является и то, что весьма незначительные гидролого-климатические изменения повлекли существенные изменения в хозяйстве аридных территорий.

Следует подчеркнуть, что за 150 лет гидрометеорологических наблюдений в Забайкалье и Монголии современное потепление достигло своего максимума в 2003–2006 гг. Подобное явление имело место в 1830–1870 годах. Несмотря на значимые изменения в структурах водного баланса разных местоположений, выявилась высокая устойчивость ландшафтов, и особенно их биологической продуктивности, к внешним воздействиям. По данным многочисленных исследований, на деградированных пастбищах продуктивность восстанавливается в течение 4–5 лет. Видимо, гидротермический режим планеты обладает высоким потенциалом устойчивости, который ограничивает чрезмерные региональные флуктуации тепла и влаги. Еще в начале XX века разгорелся спор по проблеме «усыхания» Азии. Отечественные ученые того времени доказали бессмысленность данного утверждения.

Подобного мнения придерживается и большинство современных российских ученых. В течение последних двух тысячелетий прослеживались существенные колебания режимов тепла и влаги, но они всегда возвращались

в многолетние прежние состояния. При этом оказалось, что многие ландшафты планеты находятся в состоянии постоянного проявления естественного опустынивания. Подобное явление характерно и для южных ландшафтов Монголии. Вот почему можно утверждать, что природа остается относительно динамически устойчивой как в прошедший, так и в современный период.

Из 85 метеорологических станций Забайкалья и Монголии на 80-ти в 2003–2006 годах зарегистрировано понижение средних годовых температур. Не исключается, что в данных регионах потепление завершилось. Вместе с тем возможно наступление кратковременного жаркого и сухого периода.

### *Литература*

1. Бudy'ko M.I. Испарение в естественных условиях. Л.: Гидрометеиздат, 1948. 136 с.
2. Глушков В.Г. Вопросы теории и методы гидрологических исследований. М.: Гидрометеиздат, 1961. 416 с.
3. Дмитриева В.Т., Напрасников А.Т. Методические аспекты определения биологической продуктивности аридных территорий // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2012, № 2(10). С. 33–46.
4. Григорьев А.А. Закономерности строения и развития географической среды // Избранные теоретические работы. М.: Гидрометеиздат, 1966. 382 с.
5. Карнацевич И.В. Расчеты тепловых и водных ресурсов малых речных водосборов на территории Сибири // Теплоэнергетические ресурсы климата и климатических процессов. Ч. I. Омск: ОмСХИ, 1959. 76 с.
6. Мезенцев В.С. Метод гидролого-климатических расчетов и опыт его применения для районирования Западно-Сибирской равнины по признакам увлажнения и теплообеспеченности // Труды Омского сельскохозяйственного института. Т. XXVII. 1957. 121 с.
7. Мезенцев В.С. Гидролого-климатические основы проектирования гидромелиораций. Омск: ОмСХИ, 1993. 128 с.
8. Напрасников А.Т., Дмитриева В.Т. Геоэкология и биологическая продуктивность пастбищ // Проблемы региональной экологии. 2012. № 2. С. 29–34.
9. Нееф Э. Теоретические основы ландшафтоведения. М.: Прогресс, 1974. 219 с.

### *Literatura*

1. Budy'ko M.I. Isparenje v estestvenny'x usloviyax. L.: Gidrometeoizdat, 1948. 136 s.
2. Glushkov V.G. Voprosy' teorii i metody' gidrologicheskix issledovanij. M.: Gidrometeoizdat, 1961. 416 s.
3. Dmitrieva V.T., Naprasnikov A.T. Metodicheskie aspekty' opredeleniya biologicheskoy produktivnosti aridny'x territorij // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2012. № 2 (10). S. 33–46.
4. Grigor'ev A.A. Zakonomernosti stroeniya i razvitiya geograficheskoy sredy' // Izbranny'e teoreticheskie raboty'. M.: Gidrometeoizdat, 1966. 382 s.
5. Karnacevich I.V. Raschety' teplovy'x i vodny'x resursov maly'x rechny'x vodosborov na territorii Sibiri // Teploe'nergeticheskie resursy' klimata i klimaticheskix processov. Ch. I. Omsk: OmSXI, 1959. 76 s.

6. *Mezencev V.S.* Metod gidrologo-klimaticheskix raschetov i opy't ego primeneniya dlya rajonirovaniya Zapadno-Sibirskoj ravniny' po priznakam uvlazhneniya i teploobespechennosti // Trudy' Omskogo sel'skoxozyajstvennogo instituta. T. XXVII. 1957. 121 s.

7. *Mezencev V.S.* Gidrologo-klimaticheskie osnovy' proektirovaniya gidromelioracij. Omsk: OmSXI, 1993. 128 s.

8. *Naprasnikov A.T., Dmitrieva V.T.* Geoe'kologiya i biologicheskaya produktivnost' pastbishh // Problemy' regional'noj e'kologii. 2012. № 2. S. 29–34.

9. *Neef E'.* Teoreticheskie osnovy' landshaftovedeniya. M.: Progress, 1974. 219 s.

*V.T. Dmitrieva,  
A.T. Naprasnikov*

### **Dynamics of Water Balance Elements in Baikal Region and Mongolia under the Modern Warming Conditions**

The work accomplishes an analysis of spatial and temporal alteration of water balance structures under the areal warming conditions throughout the period of 1975–2010. The conclusions are based on the data of 80 weather stations of Baikal Region and Mongolia. The educed changes in the structures of water and warmth balances have an impact on natural-business systems alteration.

*Keywords:* water balance; landscape moisturizing and warmth provision dynamics; areal warming; spatial and temporal organization of water balance elements.

**Н.В. Зубков,  
В.М. Зубкова**

### **Известкование почвы, загрязненной тяжелыми металлами, и элементный состав растений**

В статье приведены результаты изучения влияния известкования кислой дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы, загрязненной тяжелыми металлами, на элементный состав и продуктивность растений картофеля, льна-долгунца и цикория в условиях Центрального района нечерноземной зоны Российской Федерации.

*Ключевые слова:* известкование; тяжелые металлы; поглощение; продуктивность.

**А**грономическое значение известкования общеизвестно, однако не в меньшей степени играет роль его природоохранное значение [2: с. 82–84; 3: с. 26–28; 10: с. 5–13; 22: с. 29–32].

Экологическая роль известкования проявляется в активизации деятельности полезных микроорганизмов, особенно азотфиксирующих и нитрифицирующих бактерий, улучшении развития клубеньковых бактерий, что в итоге усиливает азотное питание растений. Повышение  $pH$  почвы способствует переводу трудно-растворимых почвенных соединений фосфора в усвояемые формы.

Существенное снижение поступления тяжелых металлов (ТМ) в растения в результате известкования кислых дерново-подзолистых почв, загрязненных тяжелыми металлами, отмечается многими авторами [2: с. 82–84; 8: с. 28–29; 11: с. 67–75; 15: с. 8–16; 18: с. 63–71; 22: с. 29–32].

Содержащиеся в кислых почвах в подвижном состоянии железо, алюминий, марганец при нейтрализации кислотности превращаются в нерастворимые гидроксиды, хорошо адсорбирующие другие тяжелые металлы из почвенного раствора. При известковании кислых почв кадмий, ртуть, свинец, кобальт, никель и другие переходные металлы образуют практически нерастворимые гидроксиды  $Me(OH)_2$  и карбонаты  $Me/CO_3$ . Ограниченная подвижность и доступность металлов растениям приводит в этих условиях к снижению их содержания в продукции, но одновременно увеличивает степень загрязнения почвы в силу ослабления миграционных потоков [16: с. 24–27; 23: с. 17].

Однако имеется ряд металлов, подвижность которых с ростом  $pH$  почвы возрастает. К ним относятся молибден и хром, которые способны в слабо-кислой и щелочной среде образовывать растворимые соли молибденовой и хромовой кислот. Молибден и хром в этих случаях шестивалентны и входят в состав анионов [6: с. 30; 7: с. 320; 20: с. 70].

Роль реакции среды и почвенного кальция в снижении токсичности тяжелых металлов оценивается неоднозначно.

Так, М.М. Овчаренко (2001) указывает на то, что детоксикационный эффект химических мелиорантов главным образом связан с изменением реакции среды. Действие же иона кальция, как элемента, способного противодействовать поступлению в растения кадмия, цинка и свинца, оказалось в несколько раз слабее и неустойчиво во времени [16: с. 24–27].

Однако еще К.П. Магницкий (1969) отмечал, что, несмотря на небольшую потребность некоторых растений в кальции для нормального роста при хорошо сбалансированном питании, этот элемент необходим в большом количестве для предотвращения вредного влияния избытка магния, меди, железа, марганца, цинка и других ионов [9: с. 135].

Различные культуры неоднозначно реагируют на известкование. По свидетельству ряда исследователей, применение извести под картофель, лен и цикорий, особенно в повышенных дозах, иногда приводило к снижению урожая и качества продукции. Однако кальциефобность этих культур, как показали другие исследования, сильно преувеличена. Она может проявляться только на бедных почвах при несбалансированном внесении минеральных удобрений: низких дозах калия, низком содержании подвижных форм магния и бора [1: с. 129–135; 4: с. 76–80; 14: с. 56–61; 19: с. 40–45].

Действие реакции почвенной среды и извести на качество продукции льна, картофеля и цикория в условиях повышенного содержания тяжелых металлов в почве изучено недостаточно и требует дополнительных исследований.

В данной работе представлены результаты изучения влияния известкования загрязненных ТМ кислых дерново-подзолистых почв на содержание эссенциальных и токсичных элементов в таких растениях как лен, картофель и цикорий.

Исследования проводили в полевых опытах в условиях Ярославской области. Почва опытного участка — дерново-подзолистая, среднесуглинистая, с низким содержанием гумуса, и высоким — подвижного фосфора и обменного калия; от среднекислой до близкой к нейтральной реакции среды (табл. 1).

Таблица 1

## Агрохимическая характеристика почв в полевых опытах

| Гумус,<br>по Тюрину,<br>% | <i>pH</i> сол. | <i>H<sub>2</sub></i> | <i>S</i> | <i>V</i> ,<br>% | <i>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></i> | <i>K<sub>2</sub>O</i> |
|---------------------------|----------------|----------------------|----------|-----------------|-----------------------------------|-----------------------|
|                           |                | мг-экв/100г          |          |                 | по Кирсанову, мг/кг               |                       |
| 2,0                       | 5,0–6,0        | 2,1–3,4              | 12,1     | 78–85           | 210                               | 180                   |

Исходное содержание ТМ в почве составило соответственно мг/кг: *Zn* — 30,9; *Cu* — 11,5; *Mn* — 158; *Cd* — 0,6; *Pb* — 16,4; *Ni* — 16,2.

Исследования, агрохимические анализы почв и растений проводились по соответствующим ГОСТам и ОСТам, разработанным ЦИНАО и принятым в агрохимслужбе [5: с. 248–260; 17: с. 160–172]. Содержание ТМ в растительных образцах определяли атомно-абсорбционным методом.

Технология выращивания сельскохозяйственных культур — общепринятая в зоне.

Как показали результаты наших опытов с цикорием, картофелем и льном, при изменении *pH* сол. почвы с 5,0 до 6,0 подвижность определяемых тяжелых металлов практически не изменялась (табл. 2).

Таблица 2

**Влияние *pH* на содержание валовых и потенциально доступных форм тяжелых металлов в почве, мг/кг\***

| Варианты опыта |     | <i>Zn</i>           | <i>Cd</i>           | <i>Pb</i>          | <i>N<sub>2</sub></i> | <i>Cu</i>         | <i>Mn</i>         |
|----------------|-----|---------------------|---------------------|--------------------|----------------------|-------------------|-------------------|
| Цикорий        |     |                     |                     |                    |                      |                   |                   |
| <i>pH</i> сол. | 5,0 | <u>10,9</u><br>29,9 | <u>0,17</u><br>0,38 | <u>5,3</u><br>11,3 | <u>2,2</u><br>11,8   | <u>5,3</u><br>8,1 | <u>127</u><br>147 |
|                | 6,0 | <u>10,2</u><br>29,4 | <u>0,19</u><br>0,42 | <u>5,3</u><br>11,2 | <u>2,6</u><br>13,8   | <u>4,8</u><br>6,9 | <u>135</u><br>153 |
| Картофель      |     |                     |                     |                    |                      |                   |                   |
| <i>pH</i> сол. | 5,0 | <u>8,1</u><br>11,8  | <u>0,19</u><br>0,31 | <u>4,7</u><br>11,9 | <u>1,5</u><br>11,6   | <u>2,9</u><br>7,4 | <u>138</u><br>145 |
|                | 6,0 | <u>8,4</u><br>12,1  | <u>0,22</u><br>0,38 | <u>4,7</u><br>11,6 | <u>1,8</u><br>12,4   | <u>2,7</u><br>7,4 | <u>141</u><br>151 |
| Лен            |     |                     |                     |                    |                      |                   |                   |
| <i>pH</i> сол. | 5,0 | <u>10,9</u><br>29,9 | <u>0,17</u><br>0,38 | <u>5,3</u><br>11,3 | <u>2,2</u><br>11,8   | <u>5,3</u><br>8,1 | <u>127</u><br>147 |
|                | 6,0 | <u>10,2</u><br>29,4 | <u>0,19</u><br>0,42 | <u>5,3</u><br>11,2 | <u>2,6</u><br>13,8   | <u>4,8</u><br>6,9 | <u>134</u><br>153 |

\* В числителе — потенциально доступные формы, в знаменателе — валовые.

Содержание же ТМ в растительной продукции определялось как биологическими особенностями культуры, так и *pH* почвы (табл. 3).

Наибольшее количество цинка обнаружено в семенах льна, при этом оно практически не изменялось от величины *pH*. В корнеплодах цикория и клубнях картофеля при увеличении *pH* количество цинка соответственно снижалось на 36 и 17 %. Одновременно с этим в ботве цикория при снижении кислотности содержание цинка увеличивалось в 1,1 раза, а в ботве картофеля во столько же снижалось. При *pH* 5,0 и 6,0 содержание цинка в ботве пре-

вышало содержание в корнеплодах цикория соответственно в 1,7 и 2,9 раз; в ботве картофеля концентрация была выше, чем в клубнях, в 2,3 и 2,5 раза, а в соломке меньше, чем в семенах льна, — в 3,2 и 5,5 раз.

Таблица 3

**Влияние  $pH$  почвы на содержание тяжелых металлов  
в растениях, мг/кг в.с.м.**

| $pH$ сол.                 | <i>Zn</i>           | <i>Cd</i>           | <i>Pb</i>         | <i>Ni</i>         | <i>Cu</i>          | <i>Mn</i>           |
|---------------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|--------------------|---------------------|
| Цикорий, ботва/корнеплоды |                     |                     |                   |                   |                    |                     |
| 5,0                       | <u>20,4</u><br>11,8 | <u>0,35</u><br>0,18 | <u>3,7</u><br>3,4 | <u>5,8</u><br>1,1 | <u>3,2</u><br>2,9  | <u>60,1</u><br>15,1 |
| 6,0                       | <u>22,1</u><br>7,6  | <u>0,42</u><br>0,17 | <u>5,0</u><br>1,5 | <u>5,1</u><br>1,1 | <u>3,1</u><br>2,3  | <u>59,5</u><br>14,3 |
| Картофель, ботва/клубни   |                     |                     |                   |                   |                    |                     |
| 5,0                       | <u>31,7</u><br>13,8 | <u>0,18</u><br>0,12 | <u>3,4</u><br>2,2 | <u>0,9</u><br>0,3 | <u>9,4</u><br>6,4  | <u>27,2</u><br>3,2  |
| 6,0                       | <u>28,3</u><br>11,4 | <u>0,21</u><br>0,13 | <u>2,9</u><br>2,0 | <u>0,9</u><br>0,3 | <u>6,0</u><br>3,8  | <u>17,8</u><br>2,1  |
| Лен, соломка/семена       |                     |                     |                   |                   |                    |                     |
| 5,0                       | <u>15,7</u><br>49,6 | <u>0,24</u><br>0,25 | <u>1,4</u><br>2,2 | <u>0,7</u><br>1,3 | <u>2,0</u><br>11,2 | <u>12,5</u><br>12,2 |
| 6,0                       | <u>9,3</u><br>51,6  | <u>0,17</u><br>0,21 | <u>1,4</u><br>1,7 | <u>0,7</u><br>1,5 | <u>1,0</u><br>9,6  | <u>11,2</u><br>12,6 |

При снижении кислотности в ботве цикория и картофеля содержание кадмия возрастало в 1,2 раза, а в корнеплодах и клубнях практически не изменялось.

В соломке и семенах льна повышение  $pH$  сопровождалось снижением содержания кадмия в 1,4 и 1,2 раза.

Следует отметить более избирательное поглощение кадмия отдельными органами растения у картофеля и цикория по сравнению со льном. Так, в ботве цикория и картофеля содержание этого элемента было выше, чем в корнеплодах и клубнях, а у льна в семенах и в соломке оставалось примерно одинаковым.

Уменьшение кислотности почвы сопровождалось снижением содержания свинца в корнеплодах цикория в 2,4 раза, в клубнях картофеля в 1,1 раза, в семенах льна в 1,3 раза. При этом количество свинца в ботве цикория увеличилось, картофеля — снижалось, соломке льна — практически не изменялось.

Изменение кислотности неоднозначно повлияло на содержание никеля в растениях, принадлежащих к различным биологическим группам. Повышение  $pH$  снижало его содержание в ботве цикория в 1,2 раза. При этом содержание никеля в ботве превосходило его содержание в корнеплодах в зависимости от кислотности в 4,6–5,3 раза.

Количество никеля в ботве и клубнях картофеля практически не изменялось, при этом в ботве его было больше, чем в клубнях, в три раза.

Количество меди в ботве цикория было больше, чем в корнеплодах, в 1,1 и 1,3 раза; в ботве картофеля больше, чем в клубнях, в 1,5 и 1,6 раза; в соломке льна меньше по сравнению с семенами в 5,6 и 9,6 раза. С уменьшением кислотности почвы содержание меди во всех органах растений снижалось.

Данные о влиянии известкования на поступление меди в растения наиболее противоречивы. Так, K. Scharrer (1957) и P.V. Viro (1955) считают, что поступление меди в растения мало связано с величиной  $pH$  и известкованием почв [24: с. 80; 25: с. 22]. С другой стороны, в литературе имеются указания, что кислая реакция способствует увеличению доступности меди растениям [12: с. 142].

Питание растений — сложный процесс, и поглощение растением любого элемента зависит не только от концентрации этого элемента в почвенном растворе, но и от содержания других ионов и условий внешней среды. Между двумя ионами, одинаково заряженными, могут возникать взаимосвязи как антагонистического, так и синергического характера. В уравновешенном питательном растворе взаимосвязи не проявляются [9: с. 129–140; 20: с. 69–79; 21: с. 28–33].

Некоторые взаимосвязи специфичны для отдельных видов и сортов растений. Так, при понижении концентрации катионов водорода в почвенном растворе содержание марганца снижается как в ботве, так и в клубнях картофеля. Количество же его в ботве и корнеплодах цикория, семенах и соломке льна практически не изменяется (табл. 3).

Содержание марганца в ботве цикория превосходит его содержание в корнеплодах в 4,0–4,2 раза; в ботве картофеля по сравнению с клубнями — в 8,5 раз, а в семенах и соломке льна оно практически одинаковое.

Из таблицы 4 видно, что корнеплоды цикория наиболее интенсивно поглощают кадмий, цинк и медь, при этом не отмечено в них накопления ни одного из изучаемых элементов. Ботва наиболее энергично накапливает кадмий и цинк, интенсивность накопления ботвой никеля на почвах с разной степенью кислотности несколько различается: на среднекислой почве этот элемент в ряду интенсивности поглощения стоит за цинком, на близкой к нейтральной — на последнем месте. Поглощение свинца корнеплодами выше на кислой почве, а ботвой — на близкой к нейтральной. Интенсивность поглощения  $Ni$  и  $Mn$  корнеплодами и  $Cu$  и  $Mn$  ботвой практически не зависит от степени кислотности почвы.

Для клубней и ботвы картофеля ряд биологического поглощения отличается от такового для цикория.

При кислой реакции как в клубнях, так и в ботве картофеля отмечено накопление цинка. Этот элемент также накапливается в ботве на нейтральной почве.

Отмечена высокая интенсивность биологического поглощения картофелем меди, которая при более кислой реакции накапливается в ботве. Довольно высока интенсивность поглощения кадмия, особенно ботвой.

Остальные изучаемые элементы по интенсивности биологического поглощения клубнями располагаются в ряд:  $Pb > Ni > Mn$ ; ботвой —  $Pb > Mn > Ni$ .

В семенах льна происходит накопление цинка и меди. Высока интенсивность поглощения семенами льна также кадмия; в ряду поглощения ТМ солодкой кадмий стоит на первом месте, интенсивность его поглощения

уменьшается с ростом  $pH$ . Остальные изучаемые элементы как в семенах, так и в соломке располагаются в ряды, аналогичные картофелю: в семенах —  $Pb > Ni > Mn$ ; в соломке —  $Pb > Mn > Ni$ .

Таблица 4

## Ряды интенсивности поглощения элементов растениями

| Органы растения | pH сол. | Отношение содержания элемента в растениях к его содержанию в почве |             |             |             |             |           |
|-----------------|---------|--------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|
| Цикорий         |         |                                                                    |             |             |             |             |           |
| Корнеплоды      | 5,0     | <u>Cd</u> >                                                        | <u>Zn</u> > | <u>Cu</u> > | <u>Pb</u> > | <u>Ni</u> = | <u>Mn</u> |
|                 |         | 0,47                                                               | 0,39        | 0,36        | 0,30        | 0,10        | 0,10      |
| Ботва           | 5,0     | <u>Cd</u> >                                                        | <u>Zn</u> > | <u>Ni</u> > | <u>Mn</u> > | <u>Cu</u> > | <u>Pb</u> |
|                 |         | 0,92                                                               | 0,68        | 0,10        | 0,41        | 0,40        | 0,33      |
| Корнеплоды      | 6,0     | <u>Cd</u> >                                                        | <u>Cu</u> > | <u>Zn</u> > | <u>Pb</u> > | <u>Mn</u> > | <u>Ni</u> |
|                 |         | 0,40                                                               | 0,33        | 0,26        | 0,13        | 0,09        | 0,08      |
| Ботва           | 6,0     | <u>Cd</u> >                                                        | <u>Zn</u> > | <u>Cu</u> > | <u>Pb</u> > | <u>Mn</u> > | <u>Ni</u> |
|                 |         | 1,00                                                               | 0,75        | 0,45        | 0,45        | 0,39        | 0,37      |
| Картофель       |         |                                                                    |             |             |             |             |           |
| Клубни          | 5,0     | <u>Zn</u> >                                                        | <u>Cu</u> > | <u>Cd</u> > | <u>Pb</u> > | <u>Ni</u> > | <u>Mn</u> |
|                 |         | 1,17                                                               | 0,86        | 0,39        | 0,18        | 0,03        | 0,02      |
| Ботва           | 5,0     | <u>Zn</u> >                                                        | <u>Cu</u> > | <u>Cd</u> > | <u>Pb</u> > | <u>Mn</u> > | <u>Ni</u> |
|                 |         | 2,69                                                               | 1,27        | 0,58        | 0,29        | 0,18        | 0,08      |
| Клубни          | 6,0     | <u>Zn</u> >                                                        | <u>Cu</u> > | <u>Cd</u> > | <u>Pb</u> > | <u>Ni</u> > | <u>Mn</u> |
|                 |         | 0,94                                                               | 0,51        | 0,34        | 0,17        | 0,02        | 0,01      |
| Ботва           | 6,0     | <u>Zn</u> >                                                        | <u>Cu</u> > | <u>Cd</u> > | <u>Pb</u> > | <u>Mn</u> > | <u>Ni</u> |
|                 |         | 2,34                                                               | 0,81        | 0,55        | 0,25        | 0,12        | 0,07      |
| Лен             |         |                                                                    |             |             |             |             |           |
| Семена          | 5,0     | <u>Zn</u> >                                                        | <u>Cu</u> > | <u>Cd</u> > | <u>Pb</u> > | <u>Ni</u> > | <u>Mn</u> |
|                 |         | 1,66                                                               | 1,38        | 0,66        | 0,19        | 0,11        | 0,08      |
| Соломка         | 5,0     | <u>Cd</u> >                                                        | <u>Zn</u> > | <u>Cu</u> > | <u>Pb</u> > | <u>Mn</u> > | <u>Ni</u> |
|                 |         | 0,63                                                               | 0,53        | 0,25        | 0,12        | 0,09        | 0,06      |
| Семена          | 6,0     | <u>Zn</u> >                                                        | <u>Cu</u> > | <u>Cd</u> > | <u>Pb</u> > | <u>Ni</u> > | <u>Mn</u> |
|                 |         | 1,76                                                               | 1,39        | 0,50        | 0,15        | 0,11        | 0,08      |
| Соломка         | 6,0     | <u>Cd</u> >                                                        | <u>Zn</u> > | <u>Cu</u> > | <u>Pb</u> > | <u>Mn</u> > | <u>Ni</u> |
|                 |         | 0,40                                                               | 0,32        | 0,14        | 0,12        | 0,07        | 0,05      |

Данные определения биомассы отдельных органов растений и их анализ позволяют подсчитать количество тяжелых металлов, вовлекаемых в биологический круговорот. Расчеты показывают, что на площади в 1 га изучаемые растения вовлекают в круговорот 200–250 мг изучаемых элементов (табл. 5).

Таблица 5

**Количество тяжелых металлов, отчуждаемых  
с урожаями сельскохозяйственных культур, г/га\***

| Культура     | <i>Zn</i> | <i>Cd</i>  | <i>Pb</i>   | <i>Ni</i>   | <i>Cu</i>   | <i>Mn</i>  |
|--------------|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| Цикорий      |           |            |             |             |             |            |
| Ботва        | <u>30</u> | <u>0,5</u> | <u>5,4</u>  | <u>8,5</u>  | <u>4,6</u>  | <u>88</u>  |
|              | 40        | 0,7        | 9,3         | 9,3         | 5,6         | 110        |
| Корнеплоды   | <u>19</u> | <u>0,3</u> | <u>5,6</u>  | <u>1,8</u>  | <u>4,7</u>  | <u>24</u>  |
|              | 16        | 0,3        | 3,0         | 2,2         | 4,8         | 30         |
| Всего        | <u>49</u> | <u>0,8</u> | <u>11,0</u> | <u>10,3</u> | <u>9,3</u>  | <u>112</u> |
|              | 56        | 1,0        | 12,3        | 11,5        | 10,4        | 140        |
| Картофель    |           |            |             |             |             |            |
| Ботва        | <u>43</u> | <u>0,2</u> | <u>4,5</u>  | <u>1,2</u>  | <u>12,8</u> | <u>37</u>  |
|              | 66        | 0,4        | 6,8         | 2,0         | 14,0        | 41         |
| Клубни       | <u>46</u> | <u>0,3</u> | <u>7,3</u>  | <u>1,1</u>  | <u>21,5</u> | <u>10</u>  |
|              | 64        | 0,7        | 11,1        | 1,9         | 21,6        | 11         |
| Всего        | <u>89</u> | <u>0,5</u> | <u>11,9</u> | <u>2,3</u>  | <u>34,3</u> | <u>47</u>  |
|              | 130       | 1,1        | 17,9        | 3,9         | 35,6        | 52         |
| Лен-долгунец |           |            |             |             |             |            |
| Соломка      | <u>36</u> | <u>1,3</u> | <u>7,4</u>  | <u>3,7</u>  | <u>11,0</u> | <u>69</u>  |
|              | 60        | 1,1        | 8,7         | 4,6         | 8,8         | 75         |
| Семена       | <u>44</u> | <u>0,2</u> | <u>2,0</u>  | <u>1,2</u>  | <u>10,1</u> | <u>11</u>  |
|              | 49        | 0,2        | 2,0         | 1,4         | 9,2         | 14         |
| Всего        | <u>80</u> | <u>1,5</u> | <u>9,4</u>  | <u>4,9</u>  | <u>21,1</u> | <u>80</u>  |
|              | 109       | 1,3        | 10,7        | 6,0         | 18,0        | 101        |

\*В числителе при *pH* сол. 5,0, в знаменателе — 6,0.

Несмотря на то, что количество элементов, отчуждаемых с урожаем, определяется в первую очередь величиной урожая основной продукции и ее составом, для ТМ эта величина довольно-таки постоянная, а при близкой к нейтральной реакции среды, когда создаются оптимальные условия для реализации потенциальных возможностей культур, она практически не зависела от принадлежности растений к разным биологическим группам.

На долю органов накопления запасных веществ у цикория и льна приходится 24%, у картофеля — 46–47%, льна — 28–31%.

Примерно одинаковое количество тяжелых металлов, выносимых клубнями и ботвой, объясняется не повышенным их содержанием в клубнях, а широким соотношением между массой клубней и ботвы.

Большой вынос ТМ при *pH* сол. 6,0 цикорием и картофелем объясняются большим урожаем этих культур по сравнению с урожаем на кислой почве.

Обращают на себя внимание очень низкие, измеряемые сотыми долями процента коэффициенты использования ТМ из почвы растениями (табл. 6).

Они в первую очередь зависели от биологических особенностей изучаемых культур. Так, использование *Zn* из почвы гораздо выше льном и картофелем по сравнению с цикорием, наибольшие коэффициенты использования кадмия характерны для льна, никеля — для цикория, меди — для картофеля. Использование свинца и марганца примерно одинаково для всех изучаемых культур.

Таблица 6

**Коэффициенты использования ТМ растениями  
в зависимости от *pH* сол. почвы, %**

| Культура  | <i>pH</i> сол. | <i>Zn</i> | <i>Cd</i> | <i>Pb</i> | <i>Ni</i> | <i>Cu</i> | <i>Mn</i> |
|-----------|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Цикорий   | 5,0            | 0,15      | 0,16      | 0,07      | 0,16      | 0,06      | 0,03      |
|           | 6,0            | 0,19      | 0,20      | 0,08      | 0,15      | 0,07      | 0,03      |
| Картофель | 5,0            | 0,33      | 0,11      | 0,09      | 0,05      | 0,39      | 0,01      |
|           | 6,0            | 0,52      | 0,18      | 0,13      | 0,07      | 0,44      | 0,01      |
| Лен       | 5,0            | 0,40      | 0,31      | 0,10      | 0,08      | 0,13      | 0,02      |
|           | 0,0            | 0,36      | 0,23      | 0,07      | 0,08      | 0,13      | 0,03      |

Как уже отмечалось, существенное влияние реакция почвы может оказать на продуктивность культур при изменении концентрации элемента-загрязнителя. Наши исследования по изучению влияния количества кадмия в почве на продуктивность льна-долгунца показали, что при *pH* сол. 5,5 даже при дозе кадмия 20 мг/кг почвы не отмечалось достоверного снижения урожайности соломки (табл. 7). На более кислой почве отрицательное действие кадмия проявилось при дозе его 10 мг/кг почвы. В целом урожайность соломки при *pH* сол. 4,5 в 1,2–1,3 раза была ниже, чем при *pH* сол. 5,5.

Урожайность семян снижалась с дозы кадмия 10 мг/кг почвы на обоих фонах кислотности; при этом на более кислой почве она была в 1,6–1,8 раза ниже. При дозе 5 мг/кг кадмий оказал положительное влияние на урожайность как соломки, так и семян.

Таблица 7

**Влияние уровня загрязнения кадмием  
на урожайность льна-долгунца в зависимости от кислотности почвы**

| Варианты опыта         | Урожайность, т/га  |                    |                    |                    |
|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                        | Соломка            |                    | Семена             |                    |
|                        | <i>pH</i> сол. 4,5 | <i>pH</i> сол. 5,5 | <i>pH</i> сол. 4,5 | <i>pH</i> сол. 5,5 |
| N40P80K80              | 4,73               | 5,57               | 0,27               | 0,43               |
| N40P80K80+Cd 5 мг/кг   | 4,91               | 6,13               | 0,28               | 0,49               |
| N40P80K80+ Cd 10 мг/кг | 4,33               | 5,61               | 0,23               | 0,41               |
| N40P80K80+ Cd 20 мг/кг | 4,12               | 5,49               | 0,21               | 0,34               |
| НСР 05                 | А                  | 0,16               | 0,05               |                    |
|                        | В                  | 0,23               | 0,08               |                    |

Таким образом, эффективность известкования как одного из наиболее действенных приемов снижения транслокации ТМ в растения и уменьшения их фитотоксичности зависит от множества факторов, связанных прежде всего с биологическими особенностями культур. При этом необходимо отметить, что количество ТМ, отчуждаемых с урожаями сельскохозяйственных культур с единицы площади при оптимальных условиях их произрастания, мало зависит от принадлежности растений к разным биологическим группам. На долю органов накопления ассимилятов приходится 24–47 % от общего выноса ТМ урожаем.

Решая вопрос о снижении поступления тяжелых металлов в пищевую цепь при известковании, необходимо учитывать, в каком количестве они содержатся в почве, какие это металлы, какие культуры возделываются и каков их возраст. Но и в этом случае регулирование только величины  $pH$  сол. почвы не гарантирует получения экологически чистой продукции на почвах, находящихся в зоне техногенной нагрузки даже при существенном снижении содержания доступных форм ТМ в почве и их количеств в растениях.

Кроме того, загрязненные почвы, как правило, прилегают к промышленным районам и характеризуются высокими значениями  $pH$ , поэтому такой агротехнический прием, как известкование почвы, может оказаться малоэффективным.

Основная цель известкования, на наш взгляд, классически определенная — создание оптимальной для произрастания сельскохозяйственных растений реакции среды. Поэтому нельзя не согласиться с мнением А.Н. Небольсина и др. (2000), что оптимальный уровень реакции почвы — это интегрирующий показатель, обобщающий влияние биологических и сортовых особенностей культур и других факторов, из которых наиболее значимы содержание подвижных форм фитотоксичных катионов, содержание гумуса, фосфора и калия, гранулометрический состав почв [13: с. 78]. В некоторых случаях, например, при рекультивации загрязненных тяжелыми металлами почв значимые факторы могут изменяться. Поэтому известкование должно быть максимально адаптировано к конкретным почвенным условиям.

### *Литература*

1. Авдонин Н.С. Известкование кислых почв // Вопросы рационального использования почв Нечерноземной зоны РСФСР. М.: Агропромиздат, 1978. С. 129–135.
2. Алексеев Ю.В., Вялушкина Н.И. Влияние кальция и магния на поступление кадмия и никеля из почвы в растения вики и ячменя // Агрохимия. 2002. № 1. С. 82–84.
3. Алиев Ш.А. Агромелиоранты как средство экологизации земледелия // Агрохимический вестник. 2001. № 6. С. 26–28.
4. Асаров Х.К., Фомина Л.Г. Отношение люпина, картофеля и льна к известкованию кислых почв // Вопросы известкования кислых почв. Вып. 3. Пермь, 1976. С. 76–82.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
6. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе «почва – растение». Новосибирск: Наука, 1991. 151 с.

7. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: МИР. 1989. 439 с.
8. Кузьмич М.А., Графская Г.А., Хостанцева Н.В. Влияние известкования на поступление тяжелых металлов в растения // *Агрохимический вестник*. 2000. № 5. С. 28–29.
9. Магницкий К.П. Кальциевое питание растений // *Агрохимия*. 1969. № 12. С. 129–140.
10. Минеев В.Г. Экологические функции агрохимии в современном земледелии // *Агрохимия*. 2000. № 5. С. 5–13.
11. Минкина Т.М., Мотузова Г.В., Назаренко О.Г. и др. Влияние различных мелиорантов на подвижность цинка и свинца в загрязненном черноземе // *Агрохимия*. 2007. № 10. С. 67–75.
12. Небольсин А.Н., Небольсина З.П. О регулировании содержания микроэлементов в кормовых растениях // *Агрохимия*. 1969. № 11. С. 141–147.
13. Небольсин А.Н., Небольсина З.П., Яковлева Л.В. и др. Экологоэкономические основы и рекомендации по известкованию, адаптированные к конкретным почвенным условиям. СПб.: ЦИНАО, 2000. 79 с.
14. Новожилова М.В. Влияние известкования на плодородие дерново-подзолистых почв и урожай льна-долгунца // *Труды ВНИИ льна*. 1978. Вып. 15. С. 56–61.
15. Овчаренко М.М. Тяжелые металлы в системе почва – растение – удобрение // *Химия в сельском хозяйстве*. 1995. № 4. С. 8–16.
16. Овчаренко М.М. Реакция почвенной среды и кальция на содержание тяжелых металлов в растениях // *Агрохимический вестник*. 2001. № 3. С. 24–27.
17. Перегудов В.Н. Планирование многофакторных опытов с удобрениями и математическая обработка их результатов. М.: Колос, 1978. 182 с.
18. Потатueva Ю.А., Игнатов В.Г. Влияние длительного последствия известкования на агрохимические свойства почвы, продуктивность сельскохозяйственных культур и содержание микроэлементов, тяжелых металлов, токсичных элементов в почве и растениях // *Агрохимия*. 2011. № 3. С. 63–71.
19. Стрельников В.Н., Ерохина Е.Н. Действие форм известковых удобрений на урожай и качество картофеля на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой кислой почве // *Агрохимия*. 1993. № 10. С. 40–45.
20. Суслина Л.Г., Анисимова Л.Н., Круглов С.В. и др. Накопление Cu, Zn, Cd и Pb ячменем из дерново-подзолистой и торфяной почвы при внесении калия и различном pH // *Агрохимия*. 2006. № 6. С. 69–79.
21. Тихомирова В.Я., Сорокина О.Ю. Взаимодействие магния, кальция и калия при поступлении в молодые растения льна-долгунца // *Агрохимия*. 2007. № 3. С. 28–33.
22. Шильников И.А., Аканова Н.И. Проблема снижения подвижности тяжелых металлов при известковании // *Химия в сельском хозяйстве*. 1995. № 4. С. 29–32.
23. Ягодин Б.А., Кидин В.В., Цвирко Э.А. и др. Пути снижения накопления тяжелых металлов в сельскохозяйственной продукции (Рекомендации). М.: МСХА, 1993. 19 с.
24. Scharrer K. Importance and effect of micro-nutrients in plant life // *Thesen d. III Weltkongress für Dыngungsfrogen, Heidelberg*, 1957. S. 81.
25. Viro P.V. Use of ethylendiaminetetracetic acid an soil analysis // *Determination of soil fertility* // *Soil Sci.*, 1955. № 1. P. 23.

*Literatura*

1. *Avdonin N.S.* Izvestkovanie kisl'y'x pochv // *Voprosy' racional'nogo ispol'zovaniya pochv Nechernozemnoj zony RSFSR*. M.: Agropromizdat, 1978. S. 129–135.
2. *Alekseev Yu.V., Vyalushkina N.I.* Vliyanie kal'ciya i magniya na postuplenie kadmiya i nikelya iz pochvy' v rasteniya viki i yachmenya // *Agroximiya*. 2002. № 1. S. 82–84.
3. *Aliiev Sh.A.* Agromelioranty' kak sredstvo e'kologizacii zemledeliya // *Agroximicheskij vestnik*. 2001. № 6. S. 26–28.
4. *Asarov X.K., Fomina L.G.* Otnoshenie lyupina, kartofelya i l'na k izvestkovaniyu kisl'y'x pochv // *Voprosy' izvestkovaniya kisl'y'x pochv*. Vy'p. 3. Perm', 1976. S. 76–82.
5. *Dospexov B.A.* Metodika polevogo opy'ta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij). M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
6. *Il'in V.B.* Tyazhely'e metally' v sisteme «pochva – rastenie». Novosibirsk: Nauka, 1991. 151 s.
7. *Kabata-Pendias A., Pendias X.* Mikroelementy' v pochvax i rasteniyax. M.: MIR, 1989. 439 s.
8. *Kuz'mich M.A., Grafskaya G.A., Xostanceva N.V.* Vliyanie izvestkovaniya na postuplenie tyazhely'x metallov v rasteniya // *Agroximicheskij vestnik*. 2000. № 5. S. 28–29.
9. *Magniczkiy K.P.* Kal'cievoe pitanie rastenij // *Agroximiya*. 1969. № 12. S. 129–140.
10. *Mineev V.G.* E'kologicheskie funkcii agroximii v sovremennom zemledelii // *Agroximiya*. 2000. № 5. S. 5–13.
11. *Minkina T.M., Motuzova G.V., Nazarenko O.G.* i dr. Vliyanie razlichny'x meliorantov na podvizhnost' cinka i svincza v zagryaznennom chernozeme // *Agroximiya*. 2007. № 10. S. 67–75.
12. *Nebol'sin A.N., Nebol'sina Z.P.* O regulirovanii sodержaniya mikroelementov v kormovy'x rasteniyax // *Agroximiya*. 1969. № 11. S. 141–147.
13. *Nebol'sin A.N., Nebol'sina Z.P., Yakovleva L.V.* i dr. E'kologoe'konomicheskie osnovy' i rekomendacii po izvestkovaniyu, adaptirovanny'e k konkretny'm pochvenny'm usloviyam. SPb.: CINA O, 2000. 79 s.
14. *Novozhilova M.V.* Vliyanie izvestkovaniya na plodorodie dernovo-podzolisty'x pochv i urozhaj l'na-dolguncza // *Trudy' VNII l'na*. 1978. Vy'p. 15. S. 56–61.
15. *Ovcharenko M.M.* Tyazhely'e metally' v sisteme pochva – rastenie – udobrenie // *Ximiya v sel'skom xozyajstve*. 1995. № 4. S. 8–16.
16. *Ovcharenko M.M.* Reakciya pochvennoj sredy' i kal'ciya na sodержanie tyazhely'x metallov v rasteniyax // *Agroximicheskij vestnik*. 2001. № 3. S. 24–27.
17. *Peregudov V.N.* Planirovanie mnogofaktorny'x opy'tov s udobreniyami i matematicheskaya obrabotka ix rezul'tatov. M.: Kolos, 1978. 182 s.
18. *Potatueva Yu.A., Ignatov V.G.* Vliyanie dlitel'nogo posledejstviya izvestkovaniya na agroximicheskie svojstva pochvy', produktivnost' sel'skoxozyajstvenny'x kul'tur i sodержanie mikroelementov, tyazhely'x metallov, toksichny'x elementov v pochve i rasteniyax // *Agroximiya*. 2011. № 3. S. 63–71.
19. *Strel'nikov V.N., Erošina E.N.* Dejstvie form izvestkovy'x udobrenij na urozhaj i kachestvo kartofelya na dernovo-podzolistoj tyazhelosuglinistoj kisloj pochve // *Agroximiya*. 1993. № 10. S. 40–45.
20. *Suslina L.G., Anisimova L.N., Kruglov S.V.* i dr. Nakoplenie Cu, Zn, Cd i Pb yachmenem iz dernovo-podzolistoj i torfyanoj pochvy' pri vnesenii kaliya i razlichnom RN // *Agroximiya*. 2006. № 6. S. 69–79.

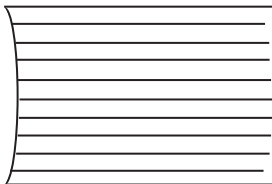
21. *Tixomirova V.Ya., Sorokina O.Yu.* Vzaimodejstvie magniya, kal'ciya i kaliya pri postuplenii v molody'e rasteniya l'na-dolguncza // *Agroximiya*. 2007. № 3. S. 28–33.
22. *Shil'nikov I.A., Akanova N.I.* Problema snizheniya podvizhnosti tyazhely'x metallov pri izvestkovanii // *Ximiya v sel'skom khozyajstve*. 1995. № 4. S. 29–32.
23. *Yagodin B.A., Kidin V.V., Czvirko E'.A.* i dr. Puti snizheniya nakopleniya tyazhely'x metallov v sel'skoxozyajstvennoj produkcii (Rekomendacii). M.: MSXA, 1993. 19 s.
24. *Scharrer K.* Importance and effect of micro-nutrients in plant life // *Thesen d. III Weltkongress für Düngungsfrogen, Heidelberg*, 1957. S. 81.
25. *Viro P.V.* Use of ethylendiaminetetraccetic acid an soil analysis // *II Determination of soil fertility* // *Soil Sci.*, 1955. № 1. P. 23.

**N.V. Zubkov,**  
**V.M. Zubkova**

### **Soil Liming Contaminated with Heavy Metals and Elemental Composition of Plants**

The research contains the investigation results of influence exerted by limed acid sod-podzol medium loamy soil contaminated with heavy metals on the elemental composition and productivity of potatoes, flax, and chicory in the non-chernozemic zone of the Central District of the Russian Federation.

*Keywords:* liming; heavy metals; absorption; productivity.



## ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ В СИСТЕМЕ МЕЖНАУЧНЫХ СВЯЗЕЙ

**М.С. Тимакова,  
О.В. Шульгина**

### **Историко-географические особенности и современные проблемы развития Подмосковного угольного бассейна (на примере территории Тульской области)**

В работе рассмотрены историко-географические закономерности формирования угольной промышленности Тульской области на различных этапах освоения Подмосковного угольного бассейна. Выявлена историческая обусловленность современных проблем социально-экономического развития. Показана роль историко-географического метода в исследовании экономической и социальной географии региона.

*Ключевые слова:* география угольной промышленности; Подмосковный угольный бассейн; старопромышленный угледобывающий регион; особенности социально-экономического развития; наследие угольного края.

**У**гольная промышленность России имеет богатую историю. На протяжении многих веков уголь занимал ведущее положение среди топливных ресурсов страны. Он был основным источником производства тепловой и электрической энергии, а также являлся незаменимым технологическим сырьем для металлургической, химической и других отраслей промышленности. Угольная отрасль играла важную роль для экономики государства. Интенсивное наращивание объемов добычи угля во всех странах, имеющих угольные месторождения, являлось одним из главных показателей их индустриального развития и экономического благополучия. В сфере добычи, переработки и использования угля были заняты миллионы людей, труд которых был одним из самых тяжелых, престижных и высокооплачиваемых.

Сегодня ситуация складывается совершенно иным образом. Уголь утратил былое значение в топливно-энергетическом балансе России. Связано это с современной тенденцией замены угля более экономичными и эффективными видами топлива — нефтью и газом, с невысоким качеством угля большей части российских месторождений, неблагоприятными условиями залегания

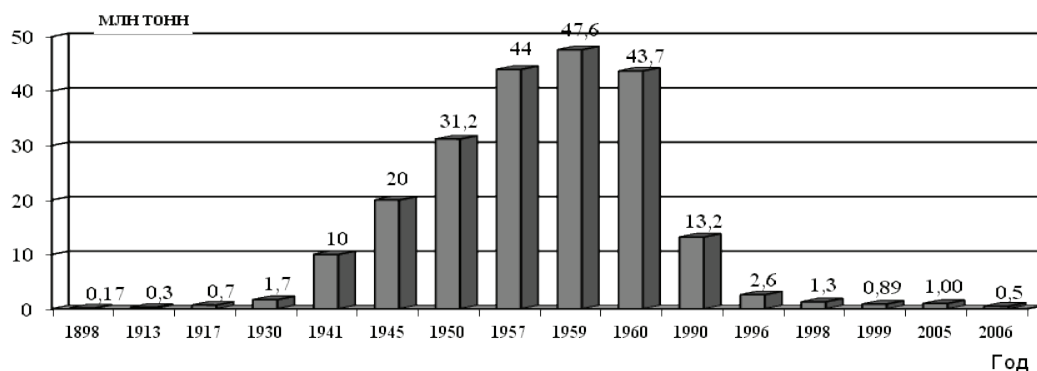
угольных пластов, зачастую недостаточной их мощностью. Это, в первую очередь, относится к Подмосковному угольному бассейну, игравшему в 1930–1950-е годы ключевую роль в снабжении энергетическими ресурсами Центрального экономического района страны.

Подмосковный бассейн является одним из старейших угольных бассейнов страны как по геологическому возрасту, так и по началу разработки месторождений. Он был открыт в XVIII веке в период правления Петра I. Располагается ныне на территории семи областей Центральной России (Рязанской, Московской, Калужской, Смоленской, Тверской, Новгородской и Тульской) — рисунок 1. Тульская область, занимая обширную территорию южного крыла Подмосковного бурогоугольного бассейна, изначально выделялась наилучшими месторождениями подмосковного угля. На ее территории сконцентрировано около 40 % промышленных запасов Подмосковного угольного бассейна. Здесь одними из первых были освоены угольные месторождения. Сначала уголь добывали кустарным способом там, где его пласты выходили на поверхность. По мере возрастания потребности в нем стали сооружаться шахты для подземной разработки и глубокие карьеры (разрезы) для механизированной его добычи.



Рис. 1

В Тульской области в послевоенные годы добывалось 90 % угля Подмосковного бассейна. Поэтому динамика добычи угля, представленная на рисунке 2, в значительной степени отражает процессы развития угольной промышленности на данной территории. Это также свидетельствует о роли Подмосковного угольного бассейна в социально-экономическом развитии Тульской области и об изменении этой роли в ходе XX – начала XXI века.



**Рис. 2.** Динамика добычи угля в Подмосковном угольном бассейне [3]

Масштабная добыча бурого угля в Тульской области началась в 1920-х годах в рамках реализации идеи использования местных топливных ресурсов и необходимости во время Гражданской войны 1918–1920 гг. обеспечивать топливом Центральный регион России. Увеличение добычи угля в Подмосковном бассейне в годы первых пятилеток обеспечил заметный рост доли подмосковского угля в угледобыче всей страны (табл. 1) [2, 3]).

**Таблица 1**

**Доля Подмосковного бассейна в добыче угля СССР (%)**

| Год | 1913 | 1925 | 1927 | 1928 | 1930 | 1931 | 1932 | 1937 | 1940 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| %   | 1,0  | 3,5  | 4,0  | 2,6  | 3,5  | 4,1  | 4,1  | 5,9  | 6,1  |

Развитие угледобычи стимулировало бурное промышленное развитие Тульской области, которая уже в 1930-е годы в экономике всей страны занимала видное место. Это способствовало росту численности населения и преобразованию системы расселения в Тульской области: росли города, создавались рабочие поселки. Трудовые ресурсы шахт формировались не только из местного населения. По комсомольскому призыву на работу в Подмосковный угольный бассейн приезжала молодежь из других регионов страны. На территории области появилось несколько шахтерских поселков, связанных с добычей угля: поселки городского типа Огаревка в Щекинском районе (1933 г.), Шварцевский в Киреевском районе (1934 г.), Дубовка в Узловском районе (1940 г.) [5]. Преимущественно сельская поселенческая структура преобразовывалась в более урбанизированную среду.

В годы Великой Отечественной войны на территории Тульской области, являвшейся к тому времени главным районом добычи угля в пределах Подмосковного бассейна, развернулись активные боевые действия. Многие шахты были взорваны и завалены. Однако вследствие оккупации Донбасса нужда в подмосковном угле была исключительно велика, и сразу после освобождения территории области здесь вновь развернулись работы по его добыче.

Для обеспечения Подмосковского бассейна трудовыми ресурсами специальным правительственным постановлением были возвращены с востока инженерно-технический персонал, оборудование и материалы, необходимые для восстановления шахт. Шахты работали круглосуточно, причем наравне с мужчинами в них трудились женщины, использовался труд заключенных, военнопленных немцев, трудмобилизованных и принудительно переселенных немцев Поволжья, крымских татар, корейцев, финнов и представителей других этносов. В результате к концу войны Мосбасс стал основным поставщиком топлива для центральных районов России и занимал 3-е место в стране по объему добычи угля после Донбасса и Кузбасса. К 1945 году добыча угля здесь достигла 20 млн тонн в год — в два раза больше, чем в 1940-м году. Ко всему этому изменились численность и национальный состав региона, что заметно даже по результатам последних переписей населения.

С послевоенного времени до конца 50-х годов объем добычи угля в Подмосковном бассейне шел по нарастающей, достигнув максимума в 1957 году (44 млн т). Именно к середине 1950-х годов подавляющая часть угля этого бассейна (90 %) добывалась на территории современной Тульской области. Здесь действовало более 80-ти из 112 шахт Мосбасса. В топливном балансе области в конце 50-х годов доля угля составляла 80 %.

С этим периодом освоения бассейна связано развитие известных шахтерских поселков. Среди них Первомайский в Щекинском районе (1946 г.), Агеево в Суворовском районе (1948 г.), Новольвовск в Кимовском районе (1954 г.), Грицовский в Веневском районе (1954 г.), Бородинский в Киреевском районе (1956 г.). Следует отметить, что индустриализация Тульской области развивалась высокими темпами: помимо угольной, развивались другие отрасли промышленности, науки, образования, что, безусловно, отразилось на занятости и структуре населения.

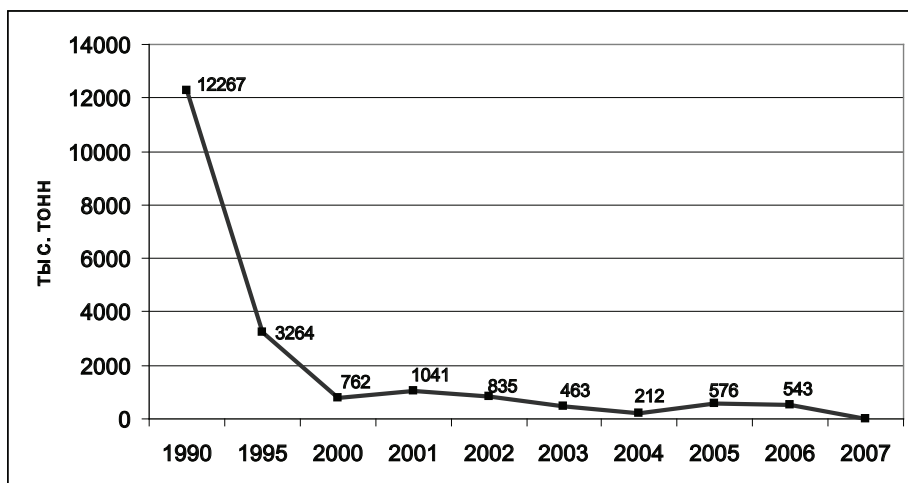
В дальнейшем добыча угля пошла на убыль, а роль Подмосковского бассейна в хозяйстве Центрального экономического района начала снижаться. В силу низкого качества бурого угля затраты на его использование в Центральной России оказались выше, чем на потребление привозного.

С целью снижения себестоимости угля изменяется процесс его добычи — вместо закрытого шахтного внедряется открытый способ. Первый в области разрез — «Кимовский» (на востоке области) — начал работать в 1958 г. Позднее вступили в строй разрезы «Богородицкий» (возле г. Богородицка), «Грызловский» (в Веневском районе на северо-востоке области), «Ушаковский» (в Узловском районе на востоке). Но использование этого способа угледобычи подходило далеко не для всех месторождений. Открытым способом можно добывать уголь только при условии, что пласт залегает на относительно небольшой глубине. Большая же часть месторождений бассейна не удовлетворяют этому условию, и поэтому основной способ добычи угля здесь был все-таки подземный.

В 1960-е годы уголь всё интенсивнее стал уступать свои позиции мазуту и газу. Эта тенденция, а также низкое качество угля Мосбасса и высокая стои-

мость его добычи привели к снижению спроса на него. Подмосковский бассейн стал иметь очень локальное значение, основными потребителями его угля теперь были лишь некоторые местные ТЭЦ. Стали закрываться шахты, процесс выведения их из строя в основном осуществлялся в 1970–1980-е годы. Сыграли свою негативную роль не только технологические факторы: выработанность старых шахт, переориентация на другие виды топлива. Сложные экономические условия тех лет — с одной стороны, низкие цены на уголь, с другой, отсутствие достаточного финансирования — поставили вновь открываемые шахты на грань выживания.

Следствием этого стало снижение численности работающих в угольной промышленности Тульской области. Среднесписочная численность работников угольной отрасли на 1 декабря 1999 г. составила 8,3 тыс. человек (что впятеро меньше, чем в 1990 г.). За последующие 6 лет угольная отрасль ежегодно теряла от 2 до 8 тыс. человек [1]. Динамика добычи угля в Тульской области с 1990 г. отражена на рисунке 3.



*Рис. 3.* Динамика добычи угля в Тульской области с 1990 г.  
(по данным Госкомстата РФ [6])

Стартовавший в 1993 году процесс реструктуризации угольной промышленности предполагал создание комплекса взаимосвязанных мероприятий, которые за относительно короткий промежуток времени (до 2002–2003 года) должны были обеспечить переход от убыточного состояния отрасли к состоянию конкурентного угольного рынка. Субъекты угольного рынка, являясь в основном частными угольными компаниями, были бы способны обеспечить свое самофинансирование в длительной перспективе. При этом должно было быть обеспечено социальное, экономическое и экологическое оздоровление угледобывающих регионов. Указанный переход предполагалось провести с минимальными издержками для работников отрасли и жителей шахтерских городов и поселков.

Мероприятия по ликвидации особо убыточных и неперспективных угольных шахт и разрезов предусматривали два главных направления.

Технические работы — ликвидация выработок и демонтаж оборудования; разборка зданий, сооружений и демонтаж оборудования на поверхности; ликвидация воздействий вредного влияния от ведения горных работ; обеспечение жизнедеятельности предприятий в период ликвидации; снос ветхого жилищного фонда, ставшего в результате ведения горных работ на ликвидируемых шахтах непригодным для проживания по критериям безопасности; реконструкция и замена пострадавших в связи с ликвидацией шахт и разрезов объектов социальной инфраструктуры, предоставлявших основные коммунальные услуги жителям шахтерских городов и поселков.

Социальные работы — содействие гражданам в приобретении современного жилья взамен сносимого ветхого, ставшего в результате ведения горных работ на ликвидируемых шахтах непригодным для проживания по критериям безопасности; выплата разного рода пособий работникам, высвобождаемым в связи с реструктуризацией угольной промышленности; обеспечение бесплатным (пайковым) углем работников шахтерских предприятий и членов их семей; погашение задолженностей по заработной плате (включая компенсацию за неиспользованный отпуск).

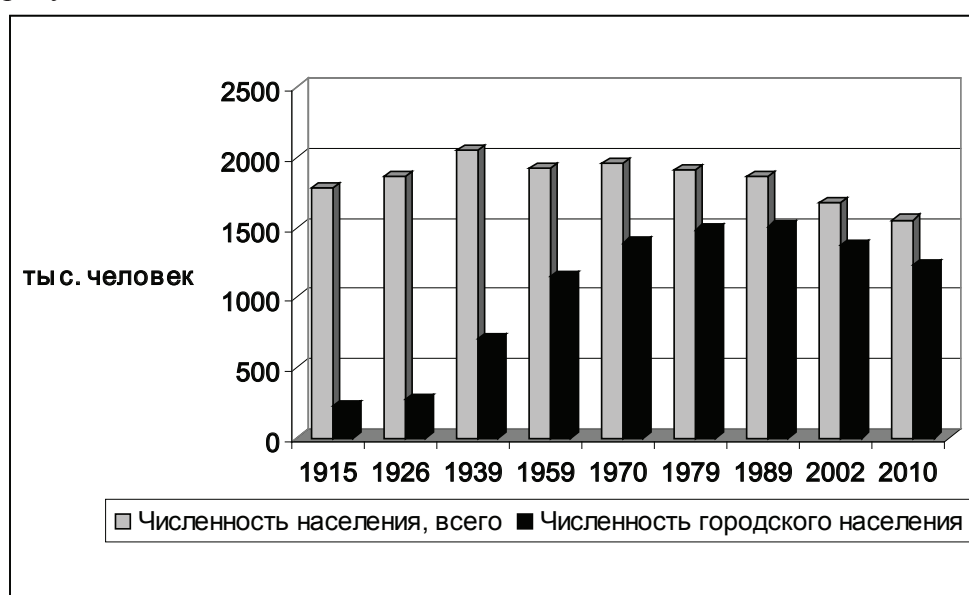
К сожалению, в рамках проведения программы реструктуризации угольной отрасли в Тульской области далеко не все запланированные мероприятия были осуществлены.

Так, большинство шахтерских предприятий были закрыты или законсервированы как особо убыточные. Закрытие шахт на территории области оставило без средств к существованию более 100 поселков и 10 городов, ведь для многих районов шахты были предприятиями градообразующими. Сложной проблемой остается переквалификация бывших шахтеров, большинство из которых люди предпенсионного и пенсионного возраста.

Итак, славная история Мосбасса на сегодня фактически закончена. Из 25 угледобывающих регионов России Тульская область, по данным Госкомстата РФ, в 2011 г. занимала 21-е место. Однако социально-экономические последствия активного развития угольного края и последующего падения угледобычи ощущаются в современной жизни, находя отражения и в визуальной среде, и в структуре населения, в миграции трудовых ресурсов, в преобразованиях экономики Тульской области. Без знания предшествующей экономической истории области многое из того, что происходит сейчас в ее социально-экономическом развитии, было бы трудно понять, и невозможно было бы объяснить динамику многих показателей. Конечно, развитие региона необходимо анализировать в контексте общероссийских социально-экономических и политических процессов: послереволюционные административно-территориальные преобразования, война, индустриализация, принудительная миграция, послевоенное восстановление хозяйства, мирное развитие в условиях переориентации топливно-энергетического комплекса на нефтегазовые ресурсы, масштабная перестройка российской экономики в 1990-е годы с последующим переходом к постиндустриальному развитию.

Современный образ Тульской области складывался постепенно. Главными его особенностями являются: высокий уровень урбанизации, развитый промышленный комплекс, своеобразный национальный состав населения, структура и облик населенных пунктов (особенно в местах развитой ранее угледобычи), наконец, визуальная среда, как следствие бывлой шахтерской деятельности — разбросанные по территории терриконы заброшенных шахт, создающие неповторимый холмистый пейзаж; монументы советского периода, прославляющие тяжелый шахтерский труд. Все это памятники угольного наследия, вошедшие в современную жизнь.

Траектория изменения численности населения Тульской области показана на рисунке 4.



**Рис. 4.** Изменения общей численности и численности городского населения Тульской области (по данным Всероссийских переписей населения)

По этому рисунку отчетливо видно, что численность городского населения Тульской области увеличивалась до начала 1990-х годов, тогда как общая численность населения росла до 1939 года и начала снижаться уже с конца 1960-х. Более наглядно своеобразие динамики численности городского населения видно на графике, демонстрирующем сопоставление изменения этой доли в Тульской области и в России в целом с начала XX до начала XXI века (рис. 5).

Начиная с конца 1930-х годов уровень урбанизации в Тульской области превышает общероссийский показатель, что легко объясняется вышеописанными социально-экономическими процессами.

В рамках представленной темы одним из авторов данной работы М.С. Тимаковой в 2011 году был проведен выборочный социологический опрос населения Тульской области с целью выявления положительных и отрицательных



**Рис. 5.** Изменения доли городского населения в общей численности жителей в Тульской области и в России в целом (по данным Всероссийских переписей населения)

последствий закрытия предприятий угольной промышленности. В частности, выявлялось влияние реструктуризации угольной промышленности на уровень жизни и благосостояние населения региона. Опрос проводился посредством анкетирования людей, чья профессия была так или иначе связана с угольной отраслью.

Всего было опрошено 205 человек: 69 % — мужчины, 31 % — женщины, что вполне объяснимо спецификой и тяжестью шахтерского труда. Большая часть опрошенных — люди предпенсионного возраста (45–65 лет) — 77 %, приблизительно равное число респондентов возрастных групп от 30 до 45 лет и пенсионного возраста.

Предприятия, на которых работала большая часть респондентов, расположены в Венёвском районе — шахты Прогресс, Бельковская, Бельцевская, Подмосковная. Кроме того, опрошены бывшие работники шахт Комсомольская, Бруснянская, Дубовская, расположенных в Узловском районе.

В профессиональном составе трудящихся на предприятиях угольной промышленности лидируют следующие должности: проходчик (40 опрошенных), машинист (39 опрошенных), горнорабочий очистного забоя (31 опрошенный), электрослесарь (25 опрошенных). После закрытия шахт стали пенсионерами 86 опрошенных, работниками охранных предприятий — 24, проходчиками (работниками Метростроя в Москве — 15, остальные — технический персонал, строители, водители, предприниматели. Не пришлось проходить переквалификацию или переквалифицироваться в меньшей степени работникам следующих профессий: электромонтер, инженер, бухгалтер, медицинский работник.

Одной из задач данного социологического исследования было выявление сегодняшнего места работы бывших сотрудников предприятий угольной промышленности. Результаты показали следующее: большая часть опрошенных — это люди пенсионного возраста, ныне не работающие, места работы среди другой части респондентов разделились практически пополам — это люди, работающие в Венёве, т. е. те, кто смог трудоустроиться после закрытия шахт в своем же регионе, и те, кто работает в Москве. Безработные и работающие в других городах (Тула, Киреевск, Рязань) — 11–15 чел.

Интересным аспектом в исследовании явилась оценка респондентами своего личного благосостояния — на период закрытия шахт и на сегодняшний день. Большая часть опрошенных называет свое благосостояние крайне неудовлетворительным, несмотря на то, что количество таковых на сегодня значительно уменьшилось, так же как и количество тех, кто считает свое состояние неудовлетворительным. Число респондентов, называющих свое положение удовлетворительным, на сегодняшний день несколько увеличилось по сравнению с периодом до закрытия шахт, так же обстоят дела и с критерием «хорошее благосостояние».

Шахтерское прошлое Тульской области находит в современной жизни отражение в географии материального и ментального наследия. Например, оно щедро воплощено в топонимике региона. Многие поселки носят исторические названия, напоминающие о славном шахтерском прошлом когда-то известного угольного края. В Киреевском районе — п. Стахановский, п. Горняк, п. Шатхы-8; в Богородицком — п. Шахты № 65, п. Шахты № 63, п. Шахты № 71, п. Горноспасательный, п. Горняк; в Щекинском п. Шахты № 22, п. Шахты № 25, п. Шахты № 24 муниципального образования Ломинцевское; в Узловском районе — п. Шахты «Партизан», п. Шахтерский, ПГТ Горняцкий. Население этих поселков не превышает 500 человек и колеблется в среднем от 200 до 400. Кроме того, улицы во многих городах так и остались улицами Горняков, Шахтерскими и Горняцкими (города Узловая и Киреевск).

Ландшафты области украшают терриконы и отвалы отработанных пород, несомненно, оказывая негативное влияние на окружающую среду. Люди, живущие в непосредственной близости от них, вынуждены мириться с этими не самыми безвредными «соседями». Так, например, в Киреевском районе земельные участки и огороды жителей поселка Шахтерский расположены прямо у подножья одного из терриконов. Несмотря на это, многие жители и гости Тульской области с некоторым восхищением созерцают эти рукотворные горы.

Огромное количество «объектов-напоминаний» о шахтерском прошлом имеется практически во всех городах и поселках, так или иначе связанных с угольной промышленностью. Памятники шахтерам, некогда «белой кости» рабочего класса, сохранились во многих населенных пунктах. О шахтерских буднях говорят и названия клубов и домов отдыха, стадионов и футбольных команд, которые сегодня, правда, в большинстве своем переименованы, видимо из-за «неперспективности» такой профессии, как шахтер, когда-то так гордо звучавший.

В Алексинском районе о шахтерском прошлом говорит лечебно-оздоровительный пансионат «Шахтер». Создан он был как учреждение для отдыха, в первую очередь, работников шахт.

В Тульской области настоящих шахтеров практически не осталось, однако во многих районах сохранились им памятники. В Киреевском районе в поселке Липки на центральной улице-аллее, которая вообще богато украшена различными скульптурами, возвышается и памятник безымянному шахтеру. Здесь же, в Липках, эмблемы «Шахтер» украшают ворота главного стадиона. Так же в 50–60-е годы назывался и городской стадион в Богородицке, ныне переименованный в «Ресурс». В городе Кимовске недалеко от здания администрации города тоже можно встретить увековеченного в камне шахтера в каске. Появился памятник шахтеру и в городе Узловая. Интересен он тем, что прежде он стоял на территории шахты Бельковская. Там памятник шахтерской славе постепенно разрушался, олицетворяя собой упадок всего Подмосковного угольного бассейна. Теперь его восстановили и поставили в Узловой, в городском сквере на улице Горняцкая, название которой говорит само за себя. Монумент шахтеру стоит и в г. Новомосковске возле здания Подмосковного научно-исследовательского и проектно-конструкторского института (ПНИУИ) на Советской площади.

Эхо шахтерского прошлого еще звучит в названиях спортивных клубов и команд. Некоторые из них сегодня, впрочем, выступают уже под другими названиями. Так, главный футбольный клуб г. Тула «Арсенал-Тула» за время своего существования сменил немало имен, в том числе успел побывать и «Шахтёром» (с 1946 г. по 1949 г. — «Зенит», с 1959 г. по 1961 г. — «Труд», с 1962 г. по 1963 г. — «Шахтёр», с 1964 г. по 1973 г. — «Металлург», с 1974 г. по 1978 г. — «Машиностроитель», с 1979 г. по 1983 г. — «ТОЗ», с 1984 г. по март 2007 г. — «Арсенал»). А вот команда Киреевского района до сих пор носит имя «Шахтёр».

В городе Веневе долгое время существовал магазин «Шахтёр» со множеством отделов — сувениров, галантереи, одежды, косметики, продуктов питания.

Помимо ментальных и топонимических объектов ушедшей шахтерской эпохи немалый интерес представляют сами территории бывших шахт со всеми постройками, зданиями и коммуникациями. Это своеобразные объекты промышленного наследия, немые свидетели яркого угольного прошлого Тульской области.

Приведенный историко-географический обзор наглядно свидетельствует об исторической обусловленности современного образа региона и о важной роли историко-географического метода в анализе социально-экономического развития регионов.

### *Литература*

1. Белов А.А. Реквием по Подмосбассу? // Газета «География». 2001. № 12.
2. Грин М.Ф., Кауфман А.Г. Экономическая география СССР по областям, краям и республикам: учеб. пособие для вузов. М.: Госуд. социально-экономич. изд-во, 1933. 360 с.

3. Мальшиев Ю.Н., Зайденварг В.Е., Зыков В.М. Реструктуризация угольной промышленности: Теория. Опыт. Программы. Прогноз. М.: Компания «Росуголь», 1996. 536 с.
4. Подмосковский угольный бассейн. Материал из MiningWiki — шахтёрской энциклопедии. <http://miningwiki.ru/wiki> (дата обращения: 5.01.2013 г.).
5. Поселки городского типа Тульской области. <http://www.ialon.de/categ.p> (дата обращения: 10 января 2013 г.).
6. Регионы России. Социально-экономические показатели — 2008. Госкомстат РФ. [http://www.gks.ru/bgd/regl/B08\\_14p/IssWWW.exe/Stg/d2/14-14.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/B08_14p/IssWWW.exe/Stg/d2/14-14.htm) (дата обращения: 10 января 2013 г.).

### *Literatura*

1. Belov A.A. Rekviem po Podmosbassu? // Gazeta «Geografiya». 2001. № 12.
2. Grin M.F., Kaufman A.G. E'konomicheskaya geografiya SSSR po oblastyam, krayam i respublikam: ucheb. posobie dlya vuzov. M.: Gosud. social'no-e'konomich. izd-vo, 1933. 360 s.
3. Maly'shev Yu.N., Zajdenvarg V.E., Zy'kov V.M. Restrukturizaciya ugol'noj promy'shlennosti: Teoriya. Opy't. Programmy'. Prognoz. M.: Kompaniya «Rosugol'», 1996. 536 s.
4. Podmoskovny'j ugol'ny'j bassejn. Material iz MiningWiki — shaxtyorskoj e'nciklopedii. <http://miningwiki.ru/wiki> (data obrashheniya: 5.01.2013 g.).
5. Poselki gorodskogo tipa Tul'skoj oblasti. <http://www.ialon.de/categ.p> (data obrashheniya: 10 yanvarya 2013 g.).
6. Regiony' Rossii. Social'no-e'konomicheskie pokazateli — 2008. Goskomstat RF. [http://www.gks.ru/bgd/regl/B08\\_14p/IssWWW.exe/Stg/d2/14-14.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/B08_14p/IssWWW.exe/Stg/d2/14-14.htm) (data obrashheniya: 10 yanvarya 2013 g.).

*M.S. Timakova,  
O.G. Shul'gina*

### **Historical and Geographical Peculiarities and Modern Problems of the Moscow Lignite Basin Development (by the example of Tula Region's Territory)**

The article observes historical and geographical regularities of coal mining industry in Tula Region on different stages of the Moscow Lignite Basin reclamation. Modern problems of social and economic development are historically grounded. The role of historical and geographical method turns to be significant for studying regional economic and social geography.

*Keywords:* coal mining geography; Moscow Lignite Basin; older industrial coal mining region; peculiarities of social and economic development; coal region heritage.

## ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**М.А. Мельникова-Поддубная,  
М.И. Подболотова**

### **Метод ситуационного моделирования как ресурс системно-деятельностного подхода в обучении географии**

В основе нового образовательного стандарта лежит системно-деятельностный подход. Современная дидактика должна отвечать этому условию. Необходим поиск методик преподавания, направленных на включение ученика в активное действие. Одной из таких методик является ситуационное моделирование, применению которого в современной школе и посвящена эта работа.

*Ключевые слова:* географическое образование; системно-деятельностный подход; ситуационное моделирование; ситуационные задачи.

Одной из основных целей географии как учебного предмета является формирование у учащихся географической картины мира. В этом процессе крайне важно визуальное восприятие — наблюдение за живой и неживой природой, изучение снимков, рисунков, картин, карт. Но мир постоянно меняется, а предоставленные нам визуальные средства обучения показывают прошлое этого мира и изменяющееся настоящее. Тем временем знания, умения и навыки, получаемые учащимися, предназначены для применения в будущем.

Практически на каждом уроке мы учим молодое поколение рациональному природопользованию. Мы рассказываем и показываем, как следует грамотно распоряжаться имеющимися ресурсами, но, к сожалению, не даем ученикам возможности в процессе обучения попробовать сделать это самим.

В географии широко применяется метод моделирования — от глобуса и карты до прогноза погоды. Этот метод тесно связан с применением математических методов в географической науке. Модель природного процесса на математической основе позволяет прогнозировать течение и направление этого процесса. И зачастую от того, насколько верно составлена модель, зависит безопасность целых регионов.

Но как часто этот метод применяют при обучении школьников? Создание модели руками учеников обычно предполагает изучение образца — модель вулкана, модель движения литосферных плит, модель круговорота воды. Этот процесс, направленный на развитие опыта творческой деятельности, как правило, ограничивается аппликациями и прочим рукоделием. Таким образом, создание наглядной модели по шаблону скорее способствует развитию мелкой моторики, а не приобретению новых знаний.

Значительно реже применяется метод моделирования с целью развития творческого мышления. А ведь в этом случае формируется умение делать обобщения и выводы, прогнозировать развитие событий, что немаловажно в жизни каждого человека.

Наиболее часто моделирование определяют как исследование объектов познания на их моделях; построение и изучение моделей реально существующих объектов, процессов или явлений с целью получения объяснений этих явлений, а также для предсказания явлений, интересующих исследователя. Однако моделирование, как и его основа — модель, имеет довольно большее количество разновидностей. В данной статье будет рассмотрен пример ситуационного моделирования.

*Ситуационное (имитационное) моделирование* — метод, позволяющий строить модели, описывающие процессы так, как они проходили бы в действительности [5: с. 699].

Применяя данный метод на уроках, учителя выполняют требования новых образовательных стандартов к уровню подготовки учащихся:

Важнейшие личностные результаты обучения географии — осознание учащимися целостности природы, населения и хозяйства Земли; гармонично развитые социальные чувства и качества — эмоционально-ценностное отношение к окружающей среде, к необходимости ее сохранения и рационального использования.

Предметные результаты — это умение вести наблюдения за объектами, процессами и явлениями географической среды, их изменениями в результате природных и антропогенных воздействий, оценивать их последствия, а также умение применять географические знания в повседневной жизни для объяснения и оценки разнообразных явлений и процессов, адаптации к условиям проживания на определенной территории [6].

Таким образом, старый метод прекрасно подходит для новых свершений.

Практически все средства наглядности, которые мы используем в работе — карты, картины, фотографии, видеоматериалы и др. — это пассивная наглядность. Ребенок лишь наблюдает, тогда как душевные порывы зовут его окунуться в действие. Здесь необходимо обратиться к работам авторов системно-деятельностного подхода в обучении (В.В. Давыдов, А.Н. Леонтьев, Л.С. Выготский, Н.А. Менчинская и многие другие исследователи).

Процесс обучения есть обучение деятельности (учебно-познавательной, творческой). Обучение должно быть организовано так, чтобы целенаправленно

вести за собой развитие. Системно-деятельностный подход обеспечивает системное включение ребенка в процесс самостоятельного построения им нового знания. Западная система образования предполагает обучение в лабораториях, получение знаний и развитие личности на основе собственного опыта. Эта система успешно действует десятилетиями, тогда как у нас о ней знают понаслышке. А ведь именно российские исследователи в области психологии и педагогики внесли наиболее значимый вклад в развитие данного подхода. Сейчас в нашей стране наступило наконец время перехода к «новой педагогике» поскольку системно-деятельностный подход лег в основу ФГОС нового поколения.

Использование «моделей и образов предметов», по А.Г. Леонтьеву, — одна из главных составляющих деятельностного подхода. Построение модели, последующая работа с ней не только обеспечивают наглядность, но и включают ребенка в моделируемый процесс.

Школа должна приспосабливаться к активной стороне детской натуры, которая отвечает не только его интеллектуальным стремлениям, но в особенности соответствует его социальным инстинктам.

Детство и ранняя юность человека являются наиболее продуктивными периодами жизни для того, чтобы творить, двигать, пробовать, познавать, переживать, для того, чтобы непрерывно изучать окружающую действительность. «Вся непрерывная игра, жизнь ребенка есть как бы сознательное намерение природы, направленное к тому, чтобы развивать духовные и физические силы ребенка под влиянием живого разностороннего опыта» [2: с. 81].

Игра. Для ребенка это все. «Игра компенсирует детям не только недостаточность их знаний, но и узость возможностей и практической деятельности. Ребенок не может построить настоящий дом или пилотировать самолет. Но играть в строительство дома или вождение самолета он может... Игровой подход является эффективным средством побуждения к полезной деятельности и поведению... Включение элементов игры в любую деятельность позволяет сделать ее более привлекательной для детей. Игровой подход применим ко многим делам, в которые педагоги стараются включить детей» [1: с. 89].

Дидактическая игра — это та форма обучения, которая не оставляет равнодушным ни одного ребенка в классе. Привлекательность данного вида деятельности неоспорима — распределение ролей, дух соревнования, свобода творчества — эффективные побудители к действию. В процессе игры у ребенка активно работает воображение. «Участвуя вместе с мышлением в процессе научного творчества, воображение выполняет в нем специфическую функцию, отличную от той, которую выполняет в нем мышление. Специфическая роль воображения заключается в том, что оно преобразует образное, наглядное содержание проблемы и этим содействует ее разрешению» [4: с. 320].

Детское воображение наиболее яркое, наиболее разнообразное. С возрастом оно притупляется, становится более тусклым. Поэтому этот психический процесс необходимо использовать максимально продуктивно в процессе обучения подрастающего поколения.

Моделирование ситуации (природной, социально-экономической) в игровой форме и выводы, полученные в результате этого моделирования, служат более прочному усвоению учебного материала, нежели преподнесение его в готовом виде. При данном виде деятельности допустимы и даже необходимы ошибки. Совершив ошибку, пытливый ум обязательно захочет найти ее причину, а найдя, постарается ее исправить и достигнуть цели иным путем.

Деятельность подобного рода формирует предметные и метапредметные умения, на которые делает упор современная дидактика. В ходе работы над моделью активизируются и развиваются психические познавательные процессы (рис. 1). С данных позиций именно школьная география имеет высокий потенциал в реализации метода ситуационного моделирования. Учитывая содержание географического образования в школе, его изначальный метапредметный характер (изучение природы, человека и хозяйства) и возможности метода ситуационного моделирования, у учителя появляется возможность решения многих учебно-воспитательных задач.



**Рис. 1.** Дидактические возможности метода ситуационного моделирования в обучении географии

«Особое значение приобретает географическое образование в школе, его социальные и прогностические функции. В первую очередь — воспитание гражданственности и патриотизма, изучение и моделирование нового географического пространства, определение его состояния и тенденций развития, формирование знаний и умений, необходимых для правильной ориентации в нем» [3].

В преподавании географии имеется опыт применения приема так называемых ситуационных задач. Этот прием из области интерактивного обучения призван формировать географическое мышление обучающихся. Задачи такого рода могут быть использованы в каждом школьном курсе географии.

Приведем примеры некоторых подобных задач.

*А.* За прошедшие двое суток в Прибалтийском регионе в результате прохождения атлантического циклона выпала практически месячная норма осадков, что не характерно для данного периода. Какие погодные изменения следует ожидать на территории Центральной России в ближайшие дни?

*Б.* В ближайшие полгода состоится планомерное объединение некоторых компаний по производству продукции ЛПК в Вологодской области. Какие изменения произойдут на рынке труда в связи с этим объединением?

*В.* В результате повышения курса доллара США на 14 % были снижены экспортные цены на черные металлы. Как отразится это событие на состоянии экономики таких стран, как Австралия, ЮАР, Россия?

Стандартные ситуационные задачи соответствуют неполной форме разветвляющегося алгоритма событий: «Если..., то...». В качестве примера приведем ответ задачи *А*: «Если на территории господствует атлантический циклон, то следует ожидать проливные дожди».

Процесс ситуационного моделирования подробнее и продолжительнее решения ситуационной задачи. Он позволяет рассмотреть каждую ветвь вероятных событий в зависимости от условий. В ходе выполнения подобного рода заданий учитель может в определенный момент включать в ситуацию случайные события, которые изменят направление движения рассматриваемого процесса. Тогда учащимся придется оперативно менять стратегию действий, тренируя тем самым гибкость мышления и делая самостоятельные выводы.

К примеру, учащимся предложено определить долю доходов в бюджете региона от сбора урожая пшеницы за сезон. Исходными условиями являются площадь посевов, климатические и почвенные ресурсы, количество рабочей силы и техники, задействованных в сборе урожая. Необходимо определить затраты на возделывание культуры, вероятный доход по средним экспортным ценам, прибыль. В середине процесса решения включается случайное событие — сильный град, прошедший накануне сбора. Тогда помимо изначальных задач учащимся приходится определять полученный ущерб и уже с учетом новых данных идти к конечному результату. Такие случайные события могут происходить неоднократно в зависимости от степени сложности поставленной задачи.

Так какими же способами можно применять данный метод при обучении географии?

Очевидно, что для включения в процесс моделирования какого-либо процесса учащиеся должны обладать опорными знаниями. То есть напрашивается вывод, что методика ситуационного моделирования предназначена для этапов закрепления пройденного учебного материала. Так ли это на самом деле?

География — системная наука, каждый элемент которой не может существовать без взаимосвязей с другими. Обучая детей географии, учитель показывает им взаимосвязанность всех сфер мира. Каждый следующий раздел «цепляется» за предыдущий, образуя систему знаний о целостности мира.

Таким образом, освоив один-два познавательных блока, мы можем переходить к изучению следующего путем построения модели, которая будет опираться на знания, полученные при изучении предыдущих тем. Результаты этой деятельности лягут в основу нового знания.

Следовательно, методика моделирования, метод ситуационного моделирования подходит как для освоения нового материала, так и для закрепления полученных знаний.

\* \* \*

Актуальность изложенных в данной статье рассуждений основывается на изменении, модернизации методики преподавания в современной школе учебных предметов, в частности географии. Научить ребенка учиться можно разными способами. Но наиболее эффективными и запоминающимися будут яркие, активные методики, опирающиеся на включение в процесс обучения собственного опыта учащегося, а не только на пассивное созерцание.

### *Литература*

1. Гликман И.З. Теория и методика воспитания: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Владос, 2003. С. 88–90.
2. Кершенштейнер Г. Школа будущего — школа работы // Основные вопросы организации. Пг.: Школа и жизнь, 1920. С. 80–97.
3. Петрова Н.Н. География в школе: уроки будущего // Институт общего среднего образования Российской академии образования. 2003. URL: <http://ioso.narod.ru/tezisi/tezisi13.html> (дата обращения: 02.02.2013 г.).
4. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. СПб.: ПитерКом, 1999. С. 320–324.
5. Строгалев В.П., Толкачева И.О. Имитационное моделирование. М.: МГТУ им. Баумана, 2008. С. 697–737.
6. Федеральный государственный образовательный стандарт. 2013. URL: <http://standart.edu.ru> (дата обращения: 28.01.2013 г.).

### *Literatura*

1. Glikman I.Z. Teoriya i metodika vospitaniya: ucheb. posobie dlya stud. vy'ssh. ucheb. zavedenij. M.: Vlados, 2003. S. 88–90.

2. *Kershenshtejner G.* Shkola budushhego — shkola raboty' // Osnovny'e voprosy' organizacii. Pg.: Shkola i zhizn', 1920. S. 80–97.
3. *Petrova N.N.* Geografiya v shkole: uroki budushhego // Institut obshhego srednego obrazovaniya Rossijskoj akademii obrazovaniya. 2003. URL: <http://ioso.narod.ru/tezisi/tezisi13.html> (data obrashheniya: 02.02.2013 g.).
4. *Rubinshtejn S.L.* Osnovy' obshhej psixologii. SPb.: PiterKom, 1999. S. 320–324.
5. *Strogalev V.P., Tolkacheva I.O.* Imitacionnoe modelirovanie. M.: MGТУ im. Baumana, 2008. S. 697–737.
6. Federal'ny'j gosudarstvenny'j obrazovatel'ny'j standart. 2013. URL: <http://standart.edu.ru> (data obrashheniya: 28.01.2013 g.).

***M.A. Melnikova-Poddubnaya,  
M.I. Podbolotova***

### **The Situation Modeling Method as a Resource of System-and-Activity Approach in Geography Teaching**

System-and-activity approach is at the heart of the new educational standard. Modern didactics must meet this demand. There is need in search for teaching methods to integrate the student into active operation. One of these methods is situation modeling. The paper dwells upon its use in modern schooling.

*Keywords:* geographical education; modeling, system-and-activity approach; situation modeling; situational tasks.

**Ю.Е. Новиков**

## **Экологическое воспитание как компонент культуры безопасности жизнедеятельности**

В материале рассмотрены актуальные проблемы естественно-научного образования современных школьников. Автором предложена комплексная методика экологического воспитания, формирования навыков здорового образа жизни, безопасного поведения в природной среде посредством углубления и закрепления знаний естественных наук, изучения экологического состояния родного края.

*Ключевые слова:* безопасность; естествознание; здоровый образ жизни; экологическое воспитание.

**А**ктуальность проблемы формирования культуры безопасности жизнедеятельности в современной педагогике не вызывает сомнений. При этом практически невозможно жестко отделить друг от друга задачи экологического воспитания и привития навыков здорового образа жизни или пожарной безопасности, формирования дорожно-транспортной культуры и военно-патриотической работы, которые только в своем комплексном сочетании способствуют обеспечению выработки этого вида культуры у подрастающего поколения.

Непросто складываются в современном обществе отношения человека с окружающей, прежде всего природной, средой. В особую проблему выделилась его адаптация с природой, необходимость формирования мотивации и навыков безопасного ведения хозяйственной и иных видов деятельности. В связи с этим развитие экологического мировоззрения, определение молодым человеком своего места и роли в биосфере — стали одной из принципиальных задач педагогики, в том числе и педагогики дополнительного образования — максимально открытой, вариативной образовательной системы.

Оригинальный опыт накоплен в данном направлении многопрофильным патриотическим клубом «Миротворец» (СОШ № 262 Западного административного округа г. Москвы). Формируя единое воспитательное пространство, его организаторы сумели органично сочетать возможности музейной педагогики, спортивного туризма, поисковой деятельности, спасательной подготовки, мероприятий экскурсионной и досуговой направленности. Для этого в клубе организована работа музейных экспозиций «С чего начинается Родина» и «Памяти В.Ф. Маргелова», детского общественного объединения «Поисковый отряд», кружков «Юные экологи-спасатели», «Санитарный

пост», «Дружина юных пожарных», «Миротворцы-огнеборцы», команды «Школа безопасности».

Остановимся на программе «Юные экологи-спасатели», адресованной самым молодым членам клуба, обучающимся в 5–6 классах. В ней органично согласованы четыре взаимосвязанных направления деятельности: углубление естественно-научных знаний, прежде всего ботаники, военно-спортивная и туристско-спасательная подготовка, включающая элементы первой доврачебной помощи, нравственно-эстетическое развитие подростков. Учитывается и то обстоятельство, что на формировании экологического мировоззрения, способствующего в конечном счете развитию культуры безопасности жизнедеятельности, благотворно сказывается изучение природы и истории родного края. При формировании программы были учтены педагогические разработки по обучению детей основам самообороны, применению спасательных средств, выработке туристских навыков и умений. Первые подобные удачные программы были составлены еще в 1950–1960-е годы XX века (например, Н.М. Верзилин «Путешествие с домашними растениями»), но в них основное внимание было уделено выработке умений по спасению людей.

Идейно-воспитательная основа предлагаемой программы складывается из гражданско-патриотической, экологической и нравственной составляющих. В ней учитывается тот факт, что для России и населяющих ее народов всегда были характерны следующие особенности социокультурного мировосприятия:

- уважение к старшему поколению, усвоение и использование его опыта через преемственность в рамках семейного воспитания [3], передача от поколения к поколению местных позитивных обычаев и традиций, связанных с природопользованием;
- бережное отношение к среде своего обитания, понимание зависимости благополучия рода от поддержания плодородия почв, сохранности и преумножения природных богатств, обусловленных многовековыми традициями оседлого проживания;
- уважение к моральным основам повседневной жизни (семье, воспитанию детей, браку), требованиям народной педагогики и нравственным практическим регуляторам, способствующим сохранению здоровья и генофонда нации.

В настоящее время идет энергичное разрушение традиционной семьи, формализуются отношения между поколениями, приводя к нарушению связи «человек – время». Позитивное отношение общества к легкой смене места жительства, поиску более комфортного места обитания (а не улучшению имеющегося) приводит к вымиранию и деградации российской глубинки, разрушая связь «человек – пространство». Уничтожение и забвение природных и исторических культурных памятников и объектов влечет за собой разрушение связи «пространство – время». Возрождение и совершенствование педагогического воздействия

в континууме «человек – пространство – время» позволит восстановить гармонию в сфере жизнедеятельности человека как жителя-гражданина, проживающего на определенной территории, и как современника-участника событий, за которые он готов нести ответственность перед потомками. Пространственно-временные процессы предстают при этом концентрически-расширяющимися (дом – улица – район – город – страна).

Развитие школьного краеведения в сочетании с туризмом, экологически-ми и экскурсионными мероприятиями позволяет внести существенный вклад в решение задач восстановления равновесия в жизнедеятельности воспитанников, поиске ими своей социальной миссии.

Программа «Юные спасатели-экологи» ориентирует подростков на рациональное, умелое и бережное использование природных, прежде всего растительных, объектов для обеспечения жизнедеятельности человека в опасных и экстремальных обстоятельствах, способствует формированию гармонично развитой личности, вырабатывает у них четкую гражданско-патриотическую позицию защитника отечественных природных ресурсов, осознающего величие естественных богатств России, рачительно направляемых на благо человека.

В программе учтены современные возможности обучения: применение мультимедийных средств, экскурсий, проведение прикладных (практических) занятий на базе профессиональных спасательных подразделений.

Методика реализации программы сориентирована на развитие у воспитанников интереса к практическому использованию элементов природной среды, в частности — растительного сырья. При этом задача педагога — способствовать формированию у учащегося устойчивых привычек бережного отношения к растительному миру, понимания необходимости борьбы с хищническим разграблением отечественных природных ресурсов.

Для этого в программе «Юные спасатели-экологи» предусматриваются многочисленные и разнообразные занятия на природе. Они проводятся по шести основным тематическим разделам.

- *Растения как составляющая часть окружающей среды.* Подростки знакомятся с многообразием растительного мира, формами и сущностью природоохранных мероприятий по отношению к нему. При этом задача педагога не только объяснить материал, но и сформировать у воспитанников познавательный интерес к данной проблематике, стремление к дальнейшему ее изучению. Этот раздел является основополагающим, задающим тон всей дальнейшей работе.

- *Выживание на местности.* Воспитанники знакомятся с правилами участия в туристских мероприятиях и культурой «отдыха на природе». Особое внимание уделяется чрезвычайно популярной среди молодежи форме туризма — экстремальному туризму. Однако получение туристских навыков не является самоцелью программы. Это одно из средств подготовки воспитанников к участию в полевых мероприятиях различной направленности, способ формирования рационального отношения к природным объектам при разбив-

ке лагеря, разведении костра, решении вопросов с бытовыми отходами и пр. Кроме того, подростков учат обеспечению личной безопасности во время отдыха при пользовании водоемами, получении питьевой воды, преодолении препятствий [1, 2, 4].

- *Опасные растения.* В целях охраны жизни и здоровья воспитанников необходимо создать у них отчетливые представления об опасных видах растений:

- ядовитых при приеме внутрь, но имеющих эстетическое и экологическое значение (например, ландыш, дафна, бересклет);
- ядовитых и обжигающих при касании (например, борщевик Сосновского);
- лекарственных, но допустимых к применению только по назначению врача (например, адонис весенний, аконит, чемерица Лобеля, пижма), способных при неправильном использовании вызвать отравление.

- *Первая помощь пострадавшим в полевых условиях.* Содержание данного раздела тесно связано с двумя предыдущими. Вопросы первой помощи органично входят в содержание обучения правилам поведения в ходе туристских мероприятий. Предупреждение об опасности некоторых видов растений составляет важный фрагмент обучения первой помощи пострадавшим в природных условиях. Кроме того, подростков необходимо обучать использованию подручного растительного сырья при оказании первой помощи (изготовление носилок из веток, использование натуральных лубков, применение лекарственных растений).

- *Растения — наши помощники.* Воспитанники должны получить необходимые знания, связанные с особенностями возделывания и заготовки пищевых растений. К сожалению, в настоящее время традиционное огородничество находится в упадке, хотя является важной составной частью традиционной народной культуры и имеет практическое значение при решении экономических проблем. Материал данного раздела полностью основан на отечественной культуре природопользования. Подростки знакомятся с народными технологиями выращивания и обработки растительных волокон, изготовления посуды из бересты и древесины, с традициями огородничества и получения семян огородных растений, особенно двулетнего цикла, выращиванием витаминной продукции в домашних условиях.

- *Все мы — часть природы.* Задача данного раздела — творческое обобщение освоенного материала, что должно способствовать формированию восприятия подростками природы как единого организма. Другая задача этого раздела — обращение к эмоционально-чувственной сфере духовной жизни учащихся, развитие восприятия природы как источника вдохновения. В ходе занятий привлекаются возможности дополнительного образования декоративно-прикладной направленности: в частности, по основам фитодизайна, способствующие творческому осмыслению красоты растительного мира как в целом, так и в отдельных его элементах. Кроме того, занятия подобного рода способствуют развитию у учащихся усидчивости, терпения, наблюдательности, интереса к созидательной деятельности. Нередко эти занятия проводятся

во время экологических субботников в процессе создания эстетической среды из естественных материалов или восстановления естественной красоты природы в ходе избавления ее от следов жизнедеятельности человека.

Воспитательная составляющая присутствует при реализации всех вышеперечисленных разделов программы. При этом красной нитью через весь изучаемый материал проходят вопросы здорового образа жизни. Особого внимания и осторожности от педагога требует изучение темы «Вредные привычки, связанный с использованием растений (табакокурение, наркомания, токсикомания, галлюциногенные грибы)». При ее реализации для проведения бесед обычно приглашаются сотрудники Госнарконконтроля.

Активный интерес у подростков вызывает проблема помощи людям в экстремальных ситуациях. Программа «Юные экологи-спасатели» дает начальную подготовку по данной проблематике, которая в дальнейшем может получить свое развитие в рамках работы клуба «Миротворец». В рассматриваемой программе основной акцент сделан на использовании возможностей растительного мира в экстремальных ситуациях. В силу возраста воспитанников (12–13 лет) нецелесообразно усложнять освоение этой проблемы. Исключение составляет итоговое практическое занятие, календарно приходящееся на конец мая и, как правило, проводимое в зеленом массиве недалеко от школы или же просто в школьном парке. Постоянная территория позволяет делать систематические фенологические наблюдения, сравнивать состояние растительного мира в различные времена года, организовывать экологические субботники, поддерживать на ней порядок.

Серьезным направлением воспитательной работы в рамках рассматриваемой программы является процесс социализации личности воспитанников, реализуемый при проведении практических занятий, экскурсий и других форм коллективного взаимодействия. Родители подростков могут участвовать в работе объединения на общественных началах; желательно их привлечение к проведению экскурсий и загородных прогулок.

В рамках работы клуба систематически проводится оценка динамики развития кругозора воспитанников и экологического мировоззрения его членов, в том числе и в связи с функционированием программы «Юные экологи-спасатели».

Таким образом, реализация данной программы вооружит воспитанников комплексом знаний, умений и навыков, предусмотренных учебным планом, а также подготовит их к освоению дальнейших программ клуба «Миротворец».

### *Литература*

1. Бочаров Е.А., Бочаров Н.И. Ступени обучения выживанию: программно-методическое пособие для педагогов. М.: Владос, 2008. 204 с.
2. Защита в кризисных ситуациях / Под общ. ред. Ю.Л. Воробьева. М.: ИПЦ «Святигор», 2006. 400 с.
3. Овчинников Ю.Г., Лисица В.Н. Концепция формирования культуры безопасности в рамках семейного воспитания детей и подростков // Глобальная безопасность. 2007. № 4. С. 60–63.

4. Чрезвычайные ситуации. Энциклопедия безопасности для школьников / Под ред. С.К. Шойгу. М.: Монтажспецстрой, 2004. 400 с.

### *Literatura*

1. Bocharov E.A., Bocharov N.I. Stupeni obucheniya vy'zhivaniyu: programmno-metodicheskoe posobie dlya pedagogov. M.: Vldos, 2008. 204 s.

2. Zashhita v krizisny'x situatsiyax / Pod obshh. red. Yu.L. Vorob'eva. M.: IPC «Svyatigor», 2006. 400 s.

3. Ovchinnikov Yu.G., Lisicza V.N. koncepciya formirovaniya kul'tury' bezopasnosti v ramkax semejnogo vospitaniya detej i podrostkov // Global'naya bezopasnost'. 2007. № 4. S. 60–63.

4. Chrezvy'chajny'e situacii. E'nciklopediya bezopasnosti dlya shkol'nikov / Pod red. S.K. Shojgu. M.: Montazhspeczstroj, 2004. 400 s.

***Yu.E. Novikov***

### **Environmental Education as Part of Life Safety Culture**

The material contemplates current issues of contemporary school-students' natural science education. The author suggests a complex methodology of environmental education, healthy-lifestyle skills formation, safe activities in natural environment through advancing and solidifying knowledge in natural sciences and studying local environmental state.

*Keywords:* safety; natural science; healthy lifestyle; environmental education.

**Т.С. Иванова**

## **Повышение конкурентоспособности образовательных программ университета на рынке образовательных услуг столичного мегаполиса**

Статья посвящена актуальной и малоисследованной проблеме конкурентности рынка образовательных услуг в области высшего профессионального образования. С помощью метода SWOT-анализа сделана попытка определить уровень соответствия образовательных программ университета ожиданиям рынка труда, выявлены сильные и слабые стороны образовательных программ университета, возможности и угрозы рынка образовательных услуг. Намечены подходы к созданию модели эффективного управления конкурентоспособностью образовательных программ вуза.

*Ключевые слова:* конкурентность рынка образовательных услуг; конкурентоспособность образовательных программ; метод SWOT-анализа.

**М**одернизация и реформирование российской экономики затронули многие сферы, в том числе и сферу высшего профессионального образования. Российские вузы сегодня вынуждены действовать и развиваться в условиях рынка. Вследствие того, что одной из главных характеристик рыночных отношений является конкурентность, повышение конкурентоспособности университетов стало необходимым условием их эффективности и жизнеспособности. Конкурентными преимуществами вуза являются компетентность и профессионализм профессорско-преподавательского состава, репутация, рейтинг вуза, однако ключевыми позициями являются качество и конкурентоспособность образовательных программ.

Конкурентоспособность в экономике — это «свойство объекта, характеризующееся степенью реального или потенциального удовлетворения им конкретной человеческой потребности и способности выдерживать конкуренцию по сравнению с аналогичными объектами, представленными на данном рынке» [5: с. 258]. Под конкурентоспособностью образовательных услуг, осуществляемых в ходе освоения образовательных программ вуза, принято понимать «совокупность конкурентных преимуществ, позволяющих вузу достигать взаимодействия с потре-

бителями, обеспечивая максимальное удовлетворение их нужд и предпочтений, и определяющихся уровнем конкурентоспособности выпускников на рынке труда» [1: с. 8]. Таким образом, конкурентоспособность образовательных программ вуза определяется в значительной мере конкурентоспособностью его выпускников, успешностью их профессиональной деятельности и карьерного роста.

К факторам, влияющим на конкурентоспособность образовательных программ, относятся прежде всего государственная образовательная политика и в том числе модернизация системы педагогического образования. Кроме того, важными факторами конкурентности являются учет запросов потребителей образовательных услуг, новые механизмы оценки качества образовательных программ, основанные в том числе и на мнении работодателей, принимающих выпускников на работу, а также сами требования работодателей, нашедшие частичное отражение в профессиональных стандартах.

Основные положения государственной образовательной политики по решению проблемы повышения конкурентоспособности российских высших учебных заведений отражены в таких ключевых документах: Указ Президента «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки» от 7 мая 2012 года № 599; Государственная программа РФ «Развитие образования» на 2013–2020 годы, принятая Правительством 22 ноября 2012 года; план мероприятий («дорожная карта») «Изменения в отраслях социальной сферы, направленные на повышение эффективности образования и науки», утвержденный распоряжением Правительства РФ № 2620-р от 31 декабря 2012 г.; новый закон «Об образовании в Российской Федерации», который вступает в действие с 1 сентября 2013 года. Фактор конкурентоспособности вузов учтен и в Государственной программе города Москвы на 2012–2016 гг. «Развитие образования города Москвы» («Столичное образование»).

Качество образовательных услуг, их соответствие запросам потребителей и работодателей являются сегодня главными критериями оценки эффективности вузов, а также важными критериальными показателями современной государственной и общественно-профессиональной аккредитации. При этом результаты оценки эффективности, государственной и активно внедряемой общественно-профессиональной аккредитации оказывают значительное влияние на конкурентоспособность современных вузов.

Сегодня в нашей стране по всем сферам трудовой деятельности ведется разработка профессиональных стандартов, которые представляют собой подробную характеристику уровня знаний, умений, профессиональных навыков и опыта работы, необходимых работнику для осуществления определенного вида профессиональной деятельности. Созданы профессиональные стандарты для юристов, экономистов, менеджеров и представителей ряда других профессий. Группой ученых и методистов под руководством Е.А. Ямбурга разработан и выставлен на общественное обсуждение на сайте Министерства образования и науки проект профессионального стандарта педагога.

На основе анализа проекта профессионального стандарта педагога, а также результатов мониторинга запросов работодателей, проведенного Центром развития карьеры ГБОУ ВПО МГПУ в 60 образовательных учреждениях и социальных центрах Москвы, были выявлены основные требования, которые предъявляет к выпускникам педагогических вузов современный рынок труда. Будущие работодатели ожидают от выпускников высокого уровня фундаментальной и практической подготовки; многопрофильности профессиональной подготовки; готовности к переменам, мобильности, способности к нестандартным трудовым действиям, ответственности и самостоятельности в принятии решений, стремления к саморазвитию и непрерывному образованию; сформированности у выпускников экономических, предпринимательских, управленческих и коммуникативных компетенций, умения работы в команде, навыков самопрезентации.

С целью определения уровня соответствия образовательных программ Московского городского педагогического университета ожиданиям рынка труда и оценки конкурентоспособности образовательных программ университета нами было проведено исследование с использованием широко распространенного в современной экономике метода SWOT-анализа. Этот метод стратегического планирования, используемый для оценки факторов и явлений, влияющих на достижение стратегической цели, позволил выяснить, насколько подготовка по образовательным программам университета соответствует ожиданиям работодателей, что способствует и что мешает повышению конкурентоспособности образовательных программ вуза на рынке образовательных услуг. Метод SWOT-анализа включает выявление внутренних и внешних факторов, которые по-разному влияют на достижение цели. Одни из этих факторов способствуют, а другие, наоборот, препятствуют достижению поставленной цели. В данном случае внутренние факторы — это сильные и слабые стороны образовательных программ университета, внешние факторы — возможности и угрозы рынка образовательных услуг, которые не зависят от вуза, но которые нужно знать, учитывать и быть готовыми к ним. На основе этих параметров была составлена матрица SWOT-анализа, представленная на схеме 1.

К сильным сторонам можно прежде всего отнести широкий спектр образовательных программ, предлагаемых вузом. На сегодняшний день университет ведет образовательную деятельность по 280 образовательным программам, по 9 укрупненным направлениям подготовки. В их числе 107 бакалаврских ОП, 118 магистерских и 2 программы подготовки специалистов. Все образовательные программы обеспечивают получение выпускниками фундаментальных знаний и практических навыков по выбранным направлениям и профилям. Значительным достижением университета является комплексная и многогранная система организации практики студентов, основанная на понимании того, что практика занимает особое место в системе их профессиональной подготовки, обеспечивая успешную социализацию и профессиональную компетентность будущих выпускников. Все образовательные программы вуза реализуются с применением компе-

Схема 1

|                    | Положительные факторы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Отрицательные факторы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Внутренние факторы | <b>Сильные стороны (Strengths):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Широкий спектр образовательных программ</li> <li>— Фундаментальность знаний выпускников</li> <li>— Практикоориентированная подготовка</li> <li>— Применение компетентностного подхода</li> <li>— Положительная репутация университета на рынке образовательных услуг</li> <li>— Высокий процент трудоустройства выпускников</li> <li>— Относительно высокий уровень материально-технической базы</li> </ul>                   | <b>Слабые стороны (Weaknesses):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Недостаточное соответствие образовательных программ (ОП) последним достижениям науки и практики</li> <li>— Отставание ОП от современных условий социального развития</li> <li>— Отсутствие модульных интегрированных образовательных программ</li> <li>— Недостаточная ориентация на запросы работодателей и практику работы образовательных учреждений</li> <li>— Недостаточная актуальность вариативной составляющей</li> <li>— Слабая сформированность у выпускников востребованных работодателями компетенций</li> <li>— Низкая академическая мобильность</li> <li>— Недостаточное знание иностранных языков</li> </ul> |
| Внешние факторы    | <b>Возможности (Opportunities):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>— ориентация образовательных услуг на запросы экономики и общества</li> <li>— индивидуализация обучения</li> <li>— повышение мобильности, увеличение импорта и экспорта образовательных услуг</li> <li>— рост роли репутации образовательных организаций как инструмента повышения доверия со стороны государства и общества</li> <li>— развитие электронного образовательного контента и дистанционного образования</li> </ul> | <b>Угрозы (Threats):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>— оптимизация (сокращение) сети учреждений высшего профессионального образования</li> <li>— рост конкуренции на рынке образовательных услуг</li> <li>— снижение востребованности выпускников на рынке труда</li> <li>— сокращение контрольных цифр приема и повышение минимального балла ЕГЭ</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

тентностного подхода, что также обеспечивает их конкурентные преимущества. Результатом комплексной работы по поддержке профессиональной мотивации и эффективной практической подготовки студентов является высокий процент трудоустройства выпускников (в 2012 году выпускники в целом по университету были трудоустроены на 82,1 %, процент трудоустройства выпускников педагогических направлений также составил 82,1). Кроме того, вуз имеет положительную репутацию на рынке образовательных услуг и уровень материально-технической

базы, отвечающий всем необходимым требованиям (аудиторный фонд, компьютеры, оргтехника, интерактивные доски, медиапроекторы, аудиоаппаратура и т. д.).

Вместе с тем высокие требования, предъявляемые современным рынком труда, определяют ряд слабых сторон образовательных программ университета. К ним относятся: недостаточное соответствие образовательных программ последним достижениям науки и практики, их отставание от современных условий социального развития; отсутствие многопрофильных, межвузовских и международных образовательных программ, малое число межкафедральных, межинститутских программ; недостаточная ориентация на запросы работодателей и практику работы образовательных учреждений; недостаточная актуальность вариативной составляющей (дисциплин по выбору); слабая сформированность у выпускников экономических, предпринимательских, управленческих и коммуникативных компетенций; недостаточное умение работать в команде, отсутствие навыков самопрезентации — тех компетенций, которые сейчас особенно востребованы работодателями; низкая академическая мобильность; недостаточное знание иностранных языков студентами и преподавателями, хотя именно эти два последних критерия являются к тому же показателями эффективности вуза по рейтингу Министерства образования и науки.

Несомненно, осознание и устранение перечисленных недостатков позволит повысить качество и конкурентоспособность образовательных программ вуза и эффективно использовать те возможности, которые предлагает вузам современный рынок образовательных услуг. Среди них можно выделить ориентацию на запросы экономики и общества; индивидуализацию обучения, повышенную потребность обучающихся в выстраивании индивидуальных образовательных траекторий; повышение академической и профессиональной мобильности, увеличение импорта и экспорта образовательных услуг; рост роли репутации образовательных организаций как инструмента повышения доверия со стороны государства и общества; интенсивное развитие и законодательное закрепление дистанционного образования, а также электронного образовательного контента.

Однако одновременно с открывающимися новыми возможностями современный рынок образовательных услуг содержит и новые угрозы и риски, такие, например, как оптимизация (сокращение) сети учреждений высшего профессионального образования и значительный рост конкуренции на рынке образовательных услуг. В связи с высшим педагогическим образованием можно отметить, что сегодня в Москве около тридцати вузов ведут подготовку педагогов, однако лишь два из них (Московский педагогический государственный университет и Московский городской педагогический университет) являются профильными педагогическими вузами, предлагающими большое количество образовательных программ (более ста). В других, непрофильных, вузах педагогических программ, как правило, не более четырех, но при этом они относятся к числу наиболее востребованных на рынке труда. Кроме того,

некоторые из этих вузов обладают высокой репутацией, дающей им конкурентное преимущество. Это прежде всего МГУ, ВШЭ, МГТУ им. Баумана и др. К рискам также можно отнести снижение востребованности выпускников на рынке труда, в особенности бакалавров, так как работодатели относятся к ним как к недостаточно подготовленным для самостоятельной профессиональной деятельности. По результатам мониторинга востребованности выпускников по программам МГПУ, самой низкой востребованностью отличаются следующие профили подготовки: «Ранняя комплексная помощь детям с ОР», «Дизайн», «Риторика в начальном образовании», «Биология с дополнительной подготовкой “Иностранный язык”», «География с дополнительной подготовкой “Иностранный язык”», «Психодиагностика в образовании», «Французский язык», «Китайский язык», «Начальное образование с дополнительной подготовкой “Иностранный язык”», «Экологическое образование», «Сурдопедагогика», «Японский язык». Наконец, серьезной угрозой конкурентоспособности программ является значительное сокращение контрольных цифр приема и повышение минимального балла ЕГЭ.

Анализ сильных и слабых сторон, возможностей и угроз рынка труда позволил определить подходы к созданию *модели управления конкурентоспособностью образовательных программ вуза* и прежде всего выявить основные направления повышения конкурентоспособности образовательных программ, так называемые драйверы роста. К ним относятся, во-первых, тщательное исследование рынка образовательных услуг, ожиданий и запросов заказчиков, которое позволит повысить качество образовательных программ и сделать их более востребованными. Во-вторых, это поддержка и повышение ранее сформировавшейся положительной репутации университета, так как репутация может служить действенным средством повышения конкурентоспособности любых товаров и услуг, в том числе и образовательных. В-третьих, в вузе назрела необходимость в создании гибких структур, способных оперативно и с опережением конструировать образовательные программы по запросам работодателей и обучающихся. Подобные структуры могут, кроме того, обеспечивать формирование конкурентных преимуществ образовательных программ и продвижение их на рынке образовательных услуг. В-четвертых, необходимо направить совместные скоординированные усилия всех научно-образовательных подразделений университета на создание изначально более конкурентоспособных многопрофильных образовательных межкафедральных, межинститутских, межвузовских и международных образовательных программ, предполагающих формирование широкого набора наиболее востребованных компетенций (предпринимательских, экономических, правовых, коммуникативных и др.). Нужно развивать адресную практическую подготовку выпускников по педагогическим направлениям на базе образовательных организаций различных типов, а также академическую мобильность и, в перспективе, организовать экспорт образовательных программ университета.

Для реализации перечисленных мер нужно предпринять ряд *тактических действий*. Прежде всего это разработка инструментария и систематическое проведение различных *мониторингов*, направленных на изучение запросов работодателей; образовательных программ вузов-конкурентов; образовательных программ МГПУ; повышение качества подготовки выпускников; а также их трудоустройства и закрепления. Кроме того, действенным инструментом повышения конкурентоспособности могут стать различные виды *аудита*: внутренний аудит образовательных программ университета; общественно-профессиональная экспертиза образовательных программ; международная сертификация образовательных программ; международная сертификация системы менеджмента качества образования; аудит профессиональной компетентности профессорско-преподавательского состава.

Следующей важной составляющей предлагаемой модели управления конкурентоспособностью образовательных программ университета является *управление персоналом*. Основными его направлениями должны стать: комплектация проектных групп разработчиков образовательных программ; создание системы опережающего обучения профессорско-преподавательского состава и сотрудников университета; организация сетевого взаимодействия с работодателями; создание на базе вуза сертификационного центра общественно-профессиональной экспертизы, а также экспертно-методического центра, решающего задачи государственной оценки и сертификации квалификаций педагогических работников на соответствие новым профессиональным стандартам.

Повышение конкурентоспособности образовательных программ невозможно без принципиального изменения подходов к их *конструированию*. В связи с этим представляются необходимыми следующие меры: модернизация существующих ОП с ориентацией на запросы рынка труда; разработка дополнительных модулей, направленных на формирование востребованных компетенций; создание уникальных (не представленных на рынке образовательных услуг) программ по запросам заказчиков; разработка и адресное внедрение программ педагогических мастерских.

Наконец, в современных экономических и социальных условиях повышение конкурентоспособности немыслимо без профессионального продвижения и развития связей с общественностью (PR), которые предполагают в данном случае проведение PR-кампании по продвижению образовательных программ вуза на рынке образовательных услуг; организованную PR-поддержку в прессе, на ТВ, в сети Интернет (на профильных сайтах, видеосервисах, в социальных сетях), а также публичные лекции-презентации новых образовательных программ, проводимые ведущими профессорами университета.

Чтобы проводить все перечисленные мероприятия системно и эффективно, необходимо, на наш взгляд, создание гибкой управленческой структуры, способной координировать деятельность разных подразделений универси-

тета. Такой структурой должна стать дирекция образовательных программ, которая может быть создана путем реорганизации учебного управления. Основными направлениями деятельности дирекции образовательных программ будут подготовка и проведение мониторингов, аудит, работа с персоналом (повышение его компетенций, организация проектных групп по конструированию программ), а также связи с общественностью и продвижение программ на рынке образовательных услуг.

Внедрение описанной в статье модели управления конкурентоспособностью образовательных программ университета, на наш взгляд, позволит достичь следующих результатов: повышения конкурентоспособности образовательных программ университета; повышения российского и международного рейтинга вуза и его конкурентоспособности на рынке образовательных услуг; повышения показателей эффективности университета; увеличения академической мобильности, экспорта образовательных услуг вуза и, как следствие, увеличения доходов вуза от образовательной деятельности.

### *Литература*

1. *Абрамкина А.А.* Оценка конкурентоспособности образовательных услуг вузов: автореф. дис. ... канд. экон. наук. Омск, 2011. 24 с.
2. *Корчагова Л.А.* Оценка конкурентоспособности вуза // *Маркетинг в России и за рубежом*. 2007. № 5. С. 48–54.
3. *Куцев Г.Р.* Обеспечение качества высшего образования в условиях рыночной экономики // *Педагогика*. 2004. № 3. С. 12–23.
4. *Мохначев С.А.* Современные тенденции развития управления конкурентоспособностью вуза // *Маркетинг в России и за рубежом*. 2008. № 1. С. 67–71.
5. *Плакий С.И.* Конкурентоспособность российского высшего образования // *Карьерный рост: транснациональные диалоги об управлении персоналом и развитии рынка труда: сб. научн. ст. / Под ред. А.Н. Крылова, К.Ю. Бёнкоста. М.: НИБ, 2007. С. 258–265.*
6. *Шилова М.И., Белых И.Л.* Формирование конкурентоспособности выпускника вуза // *Вестник ТГПУ*. 2010. Вып. 4. С. 39–45.

### *Literatura*

1. *Abramkina A.A.* Ocenka konkurentosposobnosti obrazovatel'ny'x uslug vuzov: avtoref. dis. ... kand. e'kon. nauk. Omsk, 2011. 24 s.
2. *Korchagova L.A.* Ocenka konkurentosposobnosti vuza // *Marketing v Rossii i za rubezhom*. 2007. № 5. S. 48–54.
3. *Kuczev G.R.* Obespechenie kachestva vy'sshego obrazovaniya v usloviyax ry'nochnoj e'konomiki // *Pedagogika*. 2004. № 3. S. 12–23.
4. *Moxnachev S.A.* Sovremennyy'e tendencii razvitiya upravleniya konkurentosposobnost'yu vuza // *Marketing v Rossii i za rubezhom*. 2008. № 1. S. 67–71.
5. *Plaksij S.I.* Konkurentosposobnost' rossijskogo vy'sshego obrazovaniya // *Kar'erny'j rost: transnacional'ny'e dialogi ob upravlenii personalom i razvitii ry'nka truda: sb. nauchn. st. / Pod red. A.N. Kry'lova, K. Yu. Byonkosta. M.: NIB, 2007. S. 258–265.*

6. *Shilova M.I., Bely'x I.L.* Formirovanie konkurentosposobnosti vy'pusknika vuza // Vestnik TGPU. 2010. Vyp. 4. S. 39–45.

***T.S. Ivanova***

**Competitive Recovery of University Educational Programs  
in the Megalopolis's Educational Services Market**

The article is devoted to an urgent and underexplored problem of marketability of educational services in the field of higher vocational education. By means of the method of SWOT-analysis there was made an attempt to define the level of university educational programs compliance to the labor market expectations. The article

*Keywords:* competitiveness of educational services market; educational programs competability; method of SWOT-analysis.

Т.И. Широкова

## **Итоги круглого стола «Практика преподавания основ безопасности жизнедеятельности: проблемы, поиски, решения»**

**Н**а кафедре безопасности жизнедеятельности Института естественных наук 4 апреля 2013 года в рамках дней науки МПГУ состоялся круглый стол на тему «Практика преподавания основ безопасности жизнедеятельности: проблемы, поиски, решения». В работе круглого стола приняли участие профессорско-преподавательский состав кафедры, магистранты первого и второго годов обучения, преподаватели основ безопасности жизнедеятельности и заместители директоров школ по безопасности. К конференции сотрудниками библиотеки Института естественных наук была подготовлена экспозиция последних оригинальных и периодических изданий по безопасности жизнедеятельности, а также работ преподавателей кафедры.

Тематика обсуждаемых проблем логично согласовывалась с приоритетными направлениями научно-исследовательской деятельности университета в 2013 году:

- современные подходы к содержанию, условиям и кадровому сопровождению образовательного процесса в системе дошкольного, общего, специального (коррекционного) и высшего профессионального образования, обеспечивающие их взаимодействие, доступность и качество;
- роль педагогического вуза в развитии социального пространства столичного мегаполиса;
- научно-методическое сопровождение деятельности по внедрению в образовательных учреждениях различного уровня современных стандартов качества образования («Московского стандарта качества образования»), инструментов его независимой оценки.

Ключевым выступлением, проложившим вектор обсуждаемых тем, явился доклад профессора В.А. Литвинова «Инновации в образовании», определивший требования к подготовке специалиста, способного к инновационной деятельности в современном образовательном учреждении, как одну из приоритетных задач высшей школы. Докладчик подчеркнул важность овладения будущими педагогами современной проблематикой и методикой инновационных процессов применительно к образованию в сфере безопас-

ности жизнедеятельности, формирования у них четкого понимания понятия инновации, сущности педагогической инновации, которая оправдана только в том случае, если направлена на улучшение и развитие системы образования и воспитания, выводя ее на более высокий уровень деятельности.

В продолжение обсуждения проблемы подготовки будущих преподавателей безопасности жизнедеятельности старший преподаватель кафедры М.В. Болкунова охарактеризовала активно развивающиеся инновационные процессы в сфере информационных технологий и необходимость повышения информационно-коммуникационной компетентности современного педагога для формирования эффективной образовательной среды и расширения образовательного пространства как в общеобразовательном учреждении, так и в высшей школе.

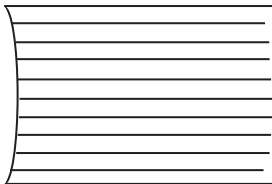
Современные требования к качеству подготовки учителей безопасности жизнедеятельности осознаются выпускниками кафедры и магистрантами в полной мере, что подтвердило сообщение Н.А. Холиной и П.В. Холина на тему «Использование межпредметных связей в ходе обучения учащихся правилам безопасного эксперимента по предметам естественно-научного цикла», а также доклад магистранта второго года обучения О.В. Смирновой «Технология проектов как форма продуктивного обучения в области экологической безопасности». Знакомство с их исследованиями по внедрению инновационных методов обучения в практику преподавания ОБЖ свидетельствует об их готовности осуществлять педагогический процесс, по словам профессора В.А. Литвинова, в условиях «инновационно трансформирующегося общества».

Участниками круглого стола всесторонне была обсуждена проблема преподавания основ безопасности жизнедеятельности в средних общеобразовательных учреждениях. Доцент кафедры А.В. Потапова привела интересные данные осуществленного ею исследования по изучению сравнения личностных свойств, влияющих на безопасное поведение старшеклассников и студентов младших курсов педагогического и технического вузов. К сожалению, проведенное исследование показало, что современные молодые люди в большинстве оканчивают школу, не сформировавшись как гармоничные личности, способные противостоять опасностям в различных жизненных ситуациях. По мнению выступающего, современная система обучения и воспитания в школе и вузе не обеспечивает формирования «уверенного в себе гармоничного человека». Исправить это положение в определенной степени может в том числе и дисциплина «Основы безопасности жизнедеятельности» при условии пересмотра и дополнения стандарта образования. Дополнением к сообщению А.В. Потаповой прозвучало выступление доцента Т.И. Широковой о снижении не только культуры безопасности, но и общей культуры учащихся школ, что само по себе является причиной снижения уровня безопасности личности.

По итогам круглого стола было одобрено несколько предложений по оптимизации преподавания основ безопасности жизнедеятельности:

– разработать для дисциплины «Основы безопасности жизнедеятельности» практикумы, направленные на выработку у учащихся умений и навыков безопасного поведения, особенно в социальной сфере, с учетом использования инновационных технологий и методов;

– с целью повышения инновационной компетентности учителей «Основ безопасности жизнедеятельности» разработать программу постоянно действующего семинара с привлечением как профессорско-преподавательского состава кафедры, так и учителей основ безопасности жизнедеятельности, успешно осуществляющих инновационный подход к преподаванию дисциплины.



## НА КНИЖНОЙ ПОЛКЕ

*От редакционной коллегии.* Начиная с этого номера журнал будет периодически публиковать статьи выдающихся представителей естественных наук различных исторических эпох, посвященных перспективам развития знаний о природе.

**В.И. Вернадский**

### Несколько слов о ноосфере

1. Мы приближаемся к решающему моменту во Второй мировой войне. Она возобновилась в Европе после 21-годового перерыва — в 1939 г. и длится в Западной Европе пять лет, а у нас, в Восточной Европе, три года. На Дальнем Востоке она возобновилась раньше — в 1931 г. — и длится уже 13 лет.

В истории человечества и биосфере вообще война такой мощности, длительности и силы *небывалое явление*.

К тому же ей предшествовала тесно с ней связанная причинно, но значительно менее мощная, Первая мировая война с 1914 по 1918 г.

В нашей стране эта Первая мировая война привела к новой — исторически небывалой — *форме государственности* не только в области экономической, но и в области национальных стремлений.

С точки зрения натуралиста (а думаю, и историка) можно и должно рассматривать исторические явления такой мощности как единый большой земной геологический, а не только *исторический* процесс.

Первая мировая война 1914–1918 гг. лично в моей научной работе отразилась самым решающим образом. Она изменила в корне моё *геологическое миропонимание*.

В атмосфере этой войны я подошел в геологии к новому для меня и для других и тогда забытому пониманию природы — к геохимическому и к биогеохимическому, охватывающему и косную и живую природу с одной и той же точки зрения.

2. Я провел годы Первой мировой войны в непрерывной научно-творческой работе; неуклонно продолжаю ее в том же направлении и до сих пор.

28 лет назад, в 1915 г., в российской Академии наук в Петрограде была образована академическая «Комиссия по изучению производительных сил» нашей страны, так называемый КЕПС (председателем которого я был), сыгравшая заметную роль в критическое время Первой мировой войны. Ибо для Академии наук совершенно неожиданно в *разгаре войны* выяснилось, что

в царской России не было точных данных о так называемом теперь стратегическом сырье, и нам пришлось быстро сводить воедино рассеянные данные и быстро покрывать недочеты нашего знания.

Подходя геохимически и биогеохимически к изучению геологических явлений, мы охватываем всю окружающую нас природу в одном и том же атомном аспекте. Это как раз — бессознательно для меня — совпадало с тем, что, как оказалось теперь, характеризует науку XX в. и отличает ее от прошлых веков. *XX век есть век научного атомизма.*

Все эти годы, где бы я ни был, я был охвачен мыслью о геохимических и биогеохимических проявлениях в окружающей меня природе (в биосфере). Наблюдая ее, я в то же самое время направил интенсивно и систематически в эту сторону и свое чтение, и свое размышление.

Полученные мной результаты я излагал постепенно, как они складывались, в виде лекций и докладов, в тех городах, где мне пришлось в то время жить: в Ялте, в Полтаве, в Киеве, в Симферополе, в Новороссийске, в Ростове и других.

Кроме того, всюду почти — во всех городах, где мне пришлось жить, — читал всё, что можно было в этом аспекте, в широком его понимании, достать.

Стоя на эмпирической почве, я оставил в стороне всякие философские искания и старался опираться только на точно установленные научные и эмпирические факты и обобщения, изредка допуская рабочие научные гипотезы. Это надо иметь в виду в дальнейшем.

В связи со всем этим в явлениях жизни я ввел вместо понятия «жизнь» понятие «живого вещества», сейчас, мне кажется, прочно утвердившееся в науке. *«Живое вещество» есть совокупность живых организмов.* Это не что иное, как научное, эмпирическое обобщение всех известных и легко и точно наблюдаемых бесчисленных, эмпирически бесспорных фактов.

Понятие «жизнь» всегда выходит за пределы понятия «живое вещество» в области философии, фольклора, религии, художественного творчества. Это всё отпало в «живом веществе».

3. В гуще, в интенсивности и в сложности современной жизни человек практически забывает, что он сам и все человечество, от которого он не может быть отделен, неразрывно связаны с биосферой — с определенной частью планеты, на которой они живут. Они геологически закономерно связаны с ее материально-энергетической структурой.

В общезнании обычно говорят о человеке как о свободно живущем и передвигающемся на нашей планете индивидууме, который свободно строит свою историю. До сих пор историки, вообще ученые гуманитарных наук, а в известной мере и биологи, сознательно не считаются с законами природы биосферы — той земной оболочкой, где может только существовать жизнь. Стихийно человек от нее неотделим. И эта неразрывность только теперь начинает перед ним точно выясняться.

В действительности ни один живой организм в свободном состоянии на Земле не находится. Все эти организмы неразрывно связаны — прежде всего *питанием* и *дыханием* — с окружающей их материально-энергетической средой. Вне ее в природных условиях они существовать не могут.

Замечательный петербургский академик, всю свою жизнь отдавший России, Каспар Вольф (1733–1794) в годы Великой французской революции (1789) ярко выразил это в книге, напечатанной по-немецки в Петербурге, «Об особенной и действенной силе, свойственной растительной и животной субстанциям». Он опирался на Ньютона, а не на Декарта, как огромное большинство биологов в его время.

4. Человечество, как *живое вещество*, неразрывно связано с материально-энергетической оболочкой земли — с ее *биосферой*. Оно не может физически быть от нее независимым ни на одну минуту.

Понятие «биосферы», т. е. «области жизни», введено было в биологию Ламарком (1744–1829) в Париже в начале XIX в., а в геологию Э. Зюссом (1831–1914) в Вене в конце того же века.

В нашем столетии биосфера получает совершенно новое понимание. Она выявляется как *планетное явление космического характера*.

В биогеохимии нам приходится считаться с тем, что жизнь (живые организмы) реально существует не только на одной нашей планете, не только в земной биосфере. Это установлено сейчас, мне кажется, без сомнений, пока для всех так называемых «земных планет», т. е. для Венеры, Земли и Марса.

5. В Биогеохимической лаборатории Академии наук в Москве, ныне переименованной в Лабораторию геохимических проблем, в сотрудничестве с академическим же Институтом микробиологии (директор — член-корр. Академии наук Б.Л. Исаченко) мы поставили проблему о *космической жизни* еще в 1940 г. как текущую научную задачу.

В связи с военными событиями эта работа была приостановлена и будет возобновлена при первой возможности.

В архивах науки, в том числе в нашей, мысль о жизни как о космическом явлении существовала уже давно. Столетия назад, в конце XVII в., голландский ученый Христиан Гюйгенс (1629–1695) в своей предсмертной работе, в книге «Космотеорос», вышедшей в свет уже после его смерти, научно выдвинул эту проблему.

Книга эта была дважды, по инициативе Петра I, издана на русском языке под заглавием «Книга мировоззрения» в первой четверти XVIII в.

Гюйгенс в ней установил научное обобщение, что «жизнь есть космическое явление, в *чем-то резко отличное* от косной материи». Это обобщение я назвал недавно «*принципом Гюйгенса*».

Живое вещество по весу составляет ничтожную часть планеты. По-видимому, это наблюдается в течение всего геологического времени, т. е. *геологически вечно*.

Оно сосредоточено в тонкой, более или менее сплошной, пленке на поверхности суши в тропосфере — в лесах и в полях — и проникает *весь океан*. Количество его исчисляется долями, не превышающими десятых долей процента биосферы по весу, порядка, близкого к 0,25 %. На суше оно идет не в сплошных скоплениях на глубину в среднем, вероятно, меньше 3 км. Вне биосферы его нет.

В ходе геологического времени оно закономерно изменяется морфологически. История живого вещества в ходе времени выражается в медленном изменении форм жизни, форм живых организмов, генетически между собой непрерывно связанных, от одного поколения к другому без перерыва.

Веками эта мысль поднималась в научных исканиях; в 1859 г. она, наконец, получила прочное обоснование в великих достижениях Ч. Дарвина (1809–1882) и А. Уоллеса (1882–1913). Она вылилась в учение об эволюции видов — *растений и животных*, в том числе и человека.

*Эволюционный процесс присущ только живому веществу. В косном веществе нашей планеты нет его проявлений.* Те же самые минералы и горные породы образовывались в криптозойской эре, какие образуются и теперь. Исключением являются биокосные природные тела, всегда связанные, так или иначе, с живым веществом.

Изменение морфологического строения живого вещества, наблюдаемого в процессе эволюции, в ходе геологического времени неизбежно приводит к изменению его химического состава. Этот вопрос сейчас требует экспериментальной проверки. Проблема эта поставлена нами в план работ 1944 г. совместно с Палеонтологическим институтом Академии наук.

6. Если количество живого вещества теряется перед косной и биокосной массами биосферы, то *биогенные породы* (т. е. созданные живым веществом) составляют скромную часть ее массы, идут далеко за пределы биосферы.

Учитывая явления метаморфизма, они превращаются, теряя всякие следы жизни, в гранитную оболочку, выходят из биосферы. *Гранитная оболочка Земли есть область былых биосфер.* В замечательной по многим мыслям книге Ламарка «Hundrogeologie» (1802) живое вещество, как я его понимаю, явилось создателем главных горных пород нашей планеты. Ж.Б. Ламарк де Монне (1744–1829) до самой смерти не принимал открытий Лавуазье (1743–1794). Но другой крупнейший химик Ж.Б. Дюма, его младший современник (1800–1884), много занимавшийся химией живого вещества, долго держался представлений *о количественном значении живого вещества* в строении горных пород биосферы.

7. Младшие современники Ч. Дарвина — Д.Д. Дана (1813–1895) и Д. Ле-Конт (1823–1901), два крупнейших североамериканских геолога (а Дана к тому же минералог и биолог), выявили еще в 1859 г. эмпирическое обобщение, которое показывает, что *эволюция живого вещества идет в определенном направлении.*

Это явление было названо Дана «цефализацией», а Ле-Контом «*психозойской эрой*». Д.Д. Дана, подобно Дарвину, пришёл к этой мысли, к этому пониманию живой природы во время своего кругосветного путешествия, которое он начал через два года после возвращения в Лондон Ч. Дарвина, т. е. в 1838 г., и которое продолжалось до 1842 г.

Нельзя здесь не отметить, что экспедиция, во время которой Дана пришёл к своим выводам о цефализации, о коралловых островах и т. д., фактически исторически тесно связана с исследованиями Тихого океана — океаническими путешествиями *русских моряков*, главным образом Крузенштерна (1770–1846). Изданные на немецком языке, они заставили американца Джона Рейнольдса (адвоката) добиваться организации такой же американской первой морской научной экспедиции. Он начал добиваться этого в 1827 г., когда появилось описание экспедиции Крузенштерна на немецком языке. Только в 1838 г., через одиннадцать лет, благодаря его настойчивости, эта экспедиция

состоялась. Эта была экспедиция Уилькиса (Wilkes), окончательно доказавшая существование Антарктиды.

8. Эмпирические представления о направленности эволюционного процесса — без попыток теоретически их обосновать — идут глубже, в XVIII в. Уже Бюффон (1707–1788) говорил о *царстве человека*, в котором он живет, основываясь на геологическом значении человека.

Эволюционная идея была ему чужда. Она была чужда и Л. Агассицу (1807–1873), введшему в науку идею о ледниковом периоде. Агассиц жил уже в эпоху бурного расцвета геологии. Он считал, что геологически наступило *царство человека*, но из богословских представлений высказывался против эволюционной теории. Ле-Конт указывает, что Дана, стоявший раньше на точке зрения, близкой к Агассицу, в последние годы жизни принял идею эволюции в ее тогда обычном, дарвиновском, понимании. Разница между представлениями о «психозойской эре» Ле-Конта и «цефализацией» Дана исчезла.

К сожалению, в нашей стране особенно, это крупное эмпирическое обобщение до сих пор остается вне кругозора биологов.

Правильность принципа Дана (психозойская эра Ле-Конта), который остался вне кругозора наших палеонтологов, может быть легко проверена теми, кто захочет это сделать, по любому современному курсу палеонтологии. Он охватывает не только все живое царство, но ярко проявляется и в отдельных типах животных.

Дана указал, что в ходе геологического времени, говоря современным языком, т. е. на протяжении двух миллиардов лет, по крайней мере, а наверное много больше, наблюдается (скачками) усовершенствование — рост — центральной нервной системы (мозга), начиная от ракообразных, на которых эмпирически и установил свой принцип Дана, и от моллюсков (головоногих) и кончая человеком. Это явление и названо им цефализацией. Раз достигнутый уровень мозга (центральной нервной системы) в достигнутой эволюции не идёт уже вспять, только вперед.

9. Исходя из геологической роли человека, А.П. Павлов (1854–1929) в последние годы своей жизни говорил об *антропогенной эре*, нами тогда переживаемой. Он не учитывал возможности тех разрушений духовных и материальных ценностей, которые мы сейчас переживаем вследствие варварского нашествия немцев и их союзников, через десять с небольшим лет после его смерти, но он правильно подчеркнул, что человек на наших глазах становится могучей геологической силой, всё растущей.

Эта геологическая сила сложилась геологически длительно, для человека совершенно незаметно. С этим совпало изменение (материально прежде всего) положения человека на нашей планете.

В XX в., впервые в истории Земли, человек узнал и охватил всю биосферу, закончив географическую карту планеты Земля, расселился по всей ее поверхности. *Человечество своей жизнью стало единым целым*. Нет ни одного клочка Земли, где бы человек не смог прожить, если бы это было ему нужно. Наше пребывание в 1937–1938 гг. на плавучих льдах Северного полюса это ярко доказало.

И одновременно с этим, благодаря мощной технике и успехам научного мышления, благодаря радио и телевидению, человек может мгновенно говорить в любой точке нашей планеты с кем угодно. Перелеты и перевозки достигли скорости нескольких сот километров в час, и на этом они еще не остановились.

Все это результат цефализации Дана (1856), роста человеческого мозга и направляемого им его труда.

В ярком образе экономист Л. Брентано иллюстрировал планетную значимость этого явления. Он подсчитал, что, если бы каждому человеку дать один квадратный метр и поставить всех людей рядом, они не заняли бы даже всей площади маленького Боденского озера на границе Баварии и Швейцарии. Остальная поверхность Земли осталась бы пустой от человека. Таким образом, все человечество, вместе взятое, представляет ничтожную массу вещества планеты. Мощь его связана не с его материей, но с его мозгом, с его разумом и направленным этим разумом его трудом.

В геологической истории биосферы перед человеком открывается огромное будущее, если он поймет это и не будет употреблять свой разум и свой труд на самоистребление.

10. Геологический эволюционный процесс отвечает *биологическому единству и равенству всех людей* — *Homo sapiens* и его геологических предков *Sinanthropus* и др., потомство которых для белых, красных, желтых и черных рас — любым образом среди них всех — развивается безостановочно в бесчисленных поколениях. Это — закон природы. Все расы между собой скрещиваются и дают плодovitое потомство.

В историческом состязании, например. В войне такого масштаба как нынешняя, в конце концов, побеждает тот, кто этому закону следует. Нельзя безнаказанно идти против принципа единства всех людей как закона природы. Я употребляю здесь понятие «закон природы», как это теперь всё больше входит в жизнь в области физико-химических наук, как точно установленное эмпирическое обобщение.

Исторический процесс на наших глазах коренным образом меняется. Впервые в истории человечества интересы народных масс — *всех и каждого* — и *свободной мысли личности* определяют жизнь человечества, являются мерилom его представлений о справедливости. Человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой. И перед ним, перед его мыслью и трудом, становится вопрос о *перестройке биосферы в интересах свободно мыслящего человечества как единого целого*.

Это новое состояние биосферы, к которому мы, не замечая этого, приближаемся, и есть «ноосфера».

11. В 1922/1923 г. на лекциях в Сорбонне в Париже я принял как основу биосферы *биогеохимические явления*. Часть этих лекций была напечатана в моей книге «Очерки геохимии».

Приняв установленную мною биогеохимическую основу биосферы за исходное, французский математик и философ-бергсонианец Е. Ле-Руа в своих лекциях в Коллеж де Франс в Париже ввел в 1927 г. понятие «ноосфера» как современной

стадии, геологически переживаемой биосферой. Он подчеркивал при этом, что он пришел к такому представлению вместе со своим другом, крупнейшим геологом и палеонтологом Тейяром де Шарденом, работающим теперь в Китае.

12. Ноосфера есть новое геологическое явление на нашей планете. В ней впервые человек становится крупнейшей *геологической силой*. Он может и должен перестраивать своим трудом и мыслью область своей жизни, перестраивать коренным образом по сравнению с тем, что было раньше. Перед ним открываются все более широкие творческие возможности. И может быть, поколение моей внучки уже приблизится к их расцвету.

Здесь перед нами встала новая загадка. *Мысль не есть форма энергии*. Как же может она изменять материальные процессы? Вопрос этот до сих пор научно не разрешен. Его поставил впервые, сколько я знаю, американский ученый, родившийся во Львове, математик и биофизик Альфред Лотка. Но решить его не мог.

Как правильно сказал некогда Гёте (1749–1832) — не только великий поэт, но и великий ученый, — в науке не можем знать только, как прошло что-нибудь, а не почему и для чего.

Эмпирические результаты такого «непонятного» процесса мы видим кругом нас на каждом шагу.

Минералогическая редкость — *самородное железо* — вырабатывается теперь в миллиардах тонн. Никогда не существовавший на нашей планете самородный алюминий производится теперь в любых количествах. То же самое имеет место по отношению к *почти бесчисленному множеству* вновь создаваемых на нашей планете искусственных химических соединений (биогенных культурных минералов). Масса таких искусственных минералов непрерывно возрастает. Все *стратегическое сырье* относится сюда.

Лик планеты — биосфера — химически резко меняется человеком сознательно и главным образом бессознательно. Меняется человеком физически и химически воздушная оболочка суши, все ее природные воды.

В результате роста человеческой культуры в XX в. все более резко стали меняться (химически и биологически) *прибрежные моря* и части океана. Человек должен теперь принимать всё большие и большие меры к тому, чтобы сохранить для будущих поколений никому не принадлежащие мировые богатства.

Сверх того человеком создаются новые виды и расы животных и растений.

В будущем нам рисуются как возможные сказочные мечтания: человек стремится выйти за пределы своей планеты в космическое пространство. И, вероятно, выйдет.

В настоящее время мы не можем не считаться с тем, что в переживаемой нами великой исторической трагедии мы пошли по правильному пути, который отвечает ноосфере.

Историк и государственный деятель только подходят к охвату явлений природы с этой точки зрения. Очень интересен в этом отношении подход к этой проблеме, как историка и государственного деятеля, Уинстона С. Черчилля (1932).

13. *Ноосфера* — последнее из многих состояний эволюции биосферы в геологической истории — состояние наших дней. Ход этого процесса только

начинает нами выясняться из изучения ее геологического прошлого в некоторых своих аспектах.

Приведу несколько примеров. Пятьсот миллионов лет тому назад, в кембрийской геологической эре, впервые в биосфере появились богатые кальцием скелетные образования животных, а растений больше двух миллиардов лет тому назад. Это — *кальциевая функция* живого вещества, ныне мощно развита, — была одной из важнейших эволюционных стадий геологического изменения биосферы.

Не менее важное изменение биосферы произошло 70–110 миллионов лет тому назад, во время меловой системы, и особенно третичной. В эту эпоху впервые создались в биосфере наши зеленые леса, всем нам родные и близкие. Это — другая большая эволюционная стадия, аналогичная ноосфере. Вероятно, в этих лесах эволюционным путем появился человек около 15–20 миллионов лет тому назад.

Сейчас мы переживаем новое геологическое эволюционное изменение биосферы. Мы входим в ноосферу.

Мы вступаем в нее — в новый стихийный геологический процесс — в грозное время, в эпоху разрушительной мировой войны.

Но важен для нас факт, что идеалы нашей демократии идут в унисон со стихийным геологическим процессом, с законами природы, отвечают ноосфере.

Можно смотреть поэтому на наше будущее уверенно. Оно в наших руках. Мы его не выпустим.

Статья впервые опубликована в 1944 году  
в журнале «Успехи современной биологии».  
Серия 18. Вып. 2. С. 118–120.

**АВТОРЫ «ВЕСТНИКА МГПУ»,  
СЕРИЯ «ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ»,  
2013, № 2 (12)**

**Азаркович Марина Ивановна** — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН.

E-mail: m-azarkovich@ippras.ru

**Бубнов Владимир Алексеевич** — доктор технических наук, профессор, действительный член Академии информатизации образования, заведующий общеинститутской кафедрой естественно-научных дисциплин Института математики и информатики ГБОУ ВПО МГПУ.

E-mail: vladimbubnov@yandex.ru

**Глыбина Анастасия Александровна** — магистрант кафедры методики преподавания биологии и общей биологии Института естественных наук ГБОУ ВПО МГПУ.

E-mail: nlv.mgpu@mail.ru

**Дмитриева Валентина Тимофеевна** — кандидат географических наук, профессор, заведующая кафедрой физической географии и геоэкологии Института естественных наук ГБОУ ВПО МГПУ.

E-mail: dvtmgpu@yandex.ru

**Загоскина Наталья Викторовна** — профессор, доктор биологических наук, действительный член Академии естественных наук, заведующая группой фенольного метаболизма растений Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН; профессор кафедры методики преподавания биологии и общей биологии Института естественных наук ГБОУ ВПО МГПУ.

E-mail: nzagoskina@mail.ru

**Зубков Николай Васильевич** — доцент, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры методики преподавания биологии и общей биологии Института естественных наук ГБОУ ВПО МГПУ.

E-mail: zubkovnv@mail.ru

**Зубкова Валентина Михайловна** — профессор, доктор биологических наук, профессор кафедры методики преподавания биологии и общей биологии Института естественных наук ГБОУ ВПО МГПУ.

E-mail: zubkova@rambler.ru

**Иванова Татьяна Семеновна** — кандидат педагогических наук, доцент, первый проректор ГБОУ ВПО МГПУ, член-корреспондент РАО.

E-mail: ivanovats@mgpu.ru

**Лапшин Петр Владимирович** — кандидат биологических наук, научный сотрудник Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН.

E-mail: phenolic@ippras.ru

**Мельникова-Поддубная Мария Александровна** — учитель географии ГБОУ СОШ № 924 г. Москвы, аспирант ГБОУ ВПО МГПУ ИЕН.

E-mail: mel\_maria@list.ru

**Назаренко Людмила Владимировна** — доцент, кандидат биологических наук, доцент кафедры методики преподавания биологии и общей биологии Института естественных наук ГБОУ ВПО МГПУ.

E-mail: nlv.mgpu@mail.ru

**Напрасников Александр Тимофеевич** — доктор географических наук, главный научный сотрудник Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН (г. Иркутск).

E-mail: naprasnikov@irigs.irk.ru

**Новиков Юрий Евгеньевич** — преподаватель-организатор ОБЖ ГБОУ СОШ № 262 г. Москвы, адъюнкт Военной академии им. Петра Великого.

E-mail: grizzly25@mail.ru

**Подболотова Марина Ивановна** — кандидат педагогических наук, доцент кафедры экономической географии и социальной экологии Института естественных наук ГБОУ ВПО МГПУ.

E-mail: mar-podbolotova@yandex.ru

**Резанов Александр Геннадьевич** — профессор, доктор биологических наук, заведующий кафедрой биологии животных и растений Института естественных наук ГБОУ ВПО МГПУ.

E-mail: RezanovAG@mail.ru

**Тимакова Мария Сергеевна** — аспирантка кафедры экономической географии и социальной экологии Института естественных наук ГБОУ ВПО МГПУ.

E-mail: mafatim

**Фадеева Елена Олеговна** — доцент, кандидат биологических наук, доцент кафедры физической географии и геоэкологии Института естественных наук ГБОУ ВПО МГПУ, старший научный сотрудник Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН.

E-mail: alekto@aha.ru

**Широкова Татьяна Ивановна** — доцент кафедры безопасности жизнедеятельности Института естественных наук ГБОУ ВПО МГПУ.

E-mail: shirokova.t.i@gmail.com

**Шульгина Ольга Владимировна** — профессор, доктор исторических наук, кандидат географических наук, заведующая кафедрой экономической географии и социальной экологии Института естественных наук ГБОУ ВПО МГПУ.

E-mail: olga\_shulgina@mail.ru

## «MCTTU Vestnik». Series «Natural Science» / Authors, 2013, № 2 (12)

***Azarkovitch Marina Ivanovna*** — PhD (Biology), senior researcher of K.A. Timiryazev Institute of plant physiology, RAS.

E-mail: m-azarkovich@ippras.ru

***Bubnov Vladimir Alexeevich*** — Doctor of Engineering, professor, full member of Academy of Informatization in Education, head of Natural Sciences department, Mathematics and Computer Science institute of MCTTU.

E-mail: vladimbubnov@yandex.ru

***Glybina Anastasia Alexandrovna*** — Master's degree student of of Methods of Biology and General Biology Teaching department, Natural Sciences institute of MCTTU.

E-mail: nlv.mgpu@mail.ru

***Dmitrieva Valentina Timofeevna*** — PhD (Geography), professor, head of Physical Geography and Geo-ecology department, Natural Sciences institute of MCTTU.

E-mail: dvtmgpu@yandex.ru

***Zagoskina Natalia Victorovna*** — professor, Doctor of Biology, full member of Academy of Natural Sciences; head of Plant Phenol Metabolism research group, professor of Methods of Biology and General Biology Teaching department, Natural Sciences institute of MCTTU

E-mail: nzagoskina@mail.ru

***Zubkov Nikolai Vladimirovich*** — docent, PhD (Agriculture), associate professor of Methods of Biology and General Biology Teaching department, Natural Sciences institute of MCTTU

E-mail: zubkovnv@mail.ru

***Zubkova Valentina Mikhajlovna*** — Doctor of Biology, professor of Methods of Biology and General Biology Teaching department, Natural Sciences institute of MCTTU.

E-mail: zubkova@rambler.ru

***Ivanova Tatiana Semyonovna*** — PhD (Pedagogy), docent, first vice-rector of MCTTU, Associate member of RAE.

E-mail: ivanovats@mgpu.ru

***Lapshin Pyotr Vladimirovich*** — PhD (Biology), researcher of K.A. Timiryazev Institute of plant physiology, RAS.

E-mail: phenolic@ippras.ru

**Melnikova-Poddubnaya Maria Alexandrovna** — Geography teacher of SBEI SCS № 924 г. Moscow, postgraduate of Natural Sciences institute, MCTTU.

E-mail: mel\_maria@list.ru

**Nazarenko Lyudmila Vladimirovna** — docent, PhD (Biology), associate professor of Methods of Biology and General Biology Teaching department, Natural Sciences institute of MCTTU.

E-mail: nlv.mgpu@mail.ru

**Naprasnikov Alexander Timofeevich** — Doctor of Geography, chief researcher of V.B. Sochava Geography institute SB RAS, Irkutsk.

E-mail: naprasnikov@irigs.irk.ru

**Novikov Yury Evgenievich** — organizing instructor of BS&S (Basics of safety and survival) of SBEI SCS № 262, associate professor of Peter the Great Military Academy.

E-mail: grizzly25@mail.ru

**Podbolotova Marina Ivanovna** — PhD (Pedagogy), associate professor of Economical Geography and Social Ecology department, Natural Sciences Institute of MCTTU.

E-mail: mar-podbolotova@yandex.ru

**Rezanov Alexander Gennadievich** — Doctor of Biology, professor, head of Animals and Plants Biology department, Natural Sciences Institute of MCTTU.

E-mail: RezanovAG@ins.mgpu.ru

**Timakova Maria Srgeevna** — postgraduate аспирантка of Economic Geography and Social Ecology department, Natural Sciences institute of MCTTU.

E-mail: mafatim

**Fadeeva Elena Olegovna** — PhD (Biology), associate professor of Physical Geography and Geo-ecology department, Natural Sciences institute of MCTTU, senior researcher of A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS.

E-mail: alekto@aha.ru

**Shirokova Tatiana Ivanovna** — associate professor of Life Security department, Natural Sciences institute of MCTTU.

E-mail: shirokova.t.i@gmail.com

**Shul'gina Olga Vladimirovna** — Doctor of History, PhD (Geography), professor head of Economic Geography and Social Ecology department, Natural Sciences institute of MGPU.

E-mail: olga\_shulgina@mail.ru

## Требования к оформлению статей

Уважаемые авторы!

Редакция просит Вас при подготовке материалов, предназначенных для публикации в «Вестнике МГПУ», руководствоваться требованиями к оформлению научной литературы, рекомендованными Редакционно-издательским советом Университета.

1. Шрифт — Times New Roman, 14 кегль, межстрочный интервал — 1,5, поля: верхнее, нижнее и левое — по 20 мм, правое — 10 мм. Объем статьи, включая список литературы, постраничные сноски и иллюстрации, не должен превышать 40 тыс. печатных знаков (1,0 а.л.). При использовании латинского или греческого алфавита обозначения набираются: латинскими буквами — в светлом курсивном начертании; греческими буквами — в светлом прямом. **Рисунки** должны выполняться в графических редакторах. **Графики, схемы, таблицы** нельзя сканировать.

2. Инициалы и фамилия автора набираются полужирным шрифтом в начале статьи слева; заголовок — посередине полужирным шрифтом.

3. В начале статьи после названия помещаются аннотация на русском языке (не более 500 печатных знаков) и ключевые слова (не более 5). Ключевые слова и словосочетания разделяются точкой с запятой.

4. Статья снабжается приставным списком литературы, оформленным в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5–2008 «Библиографическая запись» на русском и английском языках.

5. Ссылки на издания из приставного списка даются в тексте в квадратных скобках, например: [3: с. 57] или [6: Т. 1, кн. 2, с. 89].

6. Ссылки на Интернет-ресурсы и архивные документы помещаются в тексте в круглых скобках или внизу страницы по образцам, приведенным в ГОСТ Р 7.0.5–2008 «Библиографическая ссылка».

7. В конце статьи (после списка литературы) указываются автор, название статьи, аннотация и ключевые слова на английском языке.

8. Рукопись подается в редакцию журнала в установленные сроки на электронном и бумажном носителях.

9. К рукописи прилагаются сведения об авторе (ФИО, ученая степень, звание, должность, место работы, электронный адрес для контактов) на русском и английском языках.

10. Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

В случае несоблюдения какого-либо из перечисленных пунктов автор по требованию главного или выпускающего редактора обязан внести необходимые изменения в рукопись в пределах срока, установленного для ее доработки.

Более подробно о требованиях к оформлению рукописи можно посмотреть на сайте [www.mgpi.ru](http://www.mgpi.ru) в разделе «Документы» издательского отдела Научно-информационного издательского центра.

По вопросам публикации статей в журнале «Вестник МГПУ», серия «Естественные науки» обращаться к составителю, заведующей кафедрой безопасности жизнедеятельности *Мапельман Валентине Михайловне* (e-mail: [mapelman@mail.ru](mailto:mapelman@mail.ru)).

## **Вестник МГПУ**

Журнал Московского городского педагогического университета

*Серия «Естественные науки»*

№ 2 (12), 2013

### **Главный редактор:**

доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук,  
профессор ***С.Л. Атанасян***

### **Составитель:**

доктор философских наук, профессор ***В.М. Манельман***

Свидетельство о регистрации средства массовой информации:

ПИ № 77-5797 от 20 ноября 2000 г.

Главный редактор выпуска:

кандидат исторических наук, старший научный сотрудник ***Т.П. Веденеева***

Редактор:

***В.П. Бармин***

Корректор:

***Л.Г. Овчинникова***

Перевод на английский язык:

***О.В. Вострикова***

Техническое редактирование и верстка:

***О.Г. Арефьева***

**Адрес Научно-информационного издательского центра ГБОУ ВПО МГПУ:**

129226, Москва, 2-й Сельскохозяйственный проезд, д. 4.

Телефон: 8-499-181-50-36. E-mail: Vestnik@mgpu.ru

Подписано в печать: 26.09.2013 г. Формат 70 × 108 1/16

Бумага офсетная.

Объем усл. 8,75 п.л. Тираж 1000 экз.