



ВЕСНІК

ВІЦЕБСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА
ЎНІВЕРСІТЭТА

2012 N 4(70)

ВЕСНІК

Віцебскага дзяржаўнага
ўніверсітэта

НАВУКОВА-ПРАКТЫЧНЫ
ЧАСОПІС

Выдаецца з верасня 1996 года
Выходзіць шэсць разоў у год

2012 № 4(70)

ЗАСНАВАЛЬНІК:

установа адукацыі «Віцебскі дзяржаўны ўніверсітэт імя
П.М. Машэрава»

Рэдакцыйная калегія:

А.П. Саладкоў (*галоўны рэдактар*),
І.М. Прышчэпа (*нам. галоўнага рэдактара*)

Г.П. Арлова, Я.Я. Аршанскі, Н.І. Бумажэнка, М.Ц. Вараб'ёў,
Я.А. Васіленка, В.Н. Вінаградаў, Н.С. Віслабокава,
А.Л. Гладкоў, Н.Ю. Каневалава, В.Я. Кузьменка,
А.С. Ключнікаў, В.М. Мінаева, Н.А. Ракава, Г.Г. Сушко,
Ю.В. Трубнікаў, А.А. Чыркін, В.М. Шут

Рэдакцыйны савет:

А.Р. Александровіч (*Польшча*), **Го Вэньбінь** (*Кітай*),
В.І. Казарэнкаў (*Расія*), **Ф.М. Ліман** (*Украіна*),
Э. Рангелава (*Балгарыя*), **В.А. Шчарбакоў** (*Малдова*)

Сакратарыят:

Г.У. Разбоева (*адказны сакратар*),
В.Л. Пугач, Т.Я. Сафранкова, А.М. Фенчанка

*Часопіс «Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта» ўключаны ў Пералік
навуковых выданняў Рэспублікі Беларусь для апублікавання вынікаў
дысертацыйных даследаванняў па біялагічных, педагагічных,
фізіка-матэматычных навук, а таксама цытуецца і рэферыруецца
ў рэфератыўных выданнях УНІТІ*

Адрас рэдакцыі:

210038, г. Віцебск, Маскоўскі пр-т, 33,
пакой 202, т. 21-48-93.
E-mail: nauka@vsu.by
<http://www.vsu.by>

Рэгістрацыйны № 750 ад 27.10.2009.

Падпісана ў друк 24.08.2012. Фармат 60×84 1/8. Папера друкарская.
Ум. друк. арк. 14,88. Ул.-выд. арк. 11,26. Тыраж 100 экз. Заказ .

Матэматыка

<i>Заренок М.А.</i> Преобразование Лапласа p -адических функций	5	ния социально-профессиональных функций и ролей	90
<i>Витко Е.А.</i> О проблеме Бейдельмана–Брюстера–Хаука в теории фиттинговых функций	16		
<i>Воробьев Н.Н., Мехович А.П.</i> О стоуновых решетках кратно насыщенных формаций	20		
<i>Мурашко В.И., Васильев А.Ф.</i> О произведениях частично субнормальных подгрупп конечных групп	24		

Біялогія

<i>Кочергин Б.Н., Степанова Н.А., Толкачева Т.А., Чиркин А.А.</i> Характеристика жидкого содержимого куколок дубового шелкопряда	28
<i>Володько И.К., Гулис А.Л., Рупасова Ж.А.</i> Основные итоги интродукционных исследований с листопадными и вечнозелеными видами <i>Rhododendron</i> L. в условиях Беларуси	37
<i>Волков В.Л.</i> Представители рода <i>Астрофитум</i> (<i>Astrophytum</i> Lem.) в условиях закрытого грунта ботанического сада Витебского государственного университета	42
<i>Тарасевич А.Ю.</i> Влияние загрязнения почвы моторным маслом SAE 15W-40 на выживаемость и некоторые репродуктивные показатели дождевых навозных червей	48
<i>Толкачева Т.А., Концевая И.И.</i> Изучение протекторных свойств водного экстракта куколок дубового шелкопряда при цитотоксической активности ионов меди в <i>Allium</i> -тесте	52
<i>Кузьменко В.В.</i> Коростель (<i>Crex crex</i> L.) на сельскохозяйственных землях Белорусского Поозерья	61
<i>Шпилевская Н.С.</i> Трансформация лесных фитоценозов после пожаров	67
<i>Пискунов В.И., Гершензон З.С., Кавурка В.В.</i> К изучению видового состава микрочешуекрылых (Lepidoptera: Yponomeutidae, Argyresthiidae, Plutellidae, Tortricidae) Беларуси	73

Педагогіка

<i>Орлова А.П.</i> Стратегические основы международной академической мобильности и регионализации подготовки специалистов социальной сферы в контексте принципа поликультурности ...	84
<i>Качан Г.А., Семенова Н.С.</i> Социальная активность будущих специалистов социальной работы как основа эффективного осуществле-	

Mathematics

Zarenok M.A. Laplace transformation of p -adic functions 5

Vitko E.A. On the problem of Beidleman–Brewster–Hauck in the theory of Fitting functors 16

Vorob'ev N.N., Mekhovich A.P. On Stone lattices of multiply saturated formations 20

Murashka V.I., Vasil'ev A.F. On the Products of Partially Subnormal Subgroups of Finite Groups 24

Biology

Kochergin B.N., Stepanova N.A., Tolkacheva T.A., Chirkin A.A. Characteristics of the liquid contents of the oak silkworm pupae 28

Volodko I.K., Gulis A.L., Rupasova Zh.A. Main findings of introduction studies with deciduous and evergreen species of *Rhododendron* L. in Belarus 37

Volkov V.L. Representatives of *Astrophytum* genus (*Astrophytum* Lem.) in hothouses of Vitebsk State University botanical gardens 42

Tarasevich A.Yu. The impact of soil pollution with motor oil SAE 15W-40 on muckworm survival and reproduction rate 48

Tolkacheva T.A., Kontsevaya I.I. Study of protective properties of the aqueous extract of oak silkworm pupae with cytotoxic activity of copper ions in the *Allium*-test 52

Kuzmenko V.V. Corn-crake (*Crex crex* L.) on the agricultural lands of Belarusian Lake District (Poozeriye)..... 61

Shpileuskaya N.S. Transformation of forest plant communities after fires 67

Piskunov V.I., Gershenson Z.S., Kavurka V.V. To the knowledge of specific diversity of microlepidopteran moth (Lepidoptera: Yponomeutidae, Argyresthiidae, Plutellidae, Tortricidae) of Belarus 73

Pedagogy

Orlova A.P. Strategic bases of international academic mobility and region based training of social workers in the context of multicultural principle 84

Kachan G.A., Semenova N.S. Social activity of would be specialists in social work as basis for effective implementation of the social and professional functions and roles 90

Ключников А.С., Чирвоная Ю.М. Формирование социально-инновационной компоненты в выпускном резюме студентов специализации «Физика (управленческая деятельность)» 97

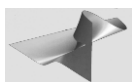
Минина Н.В., Плыгавко Е.И. Развитие быстроты у детей старшего дошкольного возраста на основе использования подвижных игр 102

Васильева О.В. Обучение светской беседе специалиста по международным отношениям .. 108

Капранова Е.А. Интерактивные формы обучения как средство эффективной организации образовательного процесса в вузе 116

Жидкевич В.И. Переходные процессы в электрических цепях постоянного тока в школьном курсе физики 123

Kluchnikov A.S., Chyrvonaya Y.M. Formation of social and innovative component in the final résumé (CV) of students majoring in Physics (Management activity)	97	Vasilieva O.V. Small talk discourse in education of foreign relations specialists	108
Minina N.V., Plygavko E.I. Development of quickness of preschool children on the basis of quick movement games	102	Kapranova E.A. Interactive forms of teaching as a means of effective organization of the educational process at the university	116
		Zhidkevich V.I. Transition processes in electric current chains of constant current in school course of Physics	123



Преобразование Лапласа p -адических функций

М.А. Заренок

Белорусский государственный университет

В данной статье рассматривается преобразование Лапласа p -адической функции. Преобразование Лапласа p -адической функции определено при помощи интеграла Волкенборна. Проведено исследование свойств преобразования Лапласа p -адических функций. Получена формула преобразования Лапласа от m -ой функции Малера. Доказано, что образ Лапласа m -ой функции Малера имеет устранимую точку разрыва $a = 1$ и является непрерывной функцией на $B_1(1)$. Далее доказаны существование преобразования Лапласа непрерывно-дифференцируемых функций и непрерывность образа Лапласа непрерывно-дифференцируемых функций в шаре $B_1(1)$. Последний результат получилось значительно усилить, показав, что образ Лапласа непрерывно-дифференцируемой функции является аналитической на шаре $B_1(1)$ функцией. Установлена связь между преобразованием Лапласа и разностным оператором Δ , заменяющим производную во многих задачах p -адического анализа. Получена формула обращения (обратного преобразования Лапласа) и описан класс аналитических функций, для которых она применима. Доказано, что преобразование Лапласа непрерывно-дифференцируемой функции допускает дифференцирование по параметру.

Ключевые слова: преобразование Лапласа, p -адическая функция.

Laplace transformation of p -adic functions

M.A. Zarenok

Belarusian State Medical University

The article considers Laplace transformation of p -adic function. Laplace transformation of p -adic function is defined with the help of the Volkenborn integral. Study of the properties of Laplace transformation of p -adic functions is conducted. Laplace transformation formula from m -Maler function is obtained. It is proven that Laplace image of m -Maler function has removable point of distortion $a=1$ and is a continuous function on $B_1(1)$. Further, the existence of Laplace transformation of continuously differentiated functions as well as continuity of Laplace image of continuously differentiated functions in sphere $B_1(1)$ is proven. We managed to considerably increase the last result by showing that Laplace image of continuously differentiated function is an analytical on sphere $B_1(1)$ function. Connection is found out between Laplace transformation and difference operator Δ , which substitutes the initial in many tasks of p -adic analysis. Transformation formula (reverse Laplace transformation) is obtained and analytical function class, for which it is applicable, is described. It is proven that Laplace transformation of continuously differentiated function lets parameter differentiation.

Key words: Laplace transformation, p -adic function.

Классическое преобразование Лапласа $(Lf)(s) = \int_0^{+\infty} f(t) a^s \frac{dt}{t}$, где $s \in \mathbb{C}$, от функции действительной переменной широко используется в научных и инженерных расчетах благодаря тому, что многим соотношениям и операциям над оригиналами соответствуют более простые соотношения над их изображениями. Так, свертка двух функций сводится в пространстве изображений к операции умножения, а линейные дифференциальные уравнения становятся алгебраическими.

В данной статье рассматривается преобразование Лапласа p -адических функций. Дано определение преобразования Лапласа. Проведено исследование свойств преобразования Лапласа p -адических функций. В частности,

доказаны существование преобразования Лапласа непрерывно-дифференцируемых функций и его аналитичность в шаре $B_1(1)$, а также установлена связь между преобразованием Лапласа и разностным оператором Δ , заменяющим производную во многих задачах p -адического анализа. Была получена формула обращения для преобразования Лапласа и описан класс аналитических функций, для которых она применима.

Пусть $B_1(1) := \{x \in \mathbb{C}_p : |x - 1|_p < 1\}$ — открытый в $\mathbb{C}_p$ шар с центром в точке $x_0 = 1$ радиуса 1. p -Адический логарифм определяется на $B_1(1)$ с помощью ряда Тейлора [1]:

$$\log(x) = \sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^{n+1} \frac{(x-1)^n}{n}. \quad (1)$$

Определение 1. Преобразование Лапласа функции $f \in C^1(Z_p \rightarrow Q_p)$ назовем функцию $(Lf)(a)$ такую, что

$$(Lf)(a) = V \int_{Z_p} f(x) a^x dx,$$

где $a \in B_1(1)$, $a \neq 1$ – интеграл Волкенборна [1, с. 167].

Замечание 1. Ограничение гладкости функции f продиктовано свойствами интеграла Волкенборна.

Замечание 2. Несложно видеть, что преобразование Лапласа $(Lf)(a)$ является линейным функционалом на $C^1(Z_p)$.

Поскольку функции Малера в p -адическом анализе используются в качестве базиса, то в первую очередь вычислим преобразование Лапласа от функции Малера $f(x) = \binom{x}{m}$.

Напомним некоторые свойства функций Малера и интеграла Волкенборна, которые понадобятся в дальнейших рассуждениях:

$$V \int_{Z_p} \binom{x}{m} dx = \frac{(-1)^m}{m+1}; \quad (2)$$

$$\left[\binom{x}{m} \right]_{x=0}^1 = \frac{(-1)^{m-1}}{m}; \quad (3)$$

$$\binom{x+1}{m} = \binom{x}{m} + \binom{x}{m-1}; \quad (4)$$

$$V \int_{Z_p} \binom{x}{0} a^x dx = V \int_{Z_p} a^x dx = \frac{1}{a-1} \log a; \quad (5)$$

$$V \int_{Z_p} f(x+1) dx = V \int_{Z_p} f(x) dx + f'(0), \quad (6)$$

$$\forall f(x) \in C^1(Z_p \rightarrow Q_p).$$

Вышеперечисленные свойства с полными доказательствами можно найти в [1].

Теорема 1. 1. Пусть $f(x) = \binom{x}{m}$ – m -ая функция Малера, тогда преобразование Лапласа функции f вычисляется по формуле

$$(Lf)(a) = V \int_{Z_p} \binom{x}{m} a^x dx = \frac{(-1)^m a^m \log a}{(a-1)^m} + \sum_{k=1}^m \frac{(-1)^{m+1} a^{m-k}}{k(a-1)^{m+1-k}}. \quad (7)$$

2. Образ Лапласа (7) имеет устранимую точку разрыва $a=1$ и является непрерывной функцией на $B_1(1)$.

Доказательство. 1. Вычисления проведем методом производящей функции. На первом этапе доказательства рассмотрим интеграл

$$\text{Волкенборна от функции } g(x+1) = \binom{x+1}{m} a^{x+1}.$$

Тогда с учетом свойств (3) и (6) получаем

$$V \int_{Z_p} \binom{x+1}{m} a^{x+1} dx = V \int_{Z_p} \binom{x}{m} a^x dx + \left[\binom{x}{m} a^x \right]_{x=0}^1 =$$

$$= V \int_{Z_p} \binom{x}{m} a^x dx + \frac{(-1)^{n-1}}{n}.$$

С другой стороны, с учетом свойства (4)

$$V \int_{Z_p} \binom{x+1}{m} a^{x+1} dx =$$

$$= a V \int_{Z_p} \binom{x}{m} a^x dx + a V \int_{Z_p} \binom{x}{m-1} a^x dx.$$

Приравняем левые части предыдущих равенств

$$V \int_{Z_p} \binom{x}{m} a^x dx + \frac{(-1)^{n-1}}{n} =$$

$$= a V \int_{Z_p} \binom{x}{m} a^x dx + a V \int_{Z_p} \binom{x}{m-1} a^x dx.$$

Откуда следует, что

$$(a-1) V \int_{Z_p} \binom{x}{m} a^x dx =$$

$$= -a V \int_{Z_p} \binom{x}{m-1} a^x dx + \frac{(-1)^{m-1}}{m}. \quad (8)$$

Пусть $I_m(a) = V \int_{Z_p} \binom{x}{m} a^x dx$. Тогда с учетом свойства (5) получаем

$$\begin{cases} I_m(a) = \frac{1}{a-1} \left(-a I_{m-1}(a) + \frac{(-1)^{m-1}}{m} \right), & m \geq 1, \\ I_0(a) = \frac{1}{a-1} \log a, & m = 0, \end{cases}$$

Введем ряд

$$F(a; z) = \sum_{m=0}^{+\infty} I_m(a) z^m, \quad F(a, 0) = \frac{1}{a-1} \log a,$$

который при фиксированном $a \in B_1(1)$ сводится к формальному степенному ряду по переменной z . Несложно видеть, что m -ый коэффициент в разложении Тейлора функции $F(a, z)$ будет равен преобразованию Лапласа от m -ой функции Малера. Найдем формальную производную введенной функции по переменной z

$$\frac{d}{dz} F(a, z) = \sum_{m=1}^{+\infty} I_m(a) m z^{m-1} = \sum_{m=0}^{+\infty} I_{m+1}(a) (m+1) z^m.$$

Приведем выражение $I_{m+1}(a)(m+1)$ к более удобному виду для дальнейших вычислений:

$$\begin{aligned} I_{m+1}(a)(m+1) &= \frac{1}{a-1} \left((-1)^m - a I_m(a)(m+1) \right) = \\ &= \frac{1}{a-1} \left((-1)^m - a I_m(a) m - a I_m(a) \right). \end{aligned}$$

Подставим результат в формулу для $\frac{d}{dz} F(a, z)$ и преобразуем полученное выражение:

$$\begin{aligned} (a-1) \frac{d}{dz} F(a, z) &= (a-1) \sum_{m=0}^{+\infty} I_{m+1}(a) (m+1) z^m = \\ &= \sum_{m=0}^{+\infty} \left((-1)^m - a I_m(a) m - a I_m(a) \right) z^m = \\ &= \sum_{m=0}^{+\infty} (-1)^m z^m - a z \sum_{m=0}^{+\infty} I_m(a) m z^{m-1} - a \sum_{m=0}^{+\infty} I_m(a) z^m = \\ &= \frac{1}{1+z} - a z \frac{d}{dz} F(a, z) - a F(a, z). \end{aligned}$$

Таким образом, для нахождения функции $F(a, z)$ достаточно решить дифференциальное уравнение

$$(a-1) \frac{d}{dz} F(a, z) = \frac{1}{1+z} - a z \frac{d}{dz} F(a, z) - a F(a, z).$$

Приведем подобные слагаемые и выделим полный дифференциал:

$$\begin{aligned} ((a-1) + az) \frac{d}{dz} F(a, z) + a F(a, z) &= \frac{1}{1+z}, \\ \frac{d}{dz} [((a-1) + az) F(a, z)] &= \frac{1}{1+z}. \end{aligned}$$

Решением данного дифференциального уравнения является функция

$$F(a, z) = \frac{\log(1+z) + C(a)}{(a-1) + az},$$

где $C(a)$ – некоторая константа, зависящая от a . Вычислив значение функции $F(a, z)$ в точке $F(a, 0)$, получаем, что $C(a) = \log a$. Таким образом, итоговая формула функции $F(a, z)$ имеет следующий вид:

$$F(a, z) = \frac{\log(1+z) + \log a}{(a-1) + az}.$$

Последовательно дифференцируя функцию $F(a, z)$ по z , получаем формулу m -ой производной $F_z^{(m)}(a, z)$

$$\begin{aligned} F_z^{(m)}(a, z) &= \frac{(-1)^m a^m (\log a + \log(1+z)) m!}{(a-1+az)^{m+1}} + \\ &+ \sum_{k=1}^m \frac{(-1)^{m+1} a^{m-k} m!}{k(a-1+az)^{m+1-k} (1+z)^k}, \end{aligned}$$

из чего вытекает доказательство формулы (7):

$$\begin{aligned} \left(L \left(\begin{matrix} x \\ m \end{matrix} \right) \right) (a) &= I_m(a) = \frac{F_z^{(m)}(a, 0)}{m!} = \\ &= \frac{(-1)^m a^m \log a}{(a-1)^{m+1}} + \sum_{k=1}^m \frac{(-1)^{m+1} a^{m-k}}{k(a-1)^{m+1-k}}. \end{aligned}$$

2. Для всех $a \in B_1(a)$ таких, что $a \neq 1$, непрерывность преобразования Лапласа вытекает из формулы (7).

Рассмотрим непрерывность преобразования Лапласа в точке $a=1$.

Оценим разность

$$\begin{aligned} |(Lf(a)) - (Lf(1))|_p &= \\ &= \left| V \int_{Z_p} a^x \begin{pmatrix} x \\ m \end{pmatrix} dx - V \int_{Z_p} \begin{pmatrix} x \\ m \end{pmatrix} dx \right|_p = \\ &= \left| V \int_{Z_p} (a^x - 1) \begin{pmatrix} x \\ m \end{pmatrix} dx \right|_p. \end{aligned}$$

Известна формула оценки интеграла Волкенборна от функции $f \in C^1(Z_p)[1, \text{с. 168}]$

$$\left| V \int_{Z_p} f(x) dx \right|_p \leq p \|f\|_{C^1}.$$

Тогда

$$\left| V \int_{Z_p} (a^x - 1) \begin{pmatrix} x \\ m \end{pmatrix} dx \right|_p \leq p \left\| (a^x - 1) \begin{pmatrix} x \\ m \end{pmatrix} \right\|_{C^1}.$$

В свою очередь,

$$\left\| (a^x - 1) \binom{x}{m} \right\|_{C^1} = \sup_{x \in Z_p} \left| (a^x - 1) \binom{x}{m} \right|_p + \sup_{x, y \in Z_p} |\Phi(x, y)|_p =: A + B.$$

Последовательно оценим слагаемые A и B с учетом того, что $|a^x - a^y|_p \leq \tau^{\text{ord}_p(x-y)} |a-1|_p$, где $\tau = \max(|a-1|_p, p^{-1})$ [1, с. 101]. Следует обратить внимание на то, что $\tau < 1$, а также для любых $a \in B_1(1)$ и $x \in Z_p$ верно $a^x \in B_1(1)$ [1, с. 101].

$$\begin{aligned} A &= \sup_{x \in Z_p} \left| (a^x - 1) \binom{x}{m} \right|_p \leq \sup_{x \in Z_p} |a^x - 1|_p \leq \\ &\leq |a-1|_p \rightarrow 0, \text{ при } a \rightarrow 1. \\ B &= \sup_{x, y \in Z_p} |\Phi(x, y)|_p = \\ &= \sup_{x, y \in Z_p} \left| \frac{(a^{x+y} - 1) \binom{x+y}{m} - (a^x - 1) \binom{x}{m}}{y} \right|_p = \\ &= \sup_{x, y \in Z_p} \left| \frac{(a^{x+y} - 1) \left[\binom{x+y}{m} - \binom{x}{m} \right] + \binom{x}{m} [(a^{x+y} - 1) - (a^x - 1)]}{y} \right|_p \leq \\ &\leq \sup_{x, y \in Z_p} \max \left\{ \left| \frac{(a^{x+y} - 1) \left[\binom{x+y}{m} - \binom{x}{m} \right]}{y} \right|_p, \left| \frac{(a^{x+y} - 1) - (a^x - 1)}{y} \right|_p \right\} \leq \\ &\leq \sup_{x, y \in Z_p} \max \left\{ |a^{x+y} - 1|_p \max_{i=1, m} \frac{1}{|i|_p}, \left| \frac{a^x(a^y - 1)}{y} \right|_p \right\} \leq \\ &\leq \max \left\{ \sup_{x, y \in Z_p} |a^{x+y} - 1|_p \max_{i=1, m} \frac{1}{|i|_p}, \sup_{x, y \in Z_p} \left| \frac{a^x(a^y - 1)}{y} \right|_p \right\}. \end{aligned} \quad (9)$$

Очевидно, что $|a^{x+y} - 1|_p \max_{i=1, m} \frac{1}{|i|_p} \rightarrow 0$ при $a \rightarrow 1$ для любых $x, y \in Z_p$. С другой стороны, для любых $x, y \in Z_p$

$$\begin{aligned} \left| \frac{a^x(a^y - 1)}{y} \right|_p &\leq \frac{|a^x|_p |a-1|_p \tau^{\text{ord}_p y}}{|y|_p} \leq \\ &\leq \frac{|a^x|_p |a-1|_p \tau^{\text{ord}_p y}}{p^{-\text{ord}_p y}} \leq |a^x|_p |a-1|_p (p\tau)^{\text{ord}_p y} \leq \\ &\leq |a^x|_p |a-1|_p (\max\{1, p|a-1|_p\})^{\text{ord}_p y} \rightarrow 0, \end{aligned} \quad (10)$$

при $a \rightarrow 1$.

Следовательно,

$$\left| V \int_{Z_p} a^x \binom{x}{m} dx - V \int_{Z_p} \binom{x}{m} dx \right|_p \rightarrow 0, \text{ при } a \rightarrow 1.$$

◁

Теорема 2. Пусть $f(x) \in C^1(Z_p)$. Тогда преобразование Лапласа $(Lf)(a)$ функции f непрерывно на $B_1(1)$.

Доказательство. Так как $f(x) \in C^1(Z_p)$, то имеет место разложение функции f по базису Малера $f(x) = \sum_{n=0}^{+\infty} f_n \binom{x}{n}$, причем ряд сходится абсолютно. Тогда

$$(Lf)(a) = L \left(\sum_{n=0}^{+\infty} f_n \binom{x}{n} \right) (a) = \sum_{n=0}^{+\infty} f_n \left(L \binom{x}{n} \right) (a). \quad (11)$$

В теореме 1 получена следующая оценка $\left(L \binom{x}{n} \right) (a)$ (9):

$$\left| \left(L \binom{x}{n} \right) (a) \right|_p \leq \max \left\{ \sup_{x \in Z_p} |a^x - 1|_p, \sup_{x, y \in Z_p} |a^{x+y} - 1|_p \max_{i=1, n} \frac{1}{|i|_p}, \sup_{x, y \in Z_p} \left| \frac{a^x(a^y - 1)}{y} \right|_p \right\}.$$

Рассмотрим произвольное $0 < r < 1$ и замкнутый шар $B_r[1] \in C_p$ с центром в точке 1 и радиуса r . Тогда для любого $a \in B_r[1]$ имеем оценку $|a-1|_p \leq r$ и $|a^x - 1|_p \leq |a-1|_p \leq r$ для любо-

го $x \in Z_p$. $\frac{a^y - 1}{y} = \sum_{n=0}^{+\infty} (-1)^{n-1} \frac{(a-1)^n}{n}$ задается

рядом, который равномерно сходится на $B_1(1)$. Из этого следует, что он ограничен на любом шаре $B_r[1]$. Значит,

$$\left| \left(L \left(\begin{smallmatrix} x \\ n \end{smallmatrix} \right) \right) (a) \right|_p \leq \max \left\{ r, r \max_{i=1, n} \frac{1}{|i|_p}, r C_r \right\}.$$

Так как $f \in C^1(Z_p)$, то имеет место равенство $\lim_{n \rightarrow +\infty} n |f_n|_p = 0$. Тогда с учетом оценки

$$\left| \left(L \left(\begin{smallmatrix} x \\ n \end{smallmatrix} \right) \right) (a) \right|_p$$

(11) стремится к нулю

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} \left| f_n \left(L \left(\begin{smallmatrix} x \\ n \end{smallmatrix} \right) \right) (a) \right|_p = 0.$$

Это и есть необходимое и достаточное условие сходимости ряда (11) в точке a . Ряд (11) сходится для любого $a \in B_r[1]$. С учетом оценки преобразования Лапласа от функции Малера несложно увидеть, что ряд сходится равномерно на $B_r[1]$, следовательно, он задает непрерывную на $B_r[1]$ функцию для любого $0 < r < 1$. Из этого факта вытекает непрерывность преобразования Лапласа на $B_1(1)$. $\triangleleft$

Последний результат можно значительно усилить, усложнив доказательство.

Теорема 3. Пусть $f(x) \in C^1(Z_p)$. Тогда преобразование Лапласа $(Lf)(a)$ функции f является аналитической функцией на шаре $B_1(1)$ и представляется в виде ряда

$$(Lf)(a) = \sum_{n=0}^{+\infty} f_n (a-1)^n, \text{ где}$$

$$f_n = \sum_{m=0}^{+\infty} \left(\frac{(-1)^{m+1} \sum_{k=n+1}^m \frac{(-1)^k C_{m+n+1-k}}{k}}{+ \frac{C_m^n}{m+1} + \sum_{k=0}^{n-1} \frac{(-1)^{n-k} C_m^k}{m+1+n-k}} \right) f_m,$$

a f_m – m -ый коэффициент Малера в разложении функции $f(x)$.

Доказательство. Рассмотрим преобразование Лапласа от функции Малера и представим его в виде разложения по степеням $a-1$. Тогда с учетом разложений

$$\log a = \sum_{k=1}^{+\infty} \frac{(-1)^{k-1} (a-1)^k}{k}, \quad a^m = \sum_{i=0}^m C_m^i (a-1)^i$$

получаем

$$\begin{aligned} (Lf)(a) &= \int_{Z_p} \begin{pmatrix} x \\ m \end{pmatrix} a^x dx = \\ &= \frac{(-1)^m a^m \log a}{(a-1)^{m+1}} + \sum_{k=1}^m \frac{(-1)^{m+1} a^{m-k}}{k(a-1)^{m+1-k}} = \\ &= \frac{(-1)^m a^m}{(a-1)^{m+1}} \sum_{k=1}^{+\infty} \frac{(-1)^{k-1} (a-1)^k}{k} + \sum_{k=1}^m \frac{(-1)^{m+1} a^{m-k}}{k(a-1)^{m+1-k}} = \\ &= \sum_{k=1}^{+\infty} \frac{(-1)^{m+k-1} a^m}{k(a-1)^{m-k+1}} + \sum_{k=1}^m \frac{(-1)^{m+1} a^{m-k}}{k(a-1)^{m+1-k}} = \\ &= \sum_{k=1}^m \frac{(-1)^{m+k-1} a^m}{k(a-1)^{m+1-k}} + \sum_{k=1}^m \frac{(-1)^{m+1} a^{m-k}}{k(a-1)^{m+1-k}} + \\ &+ \frac{(-1)^{2m} a^m}{m+1} + \sum_{k=m+2}^{+\infty} \frac{(-1)^{m+k-1} a^m (a-1)^{k-(m+1)}}{k} = \\ &= \sum_{k=1}^m \frac{(-1)^{k+m-1} \sum_{i=0}^m C_m^i (a-1)^i}{k(a-1)^{m-k+1}} + \\ &+ \sum_{k=1}^m \frac{(-1)^{m+1} \sum_{i=0}^{m-k} C_m^i (a-1)^i}{k(a-1)^{m-k+1}} + \\ &+ \frac{(-1)^{2m} \sum_{i=0}^m C_m^i (a-1)^i}{m+1} + \\ &+ \sum_{k=m+2}^{+\infty} \frac{(-1)^{m-1+k} \sum_{i=0}^m C_m^i (a-1)^i (a-1)^{k-(m+1)}}{k} = \\ &= \sum_{k=1}^m \sum_{i=0}^m \frac{(-1)^{k+m-1} C_m^i (a-1)^{k+i-(m+1)}}{k} + \\ &+ \sum_{k=1}^m \sum_{i=0}^{m-k} \frac{(-1)^{m+1} C_{m-k}^i (a-1)^{k+i-(m+1)}}{k} + \\ &+ \frac{(-1)^{2m} \sum_{i=0}^m C_m^i (a-1)^i}{m+1} + \\ &+ \sum_{k=m+2}^{+\infty} \sum_{i=0}^m \frac{(-1)^{m-1+k} C_m^i (a-1)^{k+i-(m+1)}}{k}. \end{aligned} \quad (12)$$

С учетом того, что преобразование Лапласа от функции Малера непрерывная на $B_1(1)$ функция, то коэффициенты при отрицательных степенях $a-1$ будут равны нулю.

Для любой функции $f(x) \in C^1(Z_p)$ имеет место представление в виде ряда Малера

$$f(x) = \sum_{m=0}^{+\infty} f_m \binom{x}{m}. \text{ Тогда}$$

$$(Lf)(a) = \sum_{m=0}^{+\infty} \left(L \binom{x}{m} \right) (a) = \sum_{n=0}^{+\infty} f_n (a-1)^n. \quad (13)$$

Используя полученное разложение преобразования Лапласа функции Малера (12), соберем коэффициенты при соответствующих степенях $a-1$ в представлении (13). Коэффициент f_0 при $(a-1)^0$ равен

$$\sum_{m=0}^{+\infty} \left((-1)^{m-1} \sum_{k=1}^m \frac{(-1)^k C_m^{m+1-k}}{k} + \frac{C_m^0}{m+1} \right) f_m,$$

коэффициент f_1 при $(a-1)^1$ равен

$$\sum_{m=0}^{+\infty} \left((-1)^{m-1} \sum_{k=2}^m \frac{(-1)^k C_m^{m+2-k}}{k} + \frac{C_m^1}{m+1} + \frac{(-1)^1 C_m^0}{m+2} \right) f_m.$$

Для произвольного $n \geq 0$ получаем, что коэффициент f_n при $(a-1)^n$ равен

$$\sum_{m=0}^{+\infty} \left((-1)^{m-1} \sum_{k=n+1}^m \frac{(-1)^k C_m^{m+n+1-k}}{k} + \frac{C_m^n}{m+1} + \sum_{k=0}^{n-1} \frac{(-1)^{n-k} C_m^k}{m+1+n-k} \right) f_m. \quad (14)$$

Таким образом, f_n представляются в виде ряда

$$f_n = \sum_{m=0}^{+\infty} L_{n,m} f_m, \text{ где } f_m - \text{коэффициенты Малера функции } f, \text{ а}$$

$$L_{n,m} = (-1)^{m-1} \sum_{k=n+1}^m \frac{(-1)^k C_m^{m+n+1-k}}{k} + \frac{C_m^n}{m+1} + \sum_{k=0}^{n-1} \frac{(-1)^{n-k} C_m^k}{m+1+n-k}. \quad (15)$$

Стоит отметить, что $L_{n,m}$ не зависит от функции f . Тогда для коэффициентов разложения преобразования Лапласа по степеням $a-1$ можно записать формулу

$$\begin{pmatrix} f_0 \\ f_1 \\ \dots \\ f_n \\ \dots \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} L_{0,0} & L_{0,1} & \dots & L_{0,m} & \dots \\ L_{1,0} & L_{1,1} & \dots & L_{1,m} & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ L_{n,0} & L_{n,1} & \dots & L_{n,m} & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{pmatrix} \begin{pmatrix} f_0 \\ f_1 \\ \dots \\ f_m \\ \dots \end{pmatrix},$$

где $L_{n,m}$ выражаются формулой (15).

Из формулы (15) непосредственно вытекает, что $|L_{n,m}|_p \leq \max_{k=n, m+n+1} \frac{1}{|k|_p}$, тогда

$$\begin{aligned} |f_n|_p &\leq \sup_{m \geq 0} \left\{ |f_m|_p \max_{k=n+1, m+n+1} \frac{1}{|k|_p} \right\} \leq \\ &\leq \sup_{m \geq 0} \left\{ |f_m|_p \max_{k=1, m+n+1} \frac{1}{|k|_p} \right\} \leq \\ &\leq \sup_{m \geq 0} \left\{ |f_m|_p p^{\lfloor \log_p n \rfloor + 1} \max_{k=1, m+1} \frac{1}{|k|_p} \right\} \leq \\ &\leq p^{\lfloor \log_p n \rfloor + 1} \sup_{m \geq 0} \left\{ |f_m|_p \max_{k=1, m+1} \frac{1}{|k|_p} \right\}. \end{aligned}$$

Так как $f \in C^1(Z_p)$, следовательно,

$$\lim_{m \rightarrow +\infty} |f_m|_p \max_{k=1, m+1} \frac{1}{|k|_p} = 0. \text{ Это означает, что}$$

$$C_{\text{sup}} := \sup_{m \geq 0} \left\{ |f_m|_p \max_{k=1, m+1} \frac{1}{|k|_p} \right\}$$

существует и не зависит от n . Получаем, что $|f_n|_p \leq p^{\lfloor \log_p n \rfloor + 1} C_{\text{sup}} \leq pn C_{\text{sup}}$. Из этого следует, что норма коэффициентов $|f_n|_p$ в разложении (13) ограничена сверху линейной по n функцией.

Рассмотрим произвольное $0 < r < 1$ и замкнутый шар $B_r[1] \in C_p$ с центром в точке 1 и радиуса r . Тогда для любого $a \in B_r[1]$ имеем оценку $|a-1|_p \leq r < 1$. Рассмотрим ряд

$$(Lf)(a) = \sum_{n=0}^{+\infty} f_n (a-1)^n. \text{ Для любого } a \in B_r[1]$$

получаем, что $|f_n (a-1)^n|_p \leq nr^n \rightarrow 0$ при $n \rightarrow +\infty$. Из этого вытекает равномерная сходимость ряда на любом шаре $B_r[1]$. Следовательно, преобразование Лапласа является аналитической функцией на шаре $B_r[1]$ для любого $0 < r < 1$, а значит и на шаре $B_1(1)$.

◁

Замечание 3. Установим связь между преобразованием Лапласа и разностным оператором Δ , заменяющим производную во многих задачах p -адического анализа. Пусть

$$f(x) = \binom{x}{m}, \text{ тогда}$$

$$\Delta f(x) = f(x+1) - f(x) = \binom{x+1}{m} - \binom{x}{m} = \binom{x}{m-1}$$

для любого $m \geq 1$. Значит,

$$\left(L \Delta \binom{x}{m} \right)(a) = \left(L \binom{x}{m-1} \right)(a).$$

С учетом формулы (7) получаем, что для любого $m \geq 1$

$$\left(L \binom{x}{m-1} \right)(a) = -\frac{a-1}{a} \left(L \binom{x}{m} \right)(a) + \frac{(-1)^m}{ma}.$$

При $m=0$ имеем $\left(L \Delta \binom{x}{0} \right)(a) = 0$. С другой стороны,

$$\left(L \Delta \binom{x}{0} \right)(a) = -\frac{a-1}{a} \left(L \binom{x}{0} \right)(a) + \frac{\log a}{a}.$$

Рассмотрим $f(x) \in C^1(Z_p)$, $f(x) = \sum_{m=0}^{+\infty} f_m \binom{x}{m}$.

Тогда получаем, что для произвольной функции $f(x) \in C^1(Z_p)$ верна формула

$$\begin{aligned} (L \Delta f)(a) &= -\frac{a-1}{a} (L f f)(a) + \\ &+ f_0 \frac{\log a}{a} + \frac{1}{a} \sum_{m=1}^{+\infty} f_m \frac{(-1)^m}{m}. \end{aligned}$$

Замечание 4. Известно, что интеграл Волкенборна от m -ой функции Малера равен

$V \int_{Z_p} \binom{x}{m} dx = \frac{(-1)^m}{m+1}$ [1, с. 168]. Из (13) непосредственно вытекает равенство

$$V \int_{Z_p} \binom{x}{m} dx = \left(L \binom{x}{m} \right)(1) = f_0.$$

Покажем, что $f_0 = \frac{(-1)^m}{m+1}$.

С учетом того, что для m -ой функции Малера $f_m = 1$, а $f_i = 0$ для всех $i \neq m$, и формул (14) и (15) получаем, что

$$\begin{aligned} f_0 &= L_{0,m} = (-1)^{m-1} \sum_{k=1}^m \frac{(-1)^k C_m^{m+1-k}}{k} + \frac{C_m^0}{m+1} = \\ &= (-1)^{m-1} \left(\frac{(-1)^1 C_m^m}{1} + \frac{(-1)^2 C_m^{m-1}}{2} + \dots \right. \\ &\quad \left. + \frac{(-1)^{m-1} C_m^2}{m-1} + \frac{(-1)^m C_m^1}{m} \right) + \frac{C_m^0}{m+1} = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{(-1)^m}{m+1} \left(\frac{C_m^0(m+1)}{1} - \frac{C_m^1(m+1)}{2} + \dots \right. \\ &\quad \left. + (-1)^{m-1} \frac{C_m^{m-1}(m+1)}{m} + (-1)^m C_m^m \right) = \\ &= \frac{(-1)^{m+1}}{m+1} \left(1 - C_{m+1}^1 + C_{m+1}^2 + \dots \right. \\ &\quad \left. + (-1)^m C_{m+1}^m + (-1)^{m+1} C_{m+1}^{m+1} - 1 \right) = \\ &= \frac{(-1)^{m+1}}{m+1} ((1-1)^{m+1} - 1) = \frac{(-1)^{m+1}}{m}. \end{aligned}$$

Это означает, что формула (14) согласуется с полученной ранее формулой вычисления интеграла Волкенборна от m -ой функции Малера.

Перейдем к обсуждению формулы обращения преобразования Лапласа. Для этого нам понадобятся свойства корней из единицы в C_p .

Корень из единицы порядка N будем обозначать через ε_N , т.е. $\varepsilon_N^{p^N} = 1$. Прimitивным корнем из единицы будем называть такой корень из единицы ε_N , что $\varepsilon_N^{p^N} = 1$, но $\varepsilon_N^{p^{N-1}} \neq 1$. Покажем, что для любого натурального N все корни из единицы порядка N лежат в шаре $B_1(1)$. Для этого проведем оценку $|\varepsilon_N - 1|_p$. Рассмотрим многочлен $f(x)$ следующего вида:

$$f(x) = \frac{x^{p^N} - 1}{x^{p^{N-1}} - 1} = x^{p^N - p^{N-1}} + x^{p^N - 2p^{N-1}} + \dots + x^{p^{N-1}} + 1.$$

Несложно видеть, что корнями данного многочлена будут примитивные корни из единицы порядка N . Введем многочлен $g(x) = f(x+1)$, корнями которого будут числа $\varepsilon_N - 1$, где ε_N – примитивные корни из единицы степени N . После раскрытия скобок и приведения подобных слагаемых получаем, что

$$\begin{aligned} g(x) &= \frac{(x+1)^{p^N} - 1}{(x+1)^{p^{N-1}} - 1} = (x+1)^{p^N - p^{N-1}} + \\ &+ (x+1)^{p^N - 2p^{N-1}} + \dots + (x+1)^{p^{N-1}} + 1 = \\ &= x^{p^N - p^{N-1}} + \dots + p. \end{aligned}$$

Коэффициенты данного многочлена удовлетворяют признаку Эйзенштейна [2], и, как следствие, многочлен является неприводимым над Q_p . Отсюда с учетом теоремы о продолжении нормирования [1, с. 98] вытекает, что произведение корней многочлена равно p , т.е.

$$\prod_{\varepsilon_N^{p^N} = 1, \varepsilon_N^{p^{N-1}} \neq 1} (\varepsilon_N - 1) = p.$$

И таким образом, так как количество примитивных корней из единицы порядка N равно $p^N - p^{N-1}$, получаем, что

$$|\varepsilon_N - 1|_p = p^{N-p^{N-1}} \sqrt[p]{p} = p^{-\frac{1}{p^N - p^{N-1}}} < 1$$

для любого натурального N и $\lim_{N \rightarrow +\infty} |\varepsilon_N - 1|_p = 1$.

Таким образом, для любого натурального N все корни из единицы порядка N лежат в шаре $B_1(1)$.

Теорема 4. Пусть $f \in C^1(Z_p \rightarrow Q_p)$. Обозначим через A_L множество всех аналитических в круге $B_1(1)$ функций, являющихся образом преобразования Лапласа от непрерывно дифференцируемой функции, т.е.

$$A_L = \{F(a) \in A(B_1(1)) : \exists f \in C^1(Z_p), (Lf)(a) = F(a)\}.$$

Тогда для любой $F(a) \in A_L$ имеет место формула обращения (обратное преобразование Лапласа)

$$f(x) = \lim_{N \rightarrow +\infty} \sum_{\substack{\varepsilon_N^{p^N} \\ \varepsilon_N^{p^N} = 1}} F(\varepsilon_N) \varepsilon_N^x = (L^{-1}F)(x). \quad (16)$$

Ряд сходится равномерно, но, вообще говоря, не сходится по норме C^1 .

Доказательство. Пусть $\chi_p(x) = e^{2\pi i \{x\}_p}$ — аддитивный характер на Z_p со значениями в C_p . Тогда $\chi_p(k) = \varepsilon_{N,k}$, где $\varepsilon_{N,k}$ — корень из единицы порядка N , а $k \in Q_p / Z_p$ такое, что $|k|_p \leq p^N$. Покажем это. Так как $|k|_p \leq p^N$, следовательно, $|kp^N|_p \leq 1$ и $\{kp^N\}_p = 0$. Тогда с учетом предыдущего равенства получаем, что $(\chi_p(k))^{p^N} = \chi(kp^N) = e^{2\pi i 0} = 1$. Из этого вытекает, что $\chi_p(k)$ является корнем из единицы порядка N .

В [3] доказано, что ряд Фурье непрерывно дифференцируемой функции f сходится равномерно на Z_p , т.е. $S_N f \Gamma f$ при $N \rightarrow +\infty$, где $(S_N f)(x) = \sum_{|k|_p \leq N} f_k \chi_p(kx)$, f_k — коэффициенты

Фурье. Запишем частичные суммы ряда Фурье в несколько ином виде:

$$\begin{aligned} (S_N f)(x) &= \sum_{|k|_p \leq N} f_k \chi_p(kx) = \\ &= \sum_{|k|_p \leq N} f_k \varepsilon_{k,N}^x = \sum_{\substack{\varepsilon_N^{p^N} \\ \varepsilon_N^{p^N} = 1}} (Lf)(\varepsilon_N) \varepsilon_N^x, \end{aligned}$$

где

$$\begin{aligned} f_k &= V \int_{Z_p} f(x) \chi_p(kx) dx = \\ &= V \int_{Z_p} f(x) \varepsilon_{N,k}^x dx = (Lf)(\varepsilon_{N,k}). \end{aligned}$$

Тогда из $S_N f \Gamma f$ при $N \rightarrow +\infty$ вытекает, что

$$f(x) = \lim_{N \rightarrow +\infty} \sum_{\substack{\varepsilon_N^{p^N} \\ \varepsilon_N^{p^N} = 1}} F(\varepsilon_N) \varepsilon_N^x.$$

◁

Замечание 5. Вообще говоря, предел (16) в виде непрерывной функции существует не для всех аналитических в круге $B_1(1)$ функций. Рассмотрим функцию $F(a) = \sum_{m=0}^{+\infty} F_m(a-1)^m$ аналитическую в круге $B_1(1)$ и применим к ней формулу обращения (16).

Известно, что для любого $m \in N$

$$\sum_{\substack{\varepsilon_N^{p^N} \\ \varepsilon_N^{p^N} = 1}} \varepsilon_N^m = \begin{cases} p^N, & \text{если } m \bmod p^N = 0, \\ 0, & \text{если } m \bmod p^N \neq 0, \end{cases} \quad (17)$$

а так как множество натуральных чисел плотно в Z_p , то приведенная выше формула верна для любого $x \in Z_p$.

Тогда

$$\begin{aligned} \lim_{N \rightarrow +\infty} \sum_{\substack{\varepsilon_N^{p^N} \\ \varepsilon_N^{p^N} = 1}} F(\varepsilon_N) \varepsilon_N^x &= \\ &= \lim_{N \rightarrow +\infty} \sum_{\substack{\varepsilon_N^{p^N} \\ \varepsilon_N^{p^N} = 1}} \left(\sum_{m=0}^{+\infty} F_m(\varepsilon_N - 1)^m \right) \varepsilon_N^x = \\ &= \lim_{N \rightarrow +\infty} \sum_{m=0}^{+\infty} F_m \left(\sum_{\substack{\varepsilon_N^{p^N} \\ \varepsilon_N^{p^N} = 1}} (\varepsilon_N - 1)^m \varepsilon_N^x \right) = \\ &= \lim_{N \rightarrow +\infty} \sum_{m=0}^{+\infty} F_m \left[\sum_{\substack{\varepsilon_N^{p^N} \\ \varepsilon_N^{p^N} = 1}} \left(\sum_{i=0}^m (-1)^{m-i} C_m^i \varepsilon_N^i \right) \varepsilon_N^x \right] = \\ &= \lim_{N \rightarrow +\infty} \sum_{m=0}^{+\infty} F_m \left[\sum_{i=0}^m \left(\sum_{\substack{\varepsilon_N^{p^N} \\ \varepsilon_N^{p^N} = 1}} (-1)^{m-i} C_m^i \varepsilon_N^{i+x} \right) \right]. \end{aligned}$$

Обозначим через $E_{N,m}(x) = \sum_{i=0}^m \left(\sum_{\substack{\varepsilon_N^{p^N} \\ \varepsilon_N^{p^N} = 1}} (-1)^{m-i} C_m^i \varepsilon_N^{i+x} \right)$.

Функция $E_{N,m}(x)$ является локально-постоянной функцией с радиусом постоянства p^{-N} , так как $\varepsilon_N^{i+x} = \varepsilon_N^{i+x+kp^N}$ для любого $k \in N$. Рассмотрим $x = 0$, тогда с учетом формулы (17) получаем, что предыдущий предел равен

$$\lim_{N \rightarrow +\infty} \sum_{m=0}^{+\infty} F_m \left[\sum_{i=0}^m \left(\sum_{\substack{\varepsilon_N^{p^N} \\ \varepsilon_N^{p^N} = 1}} (-1)^{m-i} C_m^i \varepsilon_N^i \right) \right] =$$

$$= \lim_{N \rightarrow +\infty} \sum_{m=0}^{+\infty} F_m \left[(-1)^m C_m^0 p^N + (-1)^{m-p^N} C_m^{p^N} p^N + \dots \right. \\ \left. + (-1)^{m-kp^N} C_m^{kp^N} p^N + \dots \right] = \\ = \lim_{N \rightarrow +\infty} \left[\sum_{m=0}^{p^N-1} (-1)^m F_m p^N + \right. \\ \left. + \sum_{m=p^N}^{+\infty} F_m \left(\sum_{k, m \geq kp^N} (-1)^{m-kp^N} C_m^{kp^N} p^N \right) \right].$$

Тогда необходимым условием существования предыдущего предела является существование

предела $\lim_{N \rightarrow +\infty} \sum_{m=0}^{p^N-1} (-1)^m F_m p^N$, а предел суще-

ствует тогда и только тогда, когда $\lim_{N \rightarrow +\infty} |p^N F_{p^N}|_p = 0$, что равносильно $\lim_{m \rightarrow +\infty} |m F_m|_p = 0$

и означает, что коэффициенты аналитической функции возрастают по модулю медленнее, чем линейная функция. Это условие верно не для всех аналитических в круге $B_1(1)$ функций.

Теорема 5. Пусть $f(x) \in C^1(Z_p)$. Тогда для преобразования Лапласа $(Lf)(a)$ имеет место следующая формула:

$$\frac{d}{da} (Lf)(a) = \frac{d}{da} \left(V \int_{Z_p} f(x) a^x dx \right) = \\ = V \int_{Z_p} f(x) \frac{d}{da} a^x dx. \quad (18)$$

Доказательство. Несложно видеть, что производная функции $f(a) = a^x$ по a равна $f'_a(a) = x a^{x-1}$ для любого $x \in Z_p$. Это вытекает из того, что $(a^n)'_a = n a^{n-1}$ для любого $n \in N$ и множество натуральных чисел N плотно в Z_p .

Докажем утверждение теоремы для случая, когда f является функцией Малера. Пусть

$f(x) = \binom{x}{m}$. Используя формулу (7), получаем, что

$$\frac{d}{da} (Lf)(a) = \frac{d}{da} \left(V \int_{Z_p} \binom{x}{m} a^x dx \right) = \\ = \frac{d}{da} \left(\frac{(-1)^m a^m \log a}{(a-1)^{m+1}} + \sum_{n=1}^m \frac{(-1)^{m-1} a^{m-k}}{k(a-1)^{m+1-k}} \right) = \\ = (ma^{m-1} \log a + a^{m-1})(a-1)^{m+1} - \\ = (-1)^m \frac{-a^m(m+1)(a-1)^m \log a}{(a-1)^{2m+2}} +$$

$$+ (-1)^{m-1} \sum_{k=1}^m \frac{1}{k} \left(\frac{(m-k)a^{m-k-1}(a-1)^{m+1-k} -}{(a-1)^{2(m+1-k)}} \right) = \\ = (-1)^m \left(\frac{ma^{m-1} \log a}{(a-1)^{m+1}} + \frac{a^{m-1}}{(a-1)^{m+1}} - \right. \\ \left. - \frac{a^m(m+1) \log a}{(a-1)^{m+2}} \right) + \\ + (-1)^{m-1} \sum_{k=1}^m \frac{1}{k} \left(\frac{(a-1)^{m-k} a^{m-k-1}((m-k)(a-1) -}{(a-1)^{2(m-k+1)}} \right) = \\ = (-1)^m \log a \left(\frac{ma^{m-1}}{(a-1)^{m+1}} - \frac{a^m(m+1)}{(a-1)^{m+2}} \right) + \\ + \frac{(-1)^m a^{m-1}}{(a-1)^{m+1}} + (-1)^{m-1} \sum_{k=1}^m \frac{1}{k} \left(\frac{a^{m-k-1}(-m+k-a)}{(a-1)^{m-k+2}} \right) = \\ = \frac{(-1)^{m+1} a^{m-1}(a+m) \log a}{(a-1)^{m+2}} + (-1)^m \times \\ \times \sum_{k=1}^m \frac{a^{m-k-1}(a+m-k)}{k(a-1)^{m-k+2}} + \frac{(-1)^m a^{m-1}}{(a-1)^{m+1}}. \quad (19)$$

С другой стороны, с учетом формул (3), (4), (6) получаем следующие равенства:

$$V \int_{Z_p} \binom{x+1}{m} (x+1) a^{x+1} dx = \\ = a V \int_{Z_p} \left(\binom{x}{m} + \binom{x}{m-1} \right) (x+1) a^x dx = \\ = a V \int_{Z_p} \binom{x}{m} x a^x dx + a V \int_{Z_p} \binom{x}{m} a^x dx + \\ + a V \int_{Z_p} \binom{x}{m-1} x a^x dx + a V \int_{Z_p} \binom{x}{m-1} a^x dx, \\ V \int_{Z_p} \binom{x+1}{m} (x+1) a^{x+1} dx = \\ = V \int_{Z_p} \binom{x}{m} x a^x dx + \left[\binom{x}{m} x a^x \right]_{x=0}^{\cdot}.$$

Приравняв правые части предыдущих равенств, несложно получить рекурсивную формулу для

$V \int_{Z_p} \binom{x}{m} x a^x dx$. Тогда

$$V \int_{Z_p} \binom{x}{m} \frac{d}{da} a^x dx = \frac{1}{a} V \int_{Z_p} \binom{x}{m} x a^x dx =$$

$$= -\frac{1}{a-1} \left(V \int_{Z_p} \binom{x}{m} a^x dx + V \int_{Z_p} \binom{x}{m-1} a^x dx + \right.$$

$$\left. + V \int_{Z_p} \binom{x}{m-1} x a^x dx \right).$$

При упрощении суммы первого и второго слагаемых полученного выражения с учетом формулы (7) получаем:

$$V \int_{Z_p} \binom{x}{m} a^x dx + V \int_{Z_p} \binom{x}{m-1} a^x dx =$$

$$= \frac{(-1)^m a^m \log a}{(a-1)^{m+1}} + \sum_{k=1}^m \frac{(-1)^{m-1} a^{m-k}}{k(a-1)^{m+1-k}} +$$

$$+ \frac{(-1)^{m-1} a^{m-1} \log a}{(a-1)^m} + \sum_{k=1}^{m-1} \frac{(-1)^{m-2} a^{m-1-k}}{k(a-1)^{m-k}} =$$

$$= \frac{(-1)^{m-1} a^{m-1} \log a}{(a-1)^m} \left(\frac{-a}{a-1} + 1 \right) +$$

$$+ \sum_{k=1}^{m-1} \frac{(-1)^{m-2} a^{m-1-k}}{k(a-1)^{m-k}} \left(\frac{-a}{a-1} + 1 \right) +$$

$$+ \frac{(-1)^{m-1}}{m(a-1)} =$$

$$= \frac{(-1)^m a^{m-1} \log a}{(a-1)^{m+1}} + \sum_{k=1}^{m-1} \frac{(-1)^{m-1} a^{m-1-k}}{k(a-1)^{m-k+1}} + \frac{(-1)^{m-1}}{m(a-1)}.$$

Тогда

$$V \int_{Z_p} \binom{x}{m} \frac{d}{da} a^x dx = \frac{(-1)^{m+1} a^{m-1} \log a}{(a-1)^{m+2}} +$$

$$+ \sum_{k=1}^{m-1} \frac{(-1)^m a^{m-1-k}}{k(a-1)^{m-k+2}} + \frac{(-1)^m}{m(a-1)^2} -$$

$$- \frac{1}{a-1} V \int_{Z_p} \binom{x}{m-1} x a^x dx. \quad (20)$$

Для $m=0$ имеем

$$\frac{1}{a} V \int_{Z_p} x a^x dx = \frac{1}{a(a-1)} - \frac{\log a}{(a-1)^2}.$$

Далее путем несложных тождественных преобразований, используя формулу (20), получаем, что при $m=1$

$$\frac{1}{a} V \int_{Z_p} \binom{x}{1} x a^x dx = \frac{(a+1) \log a}{(a-1)^3} - \frac{2}{(a-1)^2}.$$

При $m=2$

$$\frac{1}{a} V \int_{Z_p} \binom{x}{2} x a^x dx = -\frac{a(a+2) \log a}{(a-1)^4} +$$

$$+ \sum_{k=1}^2 \frac{a^{2-k} (a+2-k)}{k(a-1)^{2-k+2}} + \frac{a}{(a-1)^3}.$$

Пусть для произвольного m верна формула

$$\frac{1}{a} V \int_{Z_p} \binom{x}{m} x a^x dx =$$

$$= \frac{(-1)^{m+1} a^{m-1} (a+m) \log a}{(a-1)^{m+2}} + \quad (21)$$

$$+ (-1)^m \sum_{k=1}^m \frac{a^{m-k-1} (a+m-k)}{k(a-1)^{m-k+2}} + \frac{(-1)^m a^{m-1}}{(a-1)^{m+1}}.$$

Несложно видеть, что формулы для $m=1$ и $m=2$ удовлетворяют приведенной формуле. Докажем ее для $m+1$. Используя формулу (20), получаем

$$\frac{1}{a} V \int_{Z_p} \binom{x}{m+1} x a^x dx =$$

$$= \frac{(-1)^{m+2} a^m \log a}{(a-1)^{m+3}} + \sum_{k=1}^m \frac{(-1)^{m+1} a^{m-k}}{k(a-1)^{m-k+3}} +$$

$$+ \frac{(-1)^{m+1} a}{(m+1)(a-1)^2} -$$

$$- \frac{1}{a-1} \left(\frac{(-1)^{m+1} a^m (a+m) \log a}{(a-1)^{m+2}} + \right.$$

$$\left. + (-1)^m \sum_{k=1}^m \frac{a^{m-k} (a+m-k)}{k(a-1)^{m-k+2}} + \frac{(-1)^m a^m}{(a-1)^{m+1}} \right) =$$

$$= \frac{(-1)^{m+2} a^m \log a}{(a-1)^{m+3}} + \sum_{k=1}^m \frac{(-1)^{m+1} a^{m-k}}{k(a-1)^{m-k+3}} +$$

$$+ \frac{(-1)^{m+1} a}{(m+1)(a-1)^2} + \frac{(-1)^{m+2} a^m (a+m) \log a}{(a-1)^{m+3}} +$$

$$+ (-1)^{m+1} \sum_{k=1}^m \frac{a^{m-k} (a+m-k)}{k(a-1)^{m-k+3}} + \frac{(-1)^m a^m}{(a-1)^{m+1}} =$$

$$= \frac{(-1)^{m+2} a^m (a+m+1) \log a}{(a-1)^{m+3}} +$$

$$+ (-1)^{m+1} \sum_{k=1}^m \frac{a^{m-k} (a+m+1-k)}{k(a-1)^{m-k+3}} +$$

$$\begin{aligned}
& + \frac{(-1)^{m+1}}{(m+1)(a-1)^2} + \frac{(-1)^{m+1}a^m}{(a-1)^{m+2}} = \\
& = \frac{(-1)^{m+2}a^m(a+m+1)\log a}{(a-1)^{m+3}} + \\
& + (-1)^{m+1} \sum_{k=1}^{m+1} \frac{a^{m-k}(a+m+1-k)}{k(a-1)^{m-k+3}} + \frac{(-1)^{m+1}a^m}{(a-1)^{m+2}},
\end{aligned}$$

что и требовалось показать. Теперь, сравнив формулы (19) и (21), получаем, что утверждение теоремы верно для произвольной функции Малера.

Рассмотрим произвольное $0 < r < 1$ и шар замкнутый $B_r[1] \in C_p$ с центром в точке 1 и радиуса r . Так как $x \in Z_p$ и с учетом оценки, полученной в теореме 2, имеем следующее неравенство:

$$\begin{aligned}
\left| V \int_{Z_p} \binom{x}{m} \frac{d}{da} a^x dx \right|_p &= \left| \frac{1}{a} V \int_{Z_p} \binom{x}{m} x a^x dx \right|_p \leq \\
&\leq \frac{1}{a} \max \left\{ r, r \max_{i=1, \overline{n}} \frac{1}{|i|_p}, r C_r \right\}.
\end{aligned} \quad (22)$$

Из того, что $f(x) \in C^1(Z_p)$, следует, что имеет место разложение функции f по базису Малера

ра $f(x) = \sum_{n=0}^{+\infty} f_n \binom{x}{n}$, причем ряд сходится абсолютно. Тогда

$$\begin{aligned}
\frac{d}{da} (Lf)(a) &= \sum_{n=0}^{+\infty} f_n \frac{d}{da} \left(L \binom{x}{n} \right) (a) = \\
&= \sum_{n=0}^{+\infty} f_n \left(V \int_{Z_p} \binom{x}{n} x a^{x-1} dx \right).
\end{aligned}$$

Используя свойство коэффициентов Малера непрерывно-дифференцируемой функции $\lim_{n \rightarrow +\infty} n |f_n|_p = 0$ и полученную оценку (22), получаем, что предыдущий ряд сходится на шаре $B_r[1]$, а следовательно, определяет непрерывную на шаре $B_r[1]$ функцию для любого $0 < r < 1$, а значит и непрерывную на шаре $B_1(1)$. Утверждение теоремы доказано для произвольной функции $f \in C^1(Z_p)$. $\triangleleft$

ЛИТЕРАТУРА

1. Schikhof, W.H. Ultrametric calculus. An introduction to p-adic analysis / W.H. Schikhof. – Cambridge: Cambridge University Press, 1984. – С. 71.
2. Радина, А.Я. Пачаткі неархімедавага аналізу / А.Я. Радина, Я.М. Радина, Я.В. Радина. – Мінск: БДУ, 2010. – С. 91.
3. Заренок, М.А. Сходимость рядов Фурье непрерывно-дифференцируемых функций р-адического аргумента / М.А. Заренок // Весн. Віцебск. дзярж. ун-та. – 2012. – № 1(67). – С. 12–17.

Поступила в редакцию 18.06.2012. Принята в печать 24.08.2012
Адрес для корреспонденции: zarenokma@gmail.com – Заренок М.А.

О проблеме Бейдельмана–Брюстера–Хаука в теории фиттинговых функторов

Е.А. Витько

Учреждение образования «Витебский государственный университет им. П.М. Машерова»

Пусть X – некоторый непустой класс Фиттинга. Фиттинговым X -функтором называется отображение f , сопоставляющее каждой группе $G \in X$ непустое множество ее X -подгрупп $f(G)$ такое, что выполняются следующие условия: (i) если $\alpha: G \rightarrow \alpha(G)$ – изоморфизм, то $f(\alpha(G)) = \{\alpha(X): X \in f(G)\}$; (ii) если N – нормальная подгруппа группы G , то $f(N) = \{X \cap N: X \in f(G)\}$. В работе решена обобщенная версия проблемы Бейдельмана–Брюстера–Хаука для сопряженного Λ -нормально вложенного π -разрешимого фиттингова функтора f : описано строение функтора f_* – наименьшего по сильному вложению элемента секции Локетта функтора f . При этом секцией Локетта сопряженного фиттингова X -функтора f называется множество $\text{Locksec}(f) = \{g: g \text{ – сопряженный фиттингов } X\text{-функтор и } f^* = g^*\}$, где f^* – отображение, сопоставляющее каждой группе $G \in X$ множество $\{\pi_1(T): T \in f(G \times G)\}$.

Ключевые слова: оператор Локетта, секция Локетта, фиттингов X -функтор.

On the problem of Beidleman–Brewster–Hauck in the theory of Fitting functors

E.A. Vitko

Educational establishment «Vitebsk State University named after P.M. Masharov»

Let X be a non-empty Fitting class. A map f that assigns to each group $G \in X$ a non-empty set of its X -subgroups $f(G)$ is a Fitting X -functor provided that the following hold: (i) if $\alpha: G \rightarrow \alpha(G)$ is an isomorphism, then $f(\alpha(G)) = \{\alpha(X): X \in f(G)\}$; (ii) if N is a normal subgroup of a group G , then $f(N) = \{X \cap N: X \in f(G)\}$. In this paper we solved a generalized version of the problem of Beidleman–Brewster–Hauck for the conjugate Λ -normally embedded π -soluble Fitting functor f . Let f_* be the smallest element of the Lockett section of the Fitting functor f . We presented a description of f_* . By the Lockett section of a conjugate Fitting X -functor f we mean the set $\text{Locksec}(f) = \{g: g \text{ is a conjugate Fitting } X\text{-functor and } f^* = g^*\}$ and f^* is a map that assigns to each group $G \in X$ a set $\{\pi_1(T): T \in f(G \times G)\}$.

Key words: Lockett's, operation, Lockett section, Fitting X -functor.

В работе рассматриваются только конечные группы. Класс групп X называется классом Фиттинга, если X замкнут относительно взятия нормальных подгрупп и произведений нормальных X -подгрупп. Из определения следует, что для любого непустого класса Фиттинга X в любой группе G существует единственная X -максимальная нормальная подгруппа G_X группы G .

В исследовании структуры классов и их характеристики определяющую роль играют отображения « $*$ » и « $*$ » – операторы Локетта [1] (см. также гл. X [2]), которые определяются свойствами прямых произведений радикалов групп следующим образом. Каждому непустому классу Фиттинга F оператор « $*$ » сопоставляет класс F^* – наименьший из классов Фиттинга, содержащих F , такой, что для всех групп G и H справедливо равенство $(G \times H)_{F^*} = G_{F^*} \times H_{F^*}$, и « $*$ » – класс F_* – пересечение всех таких классов Фиттинга X , для которых $X^* = F^*$. В последующем классы Фиттинга стали называть классами Ло-

кетта, если $F = F^*$. Множество всех таких классов Фиттинга X , что $F^* = X^*$, называют [2] секцией Локетта класса Фиттинга F и обозначают $\text{Locksec}(F)$. Основополагающим моментом для многих исследований в теории классов явился тот факт, что каждая секция Локетта класса Фиттинга F содержит наименьший и наибольший по включению и по сильному вложению элементы, которыми являются классы Фиттинга F_* и F^* соответственно (см., например, теорему X.1.17 [2]).

Пусть X – некоторый непустой класс Фиттинга. Синтезируя понятия радикала и инъектора, в работе [3] мы определяем понятие фиттингова X -функтора как отображения f , сопоставляющего каждой группе $G \in X$ непустое множество ее X -подгрупп $f(G)$ такое, что выполняются следующие условия:

(i) если $\alpha: G \rightarrow \alpha(G)$ – изоморфизм, то $f(\alpha(G)) = \{\alpha(X): X \in f(G)\}$;

(ii) если N – нормальная подгруппа группы G , то $f(N) = \{X \cap N: X \in f(G)\}$.

Фиттингов X -функтор мы называем сопряженным, если для каждой группы $G \in X$, множество $f(G)$ есть класс сопряженных подгрупп группы G . Заметим, что в случае, когда $X = S$ классу всех конечных разрешимых групп, фиттинговы S -функторы изучались в серии крупных работ [4–6]. В частности, если F – непустой класс Фиттинга, то отображения $f = \text{Inj}_F$ и $g = \text{Rad}_F$, сопоставляющие каждой группе $G \in S$ множества $\text{Inj}_F(G)$ ее F -инъекторов и $\text{Rad}_F(G)$ ее F -радикалов, являются примерами фиттинговых S -функторов (см. например, лемму IX.1.1 [2] и замечание IX.1.3 [2]). Введем на множестве сопряженных фиттинговых X -функторов отношение “ $\sqsubseteq$ ” следующим образом. Если f и g – сопряженные фиттинговы X -функторы, то функтор f назовем сильно вложенным в g и обозначим $f \sqsubseteq g$ в том и только в том случае, когда для любой подгруппы $X \in f(G)$ существует такая подгруппа $Y \in g(G)$, что $X \leq Y$.

В связи с этим естественен поиск функторных аналогов операторов Локетта и секции Локетта, в частности, определения X -функтора Локетта и секции Локетта таких функторов. Исследованиям в этом направлении были посвящены работы [5; 7]. В [7] нами определено понятие секции Локетта для произвольного фиттингова X -функтора и доказано существование наибольшего и наименьшего по сильному вложению элементов секции Локетта для любого сопряженного фиттингова X -функтора (теорема 3.3 [7]) и для сопряженного фиттингова X -функтора с заданными свойствами (теорема 3.7 [7]) соответственно. Вместе с тем одной из трудных задач даже в специальных случаях S -функтора является задача описания наименьшего по сильному вложению элемента секции Локетта. Ориентиром для таких исследований служит следующая

Проблема (Бейдельман, Брюстер, Хаук [5, проблема 8 (7)]): *описать строение наименьшего элемента f_* секции Локетта для нормально вложенного сопряженного фиттингова S -функтора f . В частности, является ли f_* произведением фиттинговых S -функторов f и Rad_S , если $f = \text{Hall}_\pi$?*

Положительное решение данной проблемы было получено в [6]. Основная цель настоящей работы – положительное решение обобщенной версии указанной проблемы. Нами получено

полное описание строения функтора f_* для нормально вложенного π -разрешимого функтора f .

В определениях и обозначениях мы следуем [2].

Напомним, что подгруппа H группы G называется пронормальной в G , если для любого $x \in G$ подгруппы H и H^x сопряжены между собой в $\langle H, H^x \rangle$. Подгруппу X группы G называют π -нормально вложенной, если холлова π -подгруппа группы X является холловой π -подгруппой некоторой нормальной подгруппы группы G .

Мы будем использовать следующую классификацию X -функторов из [3]. Фиттингов X -функтор мы называем

- 1) π -разрешимым, если $X = S^\pi$ классу всех π -разрешимых групп;
- 2) наследственным, если класс X наследственен;
- 3) пронормальным, если каждая подгруппа $X \in f(G)$ является пронормальной в группе G ;
- 4) π -нормально вложенным, если каждая подгруппа $X \in f(G)$ является π -нормально вложенной подгруппой группы G .

Если f и g – наследственные фиттинговы X -функторы, то их произведением называется [8] отображение $f \circ g$, сопоставляющее каждой группе $G \in X$ непустое множество подгрупп $\{X: X \in f(Y) \text{ для некоторой подгруппы } Y \in g(G)\}$, которое по теореме 2.4 [3] является фиттинговым X -функтором.

Если f – фиттингов X -функтор, то множество всех простых чисел p , для которых существуют такая группа $G \in X$ и подгруппа $X \in f(G)$, что число p является делителем $|X|$, называют характеристикой функтора f и обозначают $\text{Char } f$.

Следуя [2] (см. также [9], определение 20.2 [10]), холловой системой π -разрешимой группы G будем называть такое множество Σ холловых подгрупп из G , что выполняются следующие условия:

- 1) для всякого множества p из π множество Σ содержит в точности одну холлову p -подгруппу и в точности одну холлову $(p \cup \pi')$ -подгруппу;

- 2) если $H, K \in \Sigma$, то $HK = KH$.

Пусть Σ – холлова система π -разрешимой группы G и R – подгруппа группы G . Через $\Sigma \cap R$ обозначают множество подгрупп $\{S \cap R: S \in \Sigma\}$. Если $\Sigma \cap R$ – холлова система группы R , то говорят, что Σ редуцирует холлову систему Σ_R подгруппы R и обозначают $\Sigma \sqsubseteq R$. В этом случае Σ называется продолжением холловой системы Σ_R .

Определение 1. Фиттинговы π -разрешимые функторы f и g назовем перестановочными, если $XY = YX$ для любых подгрупп $X \in f(G)$ и $Y \in g(G)$ таких, что существует холлова система группы G , которая редуцируется в X и Y .

Пусть π – некоторое множество простых чисел. Подгруппу A группы G называют π -связанной [11], если либо порядок подгруппы A , либо ее индекс в G является π -числом. Фиттингов X -функтор будем называть π -связанным, если каждая подгруппа $X \in f(G)$ является π -связанной подгруппой группы G .

Определение 2. Пусть $\{f_i: i \in I\}$ – множество пронормальных сопряженных попарно перестановочных π -разрешимых π -связанных фиттинговых функторов и $\text{Char } f_i \cap \text{Char } f_j = \emptyset$ для всех $i, j \in I$, если $i \neq j$. Определим операцию $\vee$ следующим образом:

$$(\vee_{i \in I} f_i)(G) = \left\{ \prod_{i \in I} X_i : X_i \in f_i(G), \text{ существует} \right.$$

холлова система группы G , которая редуцируется в подгруппу X_i для всех $i \in I$.

В работе [11] доказано, что π -связанная подгруппа H π -разрешимой группы G пронормальна тогда и только тогда, когда всякая холлова система Σ группы G редуцируется точно в одну подгруппу, сопряженную с H , а также, что произведение π -связанных пронормальных перестановочных подгрупп π -разрешимой группы является π -связанной пронормальной подгруппой. В связи с этим можно определить операцию $\vee$ на множестве пронормальных π -разрешимых фиттинговых функторов. Это представляет

Лемма 1. Пусть $\{f_i: i \in I\}$ – множество пронормальных сопряженных попарно перестановочных π -разрешимых π -связанных фиттинговых функторов и $\text{Char } f_i \cap \text{Char } f_j = \emptyset$ для всех $i, j \in I$, если $i \neq j$. Тогда $\vee_{i \in I} f_i$ – пронормальный сопряженный π -разрешимый фиттингов функтор.

Пусть I – множество индексов, π – некоторое множество простых чисел, $\Lambda = \{\pi_i: i \in I\}$ – система попарно непересекающихся подмножеств множества простых чисел такая, что $\pi' \subseteq \pi_i$ для некоторого $\pi_i \in \Lambda$ и $\bigcup_{\pi_i \in \Lambda} \pi_i = \mathbf{P}$.

Следуя [6], π -разрешимый фиттингов функтор f назовем Λ -нормально вложенным, если функтор f является π_i -нормально вложенным для всех $\pi_i \in \Lambda$.

Определим теперь на множестве фиттинговых X -функторов функторную версию извест-

ных в теории классов Фиттинга [1] операторов Локетта и секции Локетта.

Определение 3. Фиттингов X -функтор назовем X -функтором Локетта, если для каждой группы $G \in X$ и $V \in f(G \times G)$ подгруппа $V = (V \cap (G \times 1)) \times (V \cap (1 \times G))$.

Напомним также понятия оператора «*» и секции Локетта фиттингова X -функтора, которые были предложены нами в [7].

Пусть f – фиттингов X -функтор и π_1 – проекция первой координаты подгруппы из $G \times G$ в G . Тогда отображение f^* сопоставляет каждой группе $G \in X$ множество $\{\pi_1(T): T \in f(G \times G)\}$.

Если f – сопряженный фиттингов X -функтор, то секция Локетта – множество функторов

$$\text{Locksec}(f) = \{g: g \text{ – сопряженный фиттингов } X\text{-функтор и } g^* = f^*\}.$$

Для доказательства основного результата мы будем использовать также конструкцию класса Фиттинга $L_\pi(f)$, который был определен нами [3] следующим образом. Пусть X – некоторый непустой класс Фиттинга, f – фиттингов X -функтор и π – множество простых чисел. Группа $G \in L_\pi(f)$ тогда и только тогда, когда $G \in X$ и индекс $|G : X|$ является π' -числом для всех $X \in f(G)$.

Нами получены следующие свойства операторов Локетта и класса $L_\pi(f)$.

Лемма 2. Пусть f – сопряженный фиттингов X -функтор. Тогда справедливы следующие утверждения:

- 1) f^* – X -функтор Локетта;
- 2) если f – сопряженный π -разрешимый функтор Локетта, то $L_\pi(f)$ – класс Локетта;
- 3) если f – сопряженный π -разрешимый фиттингов функтор, то $(L_\pi(f))^* = L_\pi(f^*)$.

Используя свойства холловых π -подгрупп и класса $L_\pi(f)$, полученные нами ранее (следствие 4.3 [3]), мы описываем строение Λ -нормально вложенных π -разрешимых фиттинговых функторов, которое представляет

Лемма 3. Справедливы следующие утверждения:

- 1) если $\{X_i: i \in I\}$ – множество классов Фиттинга, то $f = \vee_{\pi_i \in \Lambda} (\text{Hall}_{\pi_i} \circ \text{Rad}_{X_i})$ – сопряженный Λ -нормально вложенный π -разрешимый фиттингов функтор и $L_{\pi_i}(f) = X_i S_{\pi_i}^\pi$ для всех $\pi_i \in \Lambda$;

- 2) если f – сопряженный π -разрешимый Λ -нормально вложенный фиттингов функтор, то $f = \vee_{\pi_i \in \Lambda} (\text{Hall}_{\pi_i} \circ \text{Rad}_{L_{\pi_i}(f)})$;

3) если f и g – сопряженные Λ -нормально вложенные π -разрешимые фиттинговы функторы, то $f \sqsubseteq g$ тогда и только тогда, когда $L_{\pi_i}(f) \subseteq L_{\pi_i}(g)$ для всех $\pi_i \in \Lambda$.

Следующая теорема и следствие из нее дает положительное решение обобщенной версии проблемы Бейдельмана, Брюстера и Хаука и представляет описание наименьшего элемента секции Локетта для сопряженных Λ -нормально вложенных π -разрешимых фиттинговых функторов.

Теорема. Пусть f – сопряженный Λ -нормально вложенный π -разрешимый фиттингов функтор, f_* – наименьший по сильному вложению элемент секции Локетта функтора f . Тогда

$$f_* = \bigvee_{\pi_i \in \Lambda} \left(\text{Hall}_{\pi_i} \circ \text{Rad}_{(L_{\pi_i}(f))_*} \right).$$

Доказательство. Пусть

$$X_i = (L_{\pi_i}(f))_* \quad (1)$$

и $h = \bigvee_{\pi_i \in \Lambda} \left(\text{Hall}_{\pi_i} \circ \text{Rad}_{(L_{\pi_i}(f))_*} \right)$. Ввиду утверждения 1) леммы 3 получим, что h является сопряженным Λ -нормально вложенным фиттинговым функтором и

$$L_{\pi_i}(h) = X_i S_{\pi_i'}^{\pi} \quad (2)$$

для всех $\pi_i \in \Lambda$. Следовательно, с учетом утверждения 3) леммы 2 и (2) получаем, что

$$L_{\pi_i}(h^*) = L_{\pi_i}(h)^* = (X_i S_{\pi_i'}^{\pi})^*.$$

Тогда по лемме 3 [12]

$$(X_i S_{\pi_i'}^{\pi})^* = X_i^* S_{\pi_i'}^{\pi}.$$

Используя свойства оператора «*» (см. теорему Х.1.15 [2]) и (1), получим

$$X_i^* S_{\pi_i'}^{\pi} = ((L_{\pi_i}(f))_*)^* S_{\pi_i'}^{\pi} = (L_{\pi_i}(f))^* S_{\pi_i'}^{\pi}.$$

Снова используем утверждение 3) леммы 2

$$(L_{\pi_i}(f))^* S_{\pi_i'}^{\pi} = L_{\pi_i}(f^*) S_{\pi_i'}^{\pi} = L_{\pi_i}(f^*).$$

Таким образом, $L_{\pi_i}(h^*) = L_{\pi_i}(f^*)$. Теперь, применяя утверждения 2) леммы 3,

$$\begin{aligned} f^* &= \bigvee_{\pi_i \in \Lambda} \left(\text{Hall}_{\pi_i} \circ \text{Rad}_{L_{\pi_i}(f^*)} \right) = \\ &= \bigvee_{\pi_i \in \Lambda} \left(\text{Hall}_{\pi_i} \circ \text{Rad}_{L_{\pi_i}(h^*)} \right) = h^*. \end{aligned}$$

Итак, $h \in \text{Locksec}(f)$.

Пусть g – произвольный π -разрешимый функтор из $\text{Locksec}(f)$. Тогда

$$(L_{\pi_i}(g))^* = L_{\pi_i}(g^*) = L_{\pi_i}(f^*) = (L_{\pi_i}(f))^*.$$

Следовательно, $L_{\pi_i}(g) \in \text{Locksec}(L_{\pi_i}(f))$. Но тогда для любого $\pi_i \in \Lambda$ получим $X_i = (L_{\pi_i}(f))_* \subseteq L_{\pi_i}(g)$. Кроме того, ввиду (2)

$$L_{\pi_i}(h) = X_i S_{\pi_i'}^{\pi} \subseteq L_{\pi_i}(g) S_{\pi_i'}^{\pi} = L_{\pi_i}(g).$$

Следовательно, по утверждению 3) леммы 3 получим, что $h \sqsubseteq g$. Ввиду произвольности выбора функтора g мы заключаем, что h – наименьший по сильному вложению элемент секции Локетта функтора f , то есть $f_* = h$.

Теорема доказана.

Следствие. Пусть π – множество простых чисел, π -разрешимый фиттингов функтор $f = \text{Hall}_{\pi}$ тогда наименьший элемент секции Локетта $f_* = f \circ \text{Rad}_{(S^{\pi})_*}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lockett, F.P. The Fitting class F^* / F.P. Lockett // Math. Z. – 1974. – Bd. 137, № 2. – S. 131–136.
2. Doerk, K. Finite Soluble Groups / K. Doerk, T. Hawkes. – Berlin–N. Y.: Walter de Gruyter, 1992. – 891 p.
3. Витько, Е.А. Фиттинговы функторы и радикалы конечных групп / Е.А. Витько, Н.Т. Воробьев // Сиб. матем. журнал. – 2011. – Т. 52, № 6. – С. 1253–1263.
4. Beidleman, J.C. Fittingfunctoren in endlichen auflösbaren Gruppen I / J.C. Beidleman, B. Brewster, P. Hauck // Math. Z. – 1983. – Bd. 182. – S. 359–384.
5. Beidleman, J.C. Fitting functors in finite solvable groups II / J.C. Beidleman, B. Brewster, P. Hauck // Math. Proc. Camb. Phil. Soc. – 1987. – Vol. 101. – P. 37–55.
6. Beidleman, J.C. Conjugate π -normally embedded fitting functors / J.C. Beidleman, M.P. Gallego // Rend. Sem. Math. Univ. Padova. – 1988. – Vol. 80. – P. 65–82.
7. Витько, Е.А. О наименьших и наибольших элементах секции Локетта фиттингова функтора / Е.А. Витько // Проблемы физики, математики и техники. – 2012. – № 1(10). – С. 9–14.
8. Каморников, С.Ф. Подгрупповые функторы и классы конечных групп / С.Ф. Каморников, М.В. Селькин. – Минск: Беларус. навука, 2003. – 254 с.
9. Гольберг, П.А. Холловские θ -базы конечных групп / П.А. Гольберг // Изв. высш. учеб. заведений. – 1961. – № 1(20). – С. 36–43.
10. Шеметков, Л.А. Формации конечных групп / Л.А. Шеметков. – М.: Наука, 1978. – 272 с.
11. Сементовский, В.Г. О пронормальных подгруппах конечных π -разрешимых групп / В.Г. Сементовский // Весн. Віцебск. дзярж. ун-та. – 2000. – № 3. – С. 55–59.
12. Воробьев, Н.Т. О радикальных классах конечных групп с условием Локетта / Н.Т. Воробьев // Матем. заметки. – 1988. – Т. 43, № 2. – С. 161–168.

Поступила в редакцию 07.06.2012. Принята в печать 24.08.2012
Адрес для корреспонденции: e-mail: alenkavit@tut.by – Витько Е.А.

О стоуновых решетках кратно насыщенных формаций

Н.Н. Воробьев*, А.П. Мехович**

*Учреждение образования «Гомельский государственный
университет им. Ф. Скорины»

**Учреждение образования «Витебский государственный
университет им. П.М. Машерова»

Для произвольной τ -замкнутой n -кратно насыщенной формации F через $L_n^*(F)$ обозначают решетку всех τ -замкнутых n -кратно насыщенных подформаций формации F . Если же τ -замкнутая формация F тотально насыщена, то через $L_\infty^*(F)$ обозначают решетку всех ее τ -замкнутых тотально насыщенных подформаций.

В настоящей работе описаны τ -замкнутые n -кратно насыщенные (тотально насыщенные) формации со стоуновой решеткой τ -замкнутых n -кратно насыщенных (тотально насыщенных) подформаций. В частности, доказаны следующие теоремы.

Теорема 1. Пусть F – τ -замкнутая n -кратно насыщенная формация. Тогда решетка $L_n^*(F)$ стоунова в том и только в том случае, если $F \subseteq N$.

Теорема 2. Пусть F – τ -замкнутая тотально насыщенная формация. Тогда решетка $L_\infty^*(F)$ стоунова в том и только в том случае, если $F \subseteq N$.

Ключевые слова: τ -замкнутая n -кратно насыщенная формация, τ -замкнутая тотально насыщенная формация, псевдодополнение, стоунова решетка.

On Stone lattices of multiply saturated formations

N.N. Vorob'ev*, A.P. Mekhovich**

*Educational establishment «Vitebsk State University named after P.M. Masherov»

**Educational establishment «Gomel State Francisk Skorina University»

Let F be a τ -closed n -multiply saturated formation. The symbol $L_n^*(F)$ denotes the lattice of all τ -closed n -multiply saturated subformations of F . If F is a τ -closed totally saturated formation, then the symbol $L_\infty^*(F)$ denotes the lattice of all τ -closed totally saturated subformations of F .

In this paper τ -closed n -multiply saturated (τ -closed totally saturated) formations with Stone lattice of τ -closed n -multiply saturated (τ -closed totally saturated) subformations are described. In particular, we prove the following theorems.

Theorem 1. Let F be a τ -closed n -multiply saturated formation. Then $L_n^*(F)$ is a Stone lattice if and only if $F \subseteq N$.

Theorem 2. Let F be a τ -closed totally saturated formation. Then $L_\infty^*(F)$ is a Stone lattice if and only if $F \subseteq N$.

Key words: τ -closed n -multiply saturated formation, τ -closed totally saturated formation, pseudocomplement, Stone lattice.

Все рассматриваемые нами группы конечны. Используется стандартная терминология [1–5].

Напомним, что *формацией* называется класс групп, замкнутый относительно гомоморфных образов и конечных подпрямых произведений. В различных приложениях теории классов групп часто приходится использовать формации, замкнутые относительно той или иной системы подгрупп. Понятие подгруппового функтора (в терминологии А.Н. Скибы) охватывает все рассматриваемые при этом системы подгрупп, что позволяет использовать подгрупповые функторы как аппарат исследования классов групп.

Пусть со всякой группой G сопоставлена некоторая система ее подгрупп $\tau(G)$. Говорят, что τ – *подгрупповой функтор* [4], если выполняются следующие условия:

- 1) $G \in \tau(G)$ для любой группы G ;
- 2) для любого эпиморфизма $\varphi: A \rightarrow B$ и для любых групп $H \in \tau(A)$ и $T \in \tau(B)$ имеет место $H\varphi \in \tau(B)$ и $T\varphi^{-1} \in \tau(A)$.

Формация F называется *τ -замкнутой* [4], если $\tau(G) \subseteq F$ для любой ее группы G из F .

В дальнейшем для всякого непустого множества простых чисел π через S_π , N , N_p (1) обозначают соответственно класс всех разрешимых π -групп, класс всех нильпотентных групп, класс

всех p -групп и класс всех единичных групп. Символ $\pi(G)$ обозначает множество всех различных простых делителей порядка группы G , $\pi(X)$ – объединение множеств $\pi(G)$ для всех групп G из совокупности групп X , $F_p(G)$ – наибольшую нормальную p -нильпотентную подгруппу группы G .

Пусть f – произвольная функция вида

$$f: \Pi \rightarrow \{\text{формации групп}\}. \quad (*)$$

Следуя [3–4], сопоставим функции f вида (*) класс групп

$$LF(f) = \{G \mid G/F_p(G) \in f(p) \text{ для всех } p \in \pi(G)\}.$$

Если формация F такова, что $F = LF(f)$ для некоторой функции f вида (*), то F называется *насыщенной формацией с локальным спутником f* .

Всякая формация считается *0-кратно насыщенной*. При $n \geq 1$ формация F называется *n -кратно насыщенной* [6], если $F = LF(f)$, где все непустые значения локального спутника f являются $(n-1)$ -кратно насыщенными формациями. Если формация F n -кратно насыщена для всех натуральных n , то F называется *тотально насыщенной*.

Пусть L – решетка с нулем. Тогда элемент a^* называется *псевдодополнением* элемента a ($\in L$), если из $a \wedge a^* = 0$ и $a \wedge x = 0$ следует, что $x \leq a^*$. Решетка с нулем называется *решеткой с псевдодополнениями*, если каждый ее элемент обладает псевдодополнением. Дистрибутивная решетка с псевдодополнениями, каждый элемент которой удовлетворяет тождеству

$$a^* \vee (a^*)^* = 1,$$

называется *стоуновой решеткой*.

Для произвольной τ -замкнутой n -кратно насыщенной формации F через $L_n^r(F)$ обозначают решетку всех τ -замкнутых n -кратно насыщенных подформаций формации F . Если же

τ -замкнутая формация F тотально насыщена, то через $L_\infty^r(F)$ обозначают решетку всех ее τ -замкнутых тотально насыщенных подформаций.

В 1986 г. А.Н. Скибой [7] начато изучение решеток формаций групп. В частности, была доказана модулярность решетки всех (насыщенных) формаций (см. [7]). В дальнейшем целая серия работ различных авторов была посвящена поиску модулярных и дистрибутивных решеток формаций. В монографии [4] доказано, что решетка L_n^r всех τ -замкнутых n -кратно

насыщенных формаций модулярна, но не дистрибутивна. В то же время решетка L_∞^r всех τ -замкнутых тотально насыщенных формаций дистрибутивна [8]. Отмеченные результаты наталкивают на мысль изучать насыщенные формации в зависимости от свойств решеток их подформаций.

Целью данной работы является описание τ -замкнутых n -кратно насыщенных (тотально насыщенных) формаций со стоуновой решеткой τ -замкнутых n -кратно насыщенных (тотально насыщенных) подформаций. На пути достижения поставленной цели доказаны следующие теоремы.

Теорема 1. Пусть F – τ -замкнутая n -кратно насыщенная формация. Тогда решетка $L_n^r(F)$ стоунова в том и только в том случае, если $F \subseteq N$.

Теорема 2. Пусть F – τ -замкнутая тотально насыщенная формация. Тогда решетка $L_\infty^r(F)$ стоунова в том и только в том случае, если $F \subseteq N$.

Кроме того, доказано, что решетка $L_\infty^r(F)$ имеет конечное число атомов (теорема 3).

Пусть $\{F_i \mid i \in I\}$ – произвольная система непустых классов групп такая, что для любых двух различных $i, j \in I$ имеет место $F_i \cap F_j = (1)$. Следуя [4], через $\bigotimes_{i \in I} F_i$ мы обозначаем класс всех групп вида $A_1 \times A_2 \times \dots \times A_t$, где $A_1 \in F_{i_1}$, $A_2 \in F_{i_2}$, ..., $A_t \in F_{i_t}$ для некоторых $i_1, i_2, \dots, i_t \in I$. В частности, если $I = \{1, 2, \dots, t\}$, то пишем $F_1 \otimes F_2 \otimes \dots \otimes F_t$. Такая конструкция ранее изучалась в работах [9–12].

Схемы доказательств теоремы 1 и теоремы 2 представлены следующими леммами.

Лемма 1 (теорема [10]). Пусть $F = \bigotimes_{i \in I} F_i$ для некоторых формаций F_i таких, что $\pi(F_i) \cap \pi(F_j) = \emptyset$ для всех различных $i, j \in I$. Тогда формация F τ -замкнута n -кратно насыщена в том и только в том случае, если τ -замкнута n -кратно насыщена каждая из формаций F_i .

Непосредственно из леммы 1 следует

Лемма 2. Пусть $F = \bigotimes_{i \in I} F_i$ для некоторых формаций F_i таких, что $\pi(F_i) \cap \pi(F_j) = \emptyset$ для всех различных $i, j \in I$. Тогда формация F τ -замкнута тотально насыщена в том и только в том случае, если τ -замкнута тотально насыщена каждая из формаций F_i .

Пусть X – произвольная непустая совокупность групп. Пересечение всех формаций, содержащих X , обозначают через $\text{form } X$ и называют *формацией, порожденной* X . Если $X = \{G\}$, то пишут $\text{form } G$. Всякая формация такого вида называется *однопорожденной формацией* (см. [4]).

Элемент a решетки с нулем L называется *атомом*, если для любого $x \in L$ из $0 < x \leq a$ следует, что $x = a$ (т.е. если a покрывает наименьший элемент 0).

Лемма 3 (лемма 4.3.11 [4]). Пусть $F = I_n^r \text{form } G$ – однопорожденная τ -замкнутая n -кратно насыщенная формация. Тогда решетка $L_n^r(F)$ имеет лишь конечное число атомов.

Напомним, что подформация M формации F называется *дополняемой* в F [13], если M дополняема в решетке всех подформаций формации F , т.е. если в F имеется такая подформация N (дополнение к M в F), что

$$F = \text{form}(M \vee N); \quad M \wedge N = (1).$$

Лемма 4. Пусть F – τ -замкнутая n -кратно насыщенная формация. Тогда если формация N_p дополняема в решетке $L_n^r(F)$ для каждого $p \in \pi(F)$, то $F \subseteq N$.

Лемма 5. Пусть F – τ -замкнутая тотально насыщенная формация. Тогда если формация N_p дополняема в решетке $L_\infty^r(F)$ для каждого $p \in \pi(F)$, то $F \subseteq N$.

Для произвольного класса групп $F \supseteq (1)$ символ G^F обозначает пересечение всех таких нормальных подгрупп N , что $G/N \in F$. Пусть M и N – некоторые формации. Если $N \neq \emptyset$, то через MN обозначают класс всех тех групп G , для которых $G^N \in M$. Класс MN называется *произведением формаций* M и N [1].

Лемма 6 (лемма 12 [14]). Пусть F – непустая τ -замкнутая формация, π – такое множество простых чисел, что $\pi(F) \subseteq \pi$. Тогда произведение $S_\pi F$ является τ -замкнутой тотально насыщенной формацией.

Следуя [4], для любой совокупности подгрупповых функторов $\{\tau_i | i \in I\}$ определим их пересечение $\tau = \bigcap_{i \in I} \tau_i$ следующим образом:

$$\tau(G) = \bigcap_{i \in I} \tau_i(G)$$

для любой группы G из совокупности групп X . Через $S_\tau X$ обозначают множество всех таких групп H , что $H \in \tau(G)$ для некоторой группы $G \in X$. Пусть τ – произвольный подгрупповой

функтор, $\bar{\tau}$ – пересечение всех таких замкнутых функторов τ_i , для которых $\tau \leq \tau_i$.

Для произвольной совокупности групп X символом $Q(X)$ обозначают множество всех гомоморфных образов всех групп из X . Класс групп F называется *полуформацией*, если $F = QF$ [4].

Лемма 7 (лемма 1.2.22 [4]). Для любой совокупности групп X справедливо равенство

$$\tau \text{form } X = QR_0 S_{\bar{\tau}}(X).$$

Лемма 8 (лемма 2.4 [1]). $QR_0 Q = QR_0$.

Лемма 9 (лемма 1.2.21[4]). Пусть F – τ -замкнутая полуформация, порожденная совокупностью групп X . Тогда

$$F = QS_{\bar{\tau}}(X).$$

Лемма 10 (теорема 2.2 [1]). Для любого класса X имеет место равенство

$$\text{form } X = QR_0 X.$$

Лемма 11 (следствие 1.2.23 [4]). Пусть X – произвольная совокупность групп, $M = S_{\bar{\tau}}(X)$. Тогда

$$\tau \text{form } M = \text{form } M.$$

Неединичная группа G называется *монолитической*, если в ней имеется единственная минимальная нормальная подгруппа (монолит группы G) [5].

Лемма 12 (лемма 2.1.6 [4]). Пусть A – монолитическая группа с неабелевым монолитом, M – некоторая τ -замкнутая полуформация и $A \in I_n^r \text{form } M$. Тогда $A \in M$.

Лемма 13 (теорема 4.6 [15]). Абелева простая группа является циклической группой простого порядка.

Цоколем группы G называется подгруппа, являющаяся произведением всех минимальных нормальных подгрупп группы G . Цоколь группы G обозначается через $\text{Soc}(G)$.

Теорема 3. Пусть $F = I_\infty^r \text{form } G$ – однопорожденная τ -замкнутая тотально насыщенная формация. Тогда решетка $L_\infty^r(F)$ имеет лишь конечное число атомов.

Доказательство. Пусть M – атом решетки $L_\infty^r(F)$. Тогда $M = I_\infty^r \text{form } A$ для некоторой простой группы A . Пусть A – неабелева группа и $\pi = \pi(G)$. В силу леммы 6 $S_\pi I_0^r \text{form } G \in I_\infty^r$. Следовательно, имеет место включение

$$F = I_\infty^r \text{form } G \subseteq S_\pi I_0^r \text{form } G.$$

Так как $M \subseteq F$, то $A \in F$. Значит, $A \in S_\pi l_0^r \text{form } G$. Поскольку A – простая группа, то A – монолитическая группа с неабелевым монолитом $\text{Soc}(A) = A$. Значит, $A \in l_0^r \text{form } G$. По лемме 7 $l_0^r \text{form } G = \tau \text{form } G = \text{QR}_0 S_{\bar{r}}(G)$. Отсюда $A \in \text{QR}_0 S_{\bar{r}}(G)$. В силу леммы 8

$$\begin{aligned} \text{QR}_0 S_{\bar{r}}(G) &= \text{QR}_0 \text{QS}_{\bar{r}}(G) = Q(R_0 \text{QS}_{\bar{r}}(G)) = \\ &= Q(R_0(QS_{\bar{r}}(G))) = Q(R_0 H) = \text{QR}_0 H, \end{aligned}$$

где, согласно лемме 9, $H = \text{QS}_{\bar{r}}(G)$ – τ -замкнутая полуформация, порожденная группой G . По леммам 10 и 11

$$\text{QR}_0 H = \text{form } H = \tau \text{form } H = l_0^r \text{form } H.$$

Итак, $A \in l_0^r \text{form } H$. Но тогда по лемме 12 $A \in H = \text{QS}_{\bar{r}} G$. Это означает, что в решетке $L_\infty^r(F)$ имеется лишь конечное число неразрешимых атомов.

Пусть A – абелева группа. Тогда по лемме 13 $|A| = p$ – простое число, где $p \in \pi = \pi(G)$. Класс всех π -групп G_π – τ -замкнутая тотально насыщенная формация (см. [2, с. 24]). Поэтому из того, что $A \in G_\pi$ следует

$$M = l_\infty^r \text{form } A \subseteq G_\pi.$$

Но π – конечное множество. Поэтому в G_π имеется лишь конечное число τ -замкнутых тотально насыщенных подформаций, порожденных простой группой A порядка $p \in \pi = \pi(G)$. Это означает, что в решетке $L_\infty^r(F)$ имеется лишь конечное число разрешимых атомов. Лемма доказана.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь (грант докторанта М12-06, № гр.20120919; грант аспиранта 36/12, № гр.20121177).

ЛИТЕРАТУРА

1. Шеметков, Л.А. Формации конечных групп / Л.А. Шеметков. – М.: Наука, 1978. – 272 с.
2. Шеметков, Л.А. Формации алгебраических систем / Л.А. Шеметков, А.Н. Скиба. – М.: Наука, 1989. – 256 с.
3. Doerk, K. Finite soluble groups. De Gruyter Expo. Math., 4 / K. Doerk, T. Hawkes. – Berlin–N. Y.: Walter de Gruyter & Co., 1992. – 891 p.
4. Скиба, А.Н. Алгебра формаций / А.Н. Скиба. – Минск: Белорусская наука, 1997. – 240 с.
5. Скиба, А.Н. Кратно ω -локальные формации и классы Фиттинга конечных групп / А.Н. Скиба, Л.А. Шеметков // Матем. труды. – 1999. – Т. 2, № 2. – С. 114–147.
6. Скиба, А.Н. Характеризация конечных разрешимых групп заданной нильпотентной длины / А.Н. Скиба // Вопросы алгебры. – 1987. – Вып. 3. – С. 21–31.
7. Скиба, А.Н. О локальных формациях длины 5 / А.Н. Скиба // Арифметическое и подгрупповое строение конечных групп: труды Гомельск. сем. / Ин-т математики АН БССР; под ред. М.И. Слукы. – Минск, 1986. – С. 135–149.
8. Safonov, V.G. On a question of A.N. Skiba about totally saturated formations / V.G. Safonov // Algebra and Discrete Mathematics. – 2008. – № 3. – С. 88–97.
9. Воробьев, Н.Н. О прямых разложениях n -кратно ω -насыщенных формаций / Н.Н. Воробьев, А.П. Мехович // Проблемы физики, математики и техники. – 2011. – № 1(6). – С. 48–51.
10. Воробьев, Н.Н. Об одном классе прямо разложимых обобщенно насыщенных формаций / Н.Н. Воробьев, А.П. Мехович // Весті НАН Беларусі. Сер. фіз.-мат. навук. – 2012. – № 1. – С. 34–38.
11. Воробьев, Н.Н. Прямые разложения n -кратно ω -композиционных формаций / Н.Н. Воробьев, А.П. Мехович // Доклады НАН Беларусі. – 2012. – Т. 56, № 1. – С. 26–29.
12. Мехович, А.П. Прямые разложения τ -замкнутых n -кратно ω -композиционных формаций / А.П. Мехович // Весті НАН Беларусі. Сер. фіз.-мат. навук. – 2012. – № 2. – С. 49–53.
13. Скиба, А.Н. О формациях с заданными системами подформаций / А.Н. Скиба // Подгрупповое строение конечных групп: труды Гомельск. сем. / Ин-т математики АН БССР; под ред. В.С. Монахова. – Минск, 1981. – С. 155–180.
14. Сафонов, В.Г. Характеризация разрешимых однопорожденных тотально насыщенных формаций конечных групп / В.Г. Сафонов // Сибирск. матем. журнал. – 2007. – Т. 48, № 1. – С. 185–191.
15. Suzuki, M. Group theory I. Grundlehren der mathematischen Wissenschaften, 247 / M. Suzuki. – Berlin–Heidelberg–N. Y.: Springer-Verlag, 1982. – 434 p.

Поступила в редакцию 18.07.2012. Принята в печать 24.08.2012
Адрес для корреспонденции: 246019, г. Гомель, ул. Советская, д. 104,
e-mail: vornic2001@yahoo.com – Воробьев Н.Н.

О произведениях частично субнормальных подгрупп конечных групп

В.И. Мурашко, А.Ф. Васильев

Учреждение образования «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»

Пусть R – подмножество элементов группы G . Подгруппу H группы G назовем R -субнормальной подгруппой, если H является субнормальной подгруппой в $\langle H, R \rangle$. Используя данное понятие, мы доказываем достаточные признаки нильпотентности и сверхразрешимости конечной группы G , представимой в произведение своих R -субнормальных подгрупп, где $R = F(G)$ является подгруппой Фиттинга G . В частности, установлена нильпотентность группы $G = AB$, где A и B – $F(G)$ -субнормальные нильпотентные подгруппы группы G . Также получено, что группа $G = AB$, являющаяся произведением своих $F(G)$ -субнормальных сверхразрешимых подгрупп A и B , сверхразрешима, если выполняется хотя бы одно из следующих условий: 1) коммутант G' группы G нильпотентен; 2) G метанильпотентна и подгруппы A и B имеют взаимно простые индексы; 3) $G' = A'B'$; 4) одна из подгрупп A или B нормальна и нильпотентна.

Ключевые слова: конечная группа, произведение подгрупп, субнормальная подгруппа, нильпотентная группа, сверхразрешимая группа, подгруппа Фиттинга, коммутант.

On the Products of Partially Subnormal Subgroups of Finite Groups

V.I. Murashka, A.F. Vasil'ev

Education establishment «Gomel State University of Francisk Skorina»

Let R be a subset of a group G . A subgroup H of G will be called R -subnormal subgroup if H is a subnormal subgroup of $\langle H, R \rangle$. Using this concept, we will prove some sufficient conditions for the nilpotency and supersolubility of finite group G , represented by the product of its R -subnormal subgroups, where $R = F(G)$ is the Fitting subgroup of G . In particular, we have proved the nilpotency of the group $G = AB$ which is the product of its $F(G)$ -subnormal nilpotent subgroups A and B . It also has been found that the group $G = AB$, which is the product of its $F(G)$ -subnormal supersoluble subgroups A and B , is supersolvable if at least one of the following conditions is held: 1) the commutator subgroup G' group G is nilpotent; 2) G is metanilpotent and subgroups A and B have relatively prime indices; 3) $G' = A'B'$; 4) one of the subgroups A or B is normal and nilpotent.

Key words: finite group, product of subgroups, subnormal subgroup, nilpotent group, supersoluble group, Fitting subgroup, commutator subgroup.

Введение. Рассматриваются только конечные группы. Хорошо известен результат Фиттинга о том, что группа, представимая в произведение своих нормальных (субнормальных) нильпотентных подгрупп, является нильпотентной. Существуют примеры [1] несверхразрешимых групп, являющихся произведением своих субнормальных сверхразрешимых подгрупп. С другой стороны, Бэр в [2] показал, что если группа G является произведением своих двух нормальных сверхразрешимых подгрупп и ее коммутант G' нильпотентен, то G сверхразрешима. Фриссен [3] заметил, что если группа есть произведение двух нормальных сверхразрешимых подгрупп, имеющих взаимно простые индексы в ней, то она сверхразрешима. Также хорошо известно, что произведение нормальной нильпотентной подгруппы на нормальную сверхразрешимую подгруппу всегда сверхразрешимо. Перечисленные выше результаты развивались многими авторами в различных направлениях (см., например, [4–6]).

В настоящей работе мы вводим следующее определение.

Определение 1. Пусть R – подмножество элементов группы G . Подгруппу H группы G назовем R -субнормальной подгруппой, если H является субнормальной подгруппой в $\langle H, R \rangle$.

Основной целью данной работы является обобщение отмеченных выше классических результатов для групп, представимых в произведение своих R -субнормальных подгрупп, в случае, когда R совпадает с подгруппой Фиттинга $F(G)$ группы G . Заметим, что всякая субнормальная подгруппа является $F(G)$ -субнормальной. Обратное утверждение неверно, как показывает следующий пример.

Пример 1. Пусть G – группа, изоморфная симметрической группе степени 4. Пусть H – силовская 2-подгруппа G . Заметим, что H является абнормальной подгруппой группы G . Нетрудно показать, что $F(G)$ лежит в H . Следовательно, H является $F(G)$ -субнормальной подгруппой группы G .

Теорема 1. Если группа $G=AB$ является произведением своих $F(G)$ -субнормальных нильпотентных подгрупп A и B , то G нильпотентна.

Следствие 1. Пусть группа $G = AB$ является произведением нильпотентных подгрупп A и B . Если $F(G) \subseteq A \cap B$, то G нильпотентна.

Следующий пример показывает, что если группа G содержит две $F(G)$ -субнормальные сверхразрешимые подгруппы A и B взаимно простых индексов в G (в этом случае, $G = AB$), то она необязательно сверхразрешима.

Пример 2. Пусть G – группа, изоморфная симметрической группе степени 3. По теореме 10.3В [7] существует точный неприводимый F_7G -модуль V размерности 2 над полем F_7 . Пусть T – полупрямое произведение V и G . Пусть $A = VG_3$ и $B = VG_2$, где G_p – силовская p -подгруппа G и $p \in \{2, 3\}$. Так как $7 \equiv 1 \pmod{p}$ для $p \in \{2, 3\}$, то легко проверить, что A и B сверхразрешимы. Так как V – точный неприводимый модуль, то $F(T) = V$. Таким образом, A и B – $F(T)$ -субнормальные подгруппы T . Заметим, что $T = AB$, но T в силу свойств F_7G -модуля V не является сверхразрешимой группой.

Известно, что если группа содержит две нормальные подгруппы взаимно простых индексов, то ее коммутант есть произведение коммутантов этих подгрупп (см. доказательство теоремы 3.5 из [1, р. 128]).

Теорема 2. Пусть группа $G = AB$ является произведением своих $F(G)$ -субнормальных сверхразрешимых подгрупп A и B . Если выполняется хотя бы одно из следующих условий:

- 1) коммутант G' группы G нильпотентен;
- 2) G метанильпотентна и $(|G : A|, |G : B|) = 1$;
- 3) $G' = A'B'$;
- 4) одна из подгрупп A или B нильпотентна и нормальна в G ,

то G сверхразрешима.

Замечание. Теоремы 1 и 2 остаются верными, если вместо $F(G)$ рассматривать любую подгруппу R группы G такую, что $F(G) \subseteq R$.

Предварительные результаты. В работе используются обозначения, определения и результаты из работ [1, 7–8], напомним некоторые из них.

Пусть G – группа. Тогда через E обозначается единичная подгруппа, через $F(G)$ обозначается подгруппа Фиттинга; через $\Phi(G)$ обозначается подгруппа Фраттини группы G . Если M – подгруппа группы G , то через M_G обозначается максимальная нормальная в G подгруппа, содержащаяся в M .

Леммы 1, 2, 4 хорошо известны, и их доказательства можно найти в [7–8].

Лемма 1. Если факторгруппа $G/\Phi(G)$ нильпотентна, то и группа G нильпотентна.

Лемма 2. Если группа G разрешима, то

1) $\Phi(G) \subset F(G)$ и $F(G/\Phi(G)) = F(G)/\Phi(G)$;

2) $C_G(F(G)) \subseteq F(G)$;

3) если $\Phi(G) = E$, то $F(G)$ совпадает с произведением всех минимальных подгрупп группы G .

Лемма 3. Пусть группа G есть произведение своих субнормальных сверхразрешимых подгрупп A и B . Если коммутант G' нильпотентен, то G сверхразрешима.

Доказательство. Непосредственно индукцией по порядку группы сводится к теореме Бэра (см., например, [1, р. 9]).

Лемма 4. Пусть группа G есть произведение своих подгрупп A и B . Тогда верны следующие утверждения:

1) $G' = A'B'[A, B]$;

2) $[A, B] \triangleleft G$;

3) если одна из подгрупп A или B нормальна в G , то $[A, B]$ в ней содержится;

4) пусть G разрешима и π – множество простых чисел. Тогда найдутся такие π -холловы подгруппы G_π, A_π, B_π групп G, A и B соответственно, что $G_\pi = A_\pi B_\pi$.

Лемма 5. Если группа G есть произведение нормальной нильпотентной подгруппы и субнормальной сверхразрешимой подгруппы, то G сверхразрешима.

Доказательство. Пусть $G = AB$, где A – нормальная нильпотентная подгруппа, а B – субнормальная сверхразрешимая подгруппа группы G . Согласно 1) леммы 4 коммутант $G' = A'B'[A, B]$. Так как $A \triangleleft G$, то по 3) леммы 4 $[A, B] \subseteq A$. Заметим, что $A'[A, B]$ – нормальная нильпотентная подгруппа группы G' . Так как B сверхразрешима, то ее коммутант B' нильпотентен. Имеем, что G' представим в произведение двух своих субнормальных нильпотентных подгрупп $A'[A, B]$ и B' . Следовательно, подгруппа G' нильпотентна. Теперь утверждение леммы вытекает из леммы 3. Лемма доказана.

Доказательства основных результатов.

Доказательство теоремы 1. Пусть существуют нильпотентные группы $G = AB$, являющиеся произведением своих $F(G)$ -субнормальных нильпотентных подгрупп A и B . Выберем среди таких групп группу $G = AB$ наименьшего порядка. По теореме Виланда–Кегеля группа G разрешима. Очевидно, что $G \neq E$.

Предположим $\Phi(G) \neq E$. Рассмотрим фактор-группу $G/\Phi(G)$. Так как $F(G/\Phi(G)) = F(G)/\Phi(G)$ по 1) леммы 2, то

$$G/\Phi(G) = A\Phi(G)/\Phi(G)B\Phi(G)/\Phi(G),$$

где $A\Phi(G)/\Phi(G)$ и $B\Phi(G)/\Phi(G)$ являются $F(G/\Phi(G))$ -субнормальными нильпотентными подгруппами группы $G/\Phi(G)$. Так как $|G| > |G/\Phi(G)|$, то $G/\Phi(G)$ нильпотентна. Тогда по лемме 1 группа G нильпотентна. Это противоречит выбору группы G .

Можно считать, что $\Phi(G) = E$. Рассмотрим подгруппу $R = AF(G)$. Так как A субнормальна в $\langle A, F(G) \rangle = AF(G)$, то из нильпотентности A и $F(G)$ следует, что $R = AF(G)$ нильпотентна. Аналогично устанавливается нильпотентность подгруппы $T = BF(G)$.

Покажем, что в G найдется ненормальная максимальная подгруппа M , не содержащая $F(G)$. Допустим противное. Так как G разрешима и нильпотентна, то $G \neq F(G) \neq E$. Тогда по утверждению 3) леммы 2 $F(G) = N_1 \times \dots \times N_t$, где N_i – минимальная нормальная подгруппа группы G , $i = 1, \dots, t$. Пусть $i \in \{1, \dots, t\}$. Так как $\Phi(G) = E$, то для N_i найдется максимальная подгруппа M_i группы G такая, что $M_i N_i = G$. Заметим, что $M_i F(G) = G$. Согласно допущению имеем, что $M_i \triangleleft G$. Так как N_i абелева, то $N_i \subseteq C_G(N_i)$. Из $M_i \cap N_i = 1$ и $M_i \triangleleft G$ следует, что $M_i \subseteq C_G(N_i)$. Но тогда $G = M_i N_i \subseteq C_G(N_i)$ для любого $i = 1, \dots, t$. Отсюда и из 2) леммы 2 заключаем, что $G \subseteq C_G(F(G)) \subseteq F(G)$. Следовательно, G нильпотентна. Получили противоречие с выбором G .

Таким образом, в G имеется ненормальная максимальная подгруппа M , не содержащая $F(G)$. Так как G разрешима, то согласно теореме 2 из [9] существует силовская p -подгруппа G_p группы такая, что ее нормализатор $N_G(G_p)$ содержится в M .

С другой стороны, ввиду 4) леммы 4 в R и T существуют p' -холловы подгруппы $R_{p'}$ и $T_{p'}$ соответственно и силовские p -подгруппы R_p и T_p соответственно такие, что $R_p T_{p'}$ – p' -холлова подгруппа группы G , а $R_p T_p = G_p$. Из нильпотентности подгрупп R и T следует, что $R = R_{p'} \times R_p$ и $T = T_{p'} \times T_p$. Поэтому $[R_{p'} \cap T_{p'}, R_p T_p] = E$. Откуда получаем, что $R_{p'} \cap T_{p'} \subseteq N_G(R_p T_p) = N_G(G_p)$. Так как $F(G) \subseteq R \cap T$, то нетрудно заметить, что $F(G) \subseteq N_G(G_p) \subseteq M$. Получили противоречие с выбором M . Теорема доказана.

Доказательство следствия 1. Так как $F(G) \subseteq A \cap B$, то нетрудно видеть, что A и B

являются $F(G)$ -субнормальными подгруппами. Теперь результат следует из теоремы 1.

Доказательство теоремы 2. Предположим, что G' нильпотентна. Так как $F(G)$ нильпотентна, то по лемме 5 подгруппа $K = AF(G)$ сверхразрешима. Аналогично устанавливается сверхразрешимость подгруппы $R = BF(G)$. Так как G' нильпотентна, то группа $G/F(G) = K/F(G)R/F(G)$ абелева. Откуда следует, что $K/F(G)$ и $R/F(G)$ – нормальные подгруппы в $G/F(G)$. Теперь наше утверждение следует из леммы 3.

Предположим, что G метанильпотентна и $(|G : A|, |G : B|) = 1$. Так как $F(G)$ нильпотентна, то $K = AF(G)$ сверхразрешима по лемме 5. Аналогично доказывается, что подгруппа $R = BF(G)$ сверхразрешима. Имеем $G/F(G) = K/F(G)R/F(G)$. Так как G метанильпотентна, то $G/F(G)$ нильпотентна. Поэтому $K/F(G)$ и $R/F(G)$ являются субнормальными подгруппами в $G/F(G)$. Следовательно, K и R – субнормальные подгруппы в G . По теореме 3.5 (см. [1], р. 128) G сверхразрешима, что и завершает доказательство пункта 2) теоремы.

Для доказательства оставшихся пунктов теоремы 2 нам потребуется следующая лемма.

Лемма 6. Пусть группа $G = AB$ – произведение $F(G)$ -субнормальных подгрупп A и B , имеющих нильпотентный коммутант. Если выполняется хотя бы одно из следующих условий:

- 1) $G' = A'B'$;
- 2) одна из подгрупп A и B нильпотентна и нормальна в G , то коммутант G' группы G нильпотентен.

Доказательство. Пусть $G' = A'B'$. Тогда из характеристичности подгруппы A' в A следует, что A' субнормальна в $AF(G)$, в частности, A' субнормальна в $A'F(G)$. Следовательно, $A' = F(G)$ -субнормальная подгруппа группы G . Аналогично доказывается $F(G)$ -субнормальность подгруппы B' . Так как G' – нормальная подгруппа группы G , то $F(G') \subseteq F(G)$. Заметим, что коммутанты A' и B' являются $F(G')$ -субнормальными нильпотентными подгруппами группы G' . Теорема 1 завершает доказательство пункта 1) леммы 6.

Предположим, что одна из подгрупп A и B нильпотентна и нормальна в G . Не теряя общности рассуждений, можно считать, что A – нормальная нильпотентная подгруппа группы G . Так как $A' \text{ char } A \triangleleft G$, то $A' \triangleleft G$. Так как $[A, B] \subseteq A$ по 3) леммы 4, то $[A, B]$ нильпотентна. Так как $[A, B] \triangleleft G$, то $A'[A, B]$ – нормальная нильпотентная подгруппа, в частности,

$F(G')$ -субнормальная подгруппа группы G' . Рассуждая, как в пункте 1), получаем, что B' является $F(G')$ -субнормальной нильпотентной подгруппой группы G' . Так как $A' \triangleleft G$, то ввиду 1) леммы 2 $G' = A'B'[A, B] = B' A'[A, B]$. Отсюда по теореме 1 получаем нильпотентность G' . Лемма 6 доказана.

Окончание доказательства теоремы 2. Пункты 3) и 4) теоремы следуют из леммы 6 и пункта 1) теоремы. Теорема доказана.

Заключение. Полученные выше теоремы могут быть использованы при изучении свойств групп, представимых в произведение своих нильпотентных и сверхразрешимых подгрупп с различными условиями перестановочности для подгрупп.

Напомним, что подгруппы H и K группы G называются перестановочными, если $HK = KH$, что эквивалентно тому, что множество HK является подгруппой в G . В работе [10] Т. Фогелем было введено понятие сопряженно-перестановочной подгруппы. Подгруппа H группы G называется сопряженно-перестановочной, если H перестановочна со всеми своими сопряженными подгруппами H^x , $x \in G$. В работе [10] было показано, что если H является сопряженно-перестановочной подгруппой группы G , то H субнормальна в G .

Для того чтобы развить данную концепцию, нами в работе [11] было введено следующее

Определение 2. Пусть R – подмножество элементов группы G . Подгруппа H группы G называется R -сопряженно-перестановочной, если $HN^x = N^xH$ для всех $x \in R$.

Лемма 7. Пусть H и R – подгруппы группы G , причем $RH = HR$. Если H является R -сопряженно-перестановочной, то H субнормальна в подгруппе RH .

Доказательство. Пусть $k \in RH$. Тогда $k = hr$, где $h \in H$ и $r \in R$. Так как подгруппа H является R -сопряженно-перестановочной, то $HN^k = HN^{hr} = HN^r = H^rN = H^{hr}N = H^kN$. Следовательно, H является сопряженно-перестановочной подгруппой группы RH . Теперь результат следует из следствия 1.1 [10]. Лемма доказана.

Как показывает следующий пример, обратное утверждение к лемме 7 неверно.

Пример 3. Рассмотрим симметрическую группу S_8 степени 8 и ее подгруппу, изоморфную группе вращений правильного восьмиугольника $D_8 = \langle x, y \mid x^8 = y^2 = 1, yxy = x^7 \rangle$. Нетрудно проверить, что подгруппы $H = \langle y \rangle$ и $K = \langle yx^6 \rangle$ сопряжены в D_8 , но не перестановочны. Отметим, что H субнормальна в HD_8 . Заметим также, что H не субнормальна в S_8 .

Применяя лемму 7, в качестве следствий из теорем 1 и 2 получаем следующие результаты.

Следствие 2. Если группа $G = AB$ является произведением своих $F(G)$ -сопряженно-перестановочных нильпотентных подгрупп A и B , то G нильпотентна.

Следствие 3. Пусть группа $G = AB$ – произведение своих $F(G)$ -сопряженно-перестановочных сверхразрешимых подгрупп A и B . Если выполняется хотя бы одно из следующих условий:

- 1) коммутант G' группы G нильпотентен;
- 2) G метанильпотентна и

$$(|G : A|, |G : B|) = 1;$$

- 3) $G' = A'B'$;

4) одна из подгрупп A или B нильпотентна и нормальна в G , то G сверхразрешима.

ЛИТЕРАТУРА

1. Between Nilpotent and Soluble / H.G. Bray [et al.]; ed. M. Weinstein. – Passaic: Polygonal Publishing House, 1982. – P. 8.
2. Baer, R. Classes of finite groups and their properties / R. Baer // Illinois J. Math. – 1957. – Vol. 1. – P. 318–326.
3. Friesen, D.R. Products of normal supersoluble subgroups / D.R. Friesen // Proc. Amer. Math. Soc. – 1971. – Vol. 30. – P. 46–48.
4. Васильев, А.Ф. О конечных группах, у которых главные факторы являются простыми группами / А.Ф. Васильев, Т.И. Васильева // Изв. вузов. Математика. – 1997. – № 11(426). – С. 10–14.
5. Васильев, А.Ф. Относительно радикальные локальные формации конечных групп / А.Ф. Васильев, Д.Н. Симоненко // Изв. Гомельск. гос. ун-та им. Ф. Скорины. – 2006. – № 6(27). – С. 19–25.
6. Ballester-Bolinches, A. Products of Finite Groups / A. Ballester-Bolinches, R. Esteban-Romero, M. Asaad. – Walter de Gruyter, 2010. – 348 p.
7. Doerk, K. Finite soluble groups / K. Doerk, T. Hawkes. – Berlin–N. Y.: Walter de Gruyter, 1992. – 891 p.
8. Монахов, В.С. Введение в теорию конечных групп и их классов / В.С. Монахов. – Минск: Вышэйшая школа, 2006. – 322 с.
9. Ведерников, В.А. О π -свойствах конечных групп / В.А. Ведерников // Арифметическое и подгрупповое строение конечных групп. – Минск: Наука и техника, 1986. – С. 13–19.
10. Foguel, T. Conjugate-Permutable Subgroups / T. Foguel // J. Algebra. – 1997. – Vol. 191. – P. 235–239.
11. Murashka, V.I. On Partially Conjugate-Permutable Subgroups of Finite Groups / V.I. Murashka, A.F. Vasil'ev // ArXiv.org e-Print archive, arXiv:1206.0185v1, 1 Jun 2012.

Поступила в редакцию 18.07.2012. Принята в печать 24.08.2012

Адрес для корреспонденции: 246000, г. Гомель, ул. Советская, д. 104, УО «ГТУ им. Ф. Скорины», математический факультет, e-mail: MVImath@yandex.by – Мурашко В.И.

Характеристика жидкого содержимого куколок дубового шелкопряда

Б.Н. Кочергин, Н.А. Степанова, Т.А. Толкачева, А.А. Чиркин

Учреждение образования «Витебский государственный университет им. П.М. Машерова»

В результате проведенных многолетних исследований показано, что содержание общего белка в гемолимфе куколок составляет $55 \pm 4,0$ г/л, а содержание свободных аминокислот – 4,6 г/л. В гемолимфе обнаружен полный набор протеиногенных аминокислот, включая все незаменимые аминокислоты. Общее содержание растворимых белков в теле куколок и жировом теле было наибольшим при питании гусениц листьями ивы. В гемолимфе куколок дубового шелкопряда содержание аскорбиновой кислоты больше в десять раз по сравнению с гемолимфой виноградных улиток. На протяжении диапаузы в гемолимфе увеличивается количество калия и мочевой кислоты. В первой четверти диапаузы гистолиз происходит с помощью механизмов апоптоза. В этот период гемолимфа способна вызывать апоптоз в стволовых клетках жировой ткани крыс. Доказано наличие ингибирующих и активирующих субстанций в составе гемолимфы. Высказано предположение об их ключевой роли в чередовании процессов гистолиза и гистогенеза в фазе диапаузы. Разработан способ получения препарата из куколок дубового шелкопряда для профилактики инсулинорезистентности.

Ключевые слова: дубовый шелкопряд, гемолимфа, диапауза, гистолиз, гистогенез, биохимический состав.

Characteristics of the liquid contents of the oak silkworm pupae

B.N. Kochergin, N.A. Stepanova, T.A. Tolkacheva, A.A. Chirkin

Educational establishment «Vitebsk State University named after P.M. Masherov»

As a result of long term research it is presented that the total content of protein in the haemolymph of pupae is $55 \pm 4,0$ g/l, and free amino acid content is 4,6 g/l. A complete set of proteinogenic amino acids, including all essential amino acids, is found in haemolymph. The total content of soluble proteins in the body of pupae and in the fat body was highest when feeding caterpillars with leaves of willow. In silkworm oak pupae haemolymph the content of ascorbic acid is ten times as much as in snail haemolymph. During diapause the amount of potassium and uric acid increases in haemolymph. In the first quarter of diapause gistolysis occurs through the mechanisms of apoptosis. During this period, haemolymph can induce apoptosis in adipose tissue stem cells of rats. We proved the presence of inhibitory and activating substances in the composition of haemolymph. The assumption of their key role in the alternation of processes of gistolysis and gistogenesis in the phase of diapause, is made. Method for producing drug from oak silkworm pupae for the prevention of insulin resistance is worked out.

Key words: oak silkworm, haemolymph, diapause, gistolysis, histogenesis, biochemical composition.

У насекомых с полным превращением личинка последнего возраста трансформируется в куколку. Куколка дубового шелкопряда (*Antheraea pernyi* G.-M.) покрыта оболочкой из шелковой нити (кокон). По массе кокон дубового шелкопряда значительно превосходит (в 2–3 раза) кокон тутового шелкопряда. Средняя масса живых коконов колеблется в пределах 4,5–9 г, сухих – 2–3 г. Процентное содержание оболочки в коконе дубового шелкопряда достигает 28%, у тутового – 42%. Фаза куколки у дубового шелкопряда (диапауза) продолжается 7–8 месяцев. Куколка не питается, а живет за счет энергии пищи, потребляемой личинкой. В куколке происходят процессы гистолиза и гистогенеза. Гистолиз – разрушение подлежащих замене в ходе

метаморфоза тканей и органов личинки, которое осуществляется при помощи автолиза, лейкоцитоза (с помощью лейкоцитов) и фагоцитоза. Гистолизу подвергаются все системы организма личинки, кроме нервной, половой, а также спинного сосуда [1–3]. Жидкое содержимое куколки дубового шелкопряда в дальнейшем изложении будем называть гемолимфой куколки. В периоде диапаузы не происходит разрушение молекул гемолимфы в результате свободнорадикальных процессов, и содержимое куколок защищено от бактериальной контаминации. Гистолиз сменяется гистогенезом, конечной целью которого является построение из жидкого содержимого куколок новых, имагинальных органов. Важную роль при гистогенезе играют

имагинальные зачатки – группы клеток, из которых возникают те или иные ткани и органы. Таким образом, в голометаболических личинках имеются две популяции клеток: личиночные клетки, функционирующие на ювенильных стадиях, и имагинальные клетки, собранные в кластеры, ждущие сигнала, чтобы приступить к дифференцировке. Кроме того, в гемолимфе обнаруживаются, как минимум, 5 типов циркулирующих гемоцитов: прогематоциты (стволовые клетки), плазматоциты и три типа специализированных клеток [4–5]. В работе использована отечественная моновольтинная порода дубового шелкопряда «Полесский тассар», выведенная в результате многолетней селекционной работы сотрудниками кафедры общей энтомологии и зоологии Украинской ордена Трудового Красного Знамени сельскохозяйственной академии под руководством профессора Н.Н. Синицкого и акклиматизированная к условиям северо-восточной Беларуси сотрудниками кафедры зоологии Витебского государственного университета им. П.М. Машерова [1–2]. Целью работы было изучение механизма гистолиза при окукливании и оценка биохимического состава гемолимфы куколок дубового шелкопряда.

Материал и методы. Содержание белка определяли по Лоури. Диск-электрофорез белков гемолимфы осуществляли в полиакриламидном геле. Фракционирование гемолимфы проводили методом колоночной хроматографии на сефадексе G25 fine. Собирали фракции объемом по 3 мл. Содержание аминокислот в гемолимфе анализировали одноколоночным методом по модифицированному методу J.V. Benson, J.A. Paterson. Количественную и качественную идентификацию свободных аминокислот и их дериватов во фракциях гемолимфы куколок дубового шелкопряда проводили обращенно-фазной хроматографией в последовательности: 1) предколоночная дериватизация аминокислот, содержащих первичную аминогруппу, 0,4% о-фталевым альдегидом и 0,3% 3-меркаптопропионовой кислотой в 0,4 М Na-боратном буфере, pH 9,4 (дериватирующий раствор смешивали с пробой в соотношении 6:1); 2) последующая дериватизация аминокислот с вторичным атомом азота (пролина и оксипролина) 9-флуоренилметилкарбомоилхлоридом (FMOC), раствор которого в ацетонитриле 7 мг/мл добавляли в объеме 1,5 исходного объема хлорнокислого экстракта; 3) нейтрализация пробы добавлением 0,2 М раствора хлорной кислоты до нейтрального или слабокислого значения pH,

после чего ее немедленно вводили в хроматограф. Вся процедура дериватизации осуществлялась автоматически с помощью автосамплера Agilent 1200, который термостатировали при 5°C. В работе применяли колонку Zorbax XDB C₈, 3,5 мкм, 3×150 мм; скорость потока была 0,2 мл/мин, температура колонки – 37°C. Подвижная фаза А: 0,1 М Na-ацетатный буфер, pH 6,85, содержащий 20 мг/л ЭДТА; подвижная фаза В: ацетонитрил/вода 7/3 (об./об.). Разделение проводили с градиентным элюированием от 5 до 100% В за 78 мин. Идентификацию и количественную оценку полученных значений осуществляли с помощью программы Agilent ChemStation B.04.02 путем сравнения результатов анализа исследуемых биологических объектов со стандартной калибровочной кривой искусственной смеси аминокислот. Динамику биохимических показателей гемолимфы в процессе диапаузы изучали с помощью тест-систем сухой химии (анализатор «Рефлотрон IV»). Содержание витаминов в гемолимфе определяли общепринятыми флуоресцентными и спектрофотометрическими методами.

Жизнеспособность клеток жирового тела и гемолимфы оценивали методом культивирования. Для культивирования клеток жирового тела использовали модифицированные Дульбекко среды Игла (DMEM) с различными добавками. Производили окраску ядер клеток с помощью флуоресцентного красителя Хехст-33342 (по 10⁻⁵ М) или красителей Хехст-33342 и йодистый пропиций (по 10⁻⁵ М). Исследовали влияние фракций гемолимфы куколок дубового шелкопряда, содержащих аминокислоты и пептиды, на жизнеспособность мезенхимальных стволовых клеток (МСК) жировой ткани крыс (ЖТК). Использовали окраску CFSE: МСК ЖТК крысы, полученные трипсинизацией 3-го пассажа при конфлюэнтности ≈75%, ресуспендировали до концентрации 10⁶ клеток/мл в ФСБ с добавкой 10% ЭТС и 7мМ CFSE. CFSE (Carboxyfluorescein succinimidyl ester) – это вещество, известное также под названием CFDA-SE (carboxyfluorescein diacetate succinimidyl ester), представляет собой флуоресцентную метку, способную проникать в клетку, сохраняться в ней в процессе развития, передаваться дочерним клеткам. Регистрация результатов проводилась на проточном цитофлуориметре Beckman-Coulter FC 500. Полученный цифровой материал обработан статистически с использованием критерия t Стьюдента.

Результаты и их обсуждение. Белки и аминокислоты гемолимфы куколок. Данные о содержании растворимых белков в теле гусениц (фаза личинки) и куколки представлены в табл. 1. Количество растворимых белков достоверно уменьшается в теле гусениц при переходе от возраста I к возрасту V. В теле куколки общее количество растворимых белков возрастает по сравнению с гусеницей V возраста, что, вероятно, связано с гистолизом тканей гусеницы. Содержание общего белка в гемолимфе куколок составляет $55 \pm 4,0$ г/л (для сравнения содержание общего белка в сыворотке крови человека $65-85$ г/л).

Данные о влиянии вида корма (дуб черешчатый и береза повислая) на содержание растворимых белков в тканях гусениц и куколки приведены в табл. 2.

Судя по содержанию растворимых белков в теле гусениц I, III и V возрастов и в гемолимфе куколок, листья дуба являются предпочтительным кормом. Общее содержание растворимых белков в теле куколок и жировом теле оказалось наибольшим при питании гусениц листьями ивы. В теле, жировом теле и гемолимфе куколок-«самок» по сравнению с куколками-«самцами» содержание белков выше на 11,5%, 36% и 54%, соответственно. При анализе отно-

сительной электрофоретической подвижности растворимых белков гемолимфы куколок дубового шелкопряда найдена достаточно высокая гетерогенность растворимых белков. На электрофореграммах отчетливо удается различить от 7 до 9 и более фракций, соответствующих индивидуальным белкам. Питание листьями березы уменьшает степень гетерогенности белков гемолимфы на 22,3% по сравнению с питанием листьями дуба.

При разделении гемолимфы куколок дубового шелкопряда методом гelfильтрации на колонке с сефадексом G25 fine были выявлены три группы веществ: 1) макромолекулы (белки и нуклеиновые кислоты, фракции 7–13, элюционный объем 21–39 мл); 2) пептиды и нуклеотиды (фракции 15–30, элюционный объем 45–90 мл); 3) низкомолекулярные биорегуляторы (фракции 34–52, элюционный объем 102–156 мл). При повторных разделениях различных образцов гемолимфы на колонке с сефадексом G25 fine хроматографические профили элюции были достаточно близкими. Предположение о наличии трех групп веществ вытекает из анализа данных оптической плотности фракций при определенных длинах волн (210, 260 и 280 нм). Содержание некоторых веществ во фракциях гемолимфы представлено на рис. 1.

Таблица 1

Динамика содержания растворимых белков (г/кг) в фазах личинка–куколка

Фаза личинка (гусеницы)			Куколка (все тело)
I возраст	III возраст	V возраст	
$86,3 \pm 2,04$	$34,7 \pm 1,03^1$	$25,7 \pm 1,25^1$	$63,9 \pm 3,35^{1,2}$

Примечание: ¹ – $P < 0,05$ по сравнению с гусеницей I возраста; ² – $P < 0,05$ по сравнению с гусеницей V возраста.

Таблица 2

Зависимость содержания растворимых белков в фазах личинка–куколка от вида корма

Объект исследования	Листья дуба	Листья березы	Листья ивы
Гусеница I возраста, г/кг	$96,7 \pm 2,35$	$76,0 \pm 2,67^1$	$78,9 \pm 3,56^1$
Гусеница III возраста, г/кг	$38,7 \pm 1,43$	$30,7 \pm 1,52^1$	$31,5 \pm 1,34^1$
Гусеница V возраста, г/кг	$32,4 \pm 1,27$	$25,2 \pm 1,78^1$	$24,9 \pm 1,35^1$
Шелководельная железа, г/кг	$59,0 \pm 5,53$	$30,3 \pm 2,78^1$	$53,8 \pm 5,24$
Кишечник, г/кг	$21,1 \pm 2,12$	$36,4 \pm 3,76^1$	$41,0 \pm 4,10^1$
Гемолимфа куколки, г/л	$48,3 \pm 2,34$	$33,5 \pm 3,17^1$	$34,1 \pm 2,98^1$
Тело куколки, г/кг	$121 \pm 5,6$	$98,9 \pm 3,54^1$	$157 \pm 8,12^1$
Жировое тело, г/кг	$40,9 \pm 2,25$	$32,2 \pm 1,75^1$	$62,3 \pm 5,64^1$

Примечание: ¹ – $P < 0,05$ по сравнению с данными столбца «Листья дуба».

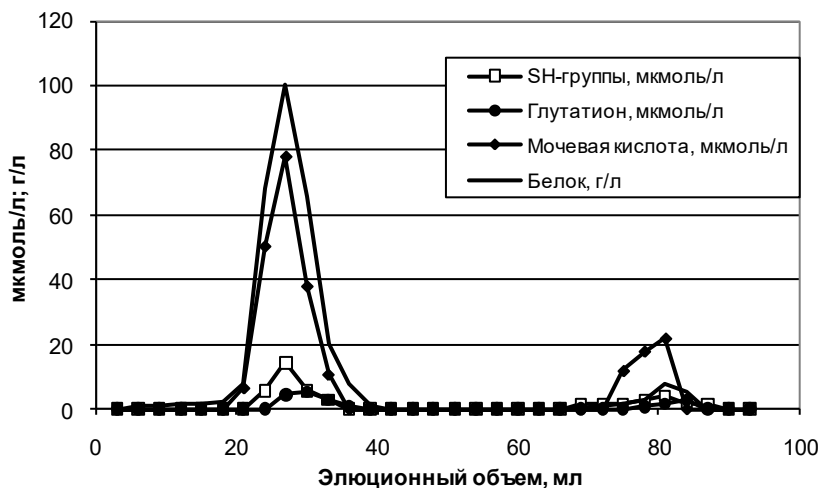


Рис. 1. Результати хроматографічного розділення гемолімфи на сепадексе G25 fine – деякі хімічні компоненти фракцій гемолімфи.

Таблиця 3

Содержание антиоксидантных витаминов в гемолимфе (мкг/мл)

Показатель	Гемолимфа куколок	Гемолимфа улиток
Витамин С	181,5±27,0	15,4±2,76 ¹
Витамин Е	12,5±0,88	15,6±1,54
Витамин А	0,037±0,013	0,018±0,006

Примечание: ¹– P<0,05.

Из анализа данных рис. 1 видно, что белок регистрируется в первом пике (фракции 7–13, элюционный объем 21–39 мл). Кроме того, следы белка находятся также во фракциях 22–29 (элюционный объем 66–87 мл). В первых двух пиках выявляются SH-группы, глутатион и мочевая кислота. Возможно, что в первом пике выходят ассоциированные с белком трипептид глутатион и мочевая кислота. Третий пик, вероятно, содержит низкомолекулярные биорегуляторы фенольной природы, триптофан, биофлавоноиды и другие вещества. Это подтверждается методом тонкослойной хроматографии на силикагеле – выявлено наличие нескольких флуоресцирующих компонентов гемолимфы (система п-бутанол: уксусная кислота: вода = 4:1:5), являющихся дигидроксикинонами. Методом высокоэффективной жидкостной хроматографии в гемолимфе куколок и ее фракциях не удалось обнаружить антиоксидант ресвератрол. Однако, содержание продуктов пероксидного окисления липидов (ТБК-положительные вещества) достаточно низкое и составляет $0,35 \pm 0,17$ нмоль/мг белка. Выявлена активность глутатионпероксидазы, равная $42 \pm 9,0$ нмоль GSH/мин×мг белка.

Общее количество свободных аминокислот в жидком содержимом куколок китайского дубового шелкопряда составляет 14,6 г/л, в том числе обнаружен полный набор протеиногенных аминокислот, включая все незаменимые аминокислоты. Иными словами, как сама куколка, так и препараты, полученные путем термического или гель-хроматографического удаления белков, являются сбалансированными аминокислотными композициями, которые могут применяться как для обеспечения биосинтеза белков, так и для молекулярной регуляции жизненно важных процессов [6]. Безбелковые гидрофильные препараты из куколок содержат природные композиции аминокислот в высокой концентрации и они лишены факторов, влияющих на реактивность систем иммунитета и гуморальной регуляции функций млекопитающих (отсутствие специфических для насекомых белков и стероидов и других липофильных биорегуляторов).

Биохимические изменения в гемолимфе куколок на протяжении диапаузы. Содержание антиоксидантных витаминов в гемолимфе куколок дубового шелкопряда по сравнению с гемолимфой виноградных улиток (*Helix pomatia* L.) представлено в табл. 3.

**Динамика некоторых биохимических показателей гемолимфы куколок во время диапаузы
(в каждой группе исследовано по 5 куколок)**

Показатель	Месяц диапаузы					Сыворотка крови человека
	Сентябрь	Ноябрь	Январь	Февраль	Март	
Глюкоза, ммоль/л	4,05±0,29	5,68±0,58 ¹	4,63±0,73	17,5±1,45 ¹	30,8±2,47 ¹	3,3–5,5
ТГ, ммоль/л	1,92±0,21	2,76±0,32 ¹	4,29±0,55 ¹	3,50±0,15 ¹	2,87±0,24 ¹	0,45–1,80
ОХС, ммоль/л	3,36±0,09	3,47±0,04	3,34±0,07	4,30±0,02 ¹	3,84±0,07	3,63–5,00
ХС ЛПВП, ммоль/л	0,37±0,07	0,39±0,07	0,76±0,06 ¹	0,51±0,05	0,45±0,06	1,0–1,8
МК, мкмоль/л	196±28	248±52	362±20 ¹	549±38 ¹	806±127 ¹	180–340
Амилаза, Ед/л	390±36	286±13 ¹	45,8±2,15 ¹	66,0±17,8 ¹	52,0±18,9 ¹	0–220
ГГТ, Ед/л	112±5,4	70,6±6,35 ¹	83,9±12,2 ¹	80,0±5,00 ¹	52,7±1,71 ¹	0–49
АлАТ, Ед/л	126±27	147±19	226±24 ¹	144±10	149±26	10–40
АсАТ, Ед/л	86,5±18,3	99,7±25,4	35,9±11,2 ¹	143±31	183±21 ¹	8–20
К, ммоль/л	17,5±5,67	36,2±4,72 ¹	32,8±1,10 ¹	76,0±6,90 ¹	79,0±4,00 ¹	3,4–5,3

Примечание: ¹ – $P < 0,05$ по сравнению с результатами исследований в сентябре. ТГ – триглицериды, ОХС – общий холестерин, ХС ЛПВП – холестерин липопротеинов высокой плотности, МК – мочевая кислота, ГГТ – гамма-глутамилтрансфераза, АлАТ – аланин аминотрансфераза, АсАТ – аспартат аминотрансфераза.

Из табл. 3 следует, что в гемолимфе куколок дубового шелкопряда содержание аскорбиновой кислоты превышает таковое в гемолимфе виноградных улиток в 10 раз. Аскорбиновая кислота вносит существенный вклад в антиоксидантный потенциал гидрофильных компонентов гемолимфы. В гемолимфе куколок дубового шелкопряда содержатся также ($\bar{X} \pm \sigma$, мкг/мл) витамин В₁ (0,011±0,011), витамин В₂ (17,9±6,19), пировиноградная кислота (71,6±11,9), 4-пиридоксильная кислота (0,69±0,062) [7].

На протяжении диапаузы происходит переход от процессов гистолиза к процессам гистогенеза, что проявляется в виде изменений биохимического состава гемолимфы (табл. 4).

Для сравнения в табл. 4 приведены диапазоны нормальных значений изучавшихся показателей в сыворотке крови здоровых людей. Это сделано в связи с тем, что транспорт веществ в жидкой фазе крови ограничен в диапазоне концентраций физико-химическими свойствами транспортируемых веществ и особенностями функционирования транспортных систем. На наш взгляд, это может относиться и к другим биологическим жидкостям, в частности, к гемолимфе куколок дубового шелкопряда. По крайней мере, исследуя биохимический состав гемолимфы куколок в разные периоды диапаузы, можно ориентироваться в том, насколько далеко зашли процессы гистолиза. Следует отметить постоянный рост двух показателей во все

периоды диапаузы: 1) увеличение концентрации калия, что свидетельствует о разрушении плазматических мембран клеток и выходе из них калия; 2) увеличение концентрации мочевой кислоты как объективный признак распада пуриновых нуклеотидов и возрастающий по мощности фактор антиоксидантной защиты. Транспортные формы энергии – глюкоза и триглицериды имели тенденцию к накоплению, начиная с ноября месяца. Интересно, что увеличение концентрации триглицеридов можно связать с выходом их из разрушающихся клеток с примерно постоянной умеренной скоростью. Рост концентрации глюкозы в 4–7 раз в феврале и марте едва ли может рассматриваться как результат распада гликогена, поскольку этот полисахарид распадается чрезвычайно быстро, а активность фермента амилазы снижена до постоянного уровня в январе–марте. Единственным возможным объяснением может быть включение механизма глюконеогенеза в клетках из аминокислот. Этот механизм вполне оправдан, так как глюкоза является основным источником энергии при делении клеток, а также в процессе катаболизма глюкозы от ее метаболитов начинаются многочисленные биосинтетические пути анаболизма. Активность изучавшихся ферментов в гемолимфе была повышена уже в сентябре, что отражает процессы гистолиза тканей гусеницы V возраста и формирования куколки. Затем активность амилазы и гамма-глутамилтрансферазы в гемолимфе снижалась.

Активность аминотрансфераз была повышенной на протяжении всей диапаузы. Статистически достоверное повышение активности АЛАТ в январе может рассматриваться как результат гистолиза тканей жирового тела, а повышение активности АсАТ в марте, вероятно, является следствием распада мышечной ткани куколки и создания мышечной ткани имаго. Итак, в процессе диапаузы в первой половине происходит распад белков до пептидов и аминокислот (катаболическая фаза), а во второй половине – биосинтез глюкозы (анаболическая фаза). Поэтому из гемолимфы куколок дубового шелкопряда можно получать препараты катаболического и анаболического действия в зависимости от периода диапаузы.

Роль апоптоза при формировании куколок.

Считают, что в физиологических условиях процессы автолиза играют важную роль в развитии организма и дифференцировке клеток. Эти представления возникли до того, когда удалось расшифровать механизмы апоптоза и установить различия между апоптозом и некрозом. В связи с этим была изучена роль апоптоза в процессе гистолиза тканей гусеницы V возраста и превращения ее в куколку. Экстракт куколок дубового шелкопряда обычно получают в сентябре–октябре месяцах года, т.е. в первой четверти диапаузы. Поэтому представляло существенный интерес: 1) оценить жизнеспособность клеток (включая стволовые клетки) содержимого куколок и 2) выявить особенности влияния гидрофильных компонентов куколок на культивирование стволовых клеток.

На первом этапе работы исследовали жизнеспособность клеток жирового тела и гемолимфы методом культивирования. При выполнении первого этапа работы установлено, что окраска Хехст-33342 клеток гемолимфы, инкубировавшихся 6 суток, выявила в большинстве клеток картину апоптоза (пикнотические или фрагментированные ядра). При окраске комбинацией красителей (Хехст-33342 и йодистый пропидий – стандартный метод оценки жизнеспособности) клеток гемолимфы, инкубировавшихся 2 суток, обнаружено красное (характерное для нежизнеспособных) свечение ядер у всех наблюдавшихся клеток, при этом морфология ядра у большинства была апоптотической. Значительная часть клеток находилась в составе агрегатов. Из гемолимфы и жирового тела куколок дубового шелкопряда удалось выделить клетки, прикрепляющиеся к культуральному пластику. Однако состояние большинства из этих клеток характеризовалось гибелью по механизмам апоптоза.

Следовательно, в первой четверти диапаузы куколок дубового шелкопряда выявились признаки продолжающегося гистолиза по механизмам апоптоза, что может обогащать гемолимфу продуктами распада клеток.

На втором этапе работы исследовали влияние среднмолекулярных (пептидных) фракций гемолимфы куколок дубового шелкопряда в разведениях 1:10 и 1:100 на пролиферацию и жизнеспособность мезенхимальных стволовых клеток жировой ткани крысы. Показано, что во фракциях гемолимфы куколок дубового шелкопряда содержатся пептиды, подавляющие жизнедеятельность стволовых клеток. Итак, гистолиз продолжается в первой четверти диапаузы куколок дубового шелкопряда и включает два основных процесса: 1) интенсивную гибель резидентных и циркулирующих клеток по механизмам апоптоза и 2) действие веществ пептидной природы, подавляющих жизнеспособность стволовых клеток [8].

Наряду с теоретической значимостью, выявленные особенности ранней диапаузы куколок дубового шелкопряда имеют очевидное практическое значение, поскольку в процессе гистолиза формируется жидкое содержимое куколок, включающее строительные и энергетические материалы для построения эукариотических клеток, а также формируются системы антиоксидантной защиты содержимого куколок от окислительного стресса и способы подавления функционирования стволовых клеток. Молекулы, обеспечивающие эти процессы, представляют интерес для биотехнологии фармацевтических субстанций в связи с их оптимизированным соотношением и биосовместимостью с эукариотическими клетками.

Разделение ингибирующей и активирующей синтез ДНК активностей в гемолимфе куколок дубового шелкопряда. В предварительных экспериментах по проращиванию семян различных растений было обнаружено, что обработка только высокими разведениями водного экстракта куколок дубового шелкопряда ($1:10^4$ – $1:10^5$) оказывает стимулирующее действие на прорастание семян фасоли, бобов, гороха и подсолнечника. Можно полагать, что стимулирующие эффекты экстракта в относительно малых разведениях ($1:10$ – $1:10^3$), вероятно, маскируются какой-то ингибирующей субстанцией. В больших разведениях эффект ингибирования снимается и проявляется стимулирующее действие экстракта. Оптимальные результаты были получены при обработке семян

экстрактом, содержащим 7–70 мкг/л альфа-аминоазота.

В последующих экспериментах была использована гемолимфа куколок дубового шелкопряда, разделенная на три группы веществ с помощью гель-проникающей хроматографии на сефадексе G-25 fine: белки и нуклеиновые кислоты, пептиды и низкомолекулярные биорегуляторы. Были исследованы цитотоксичность (МТТ-тест) и влияние каждой фракции на синтез ДНК (включение меченного тимидина в ДНК культивируемых клеток Нер G-2). Вначале было изучено цитотоксическое действие фракций гемолимфы на рост трансформированных клеток. Наиболее убедительные результаты были получены при изучении влияния пептидсодержащих фракций гемолимфы на рост клеток гепатомы Нер G-2: фракции 18–21 подавляли рост клеток. Этот эффект был выявлен как при использовании МТТ-теста, так и окраске кристаллвиолетом (рис. 2). После ингибирующего действия фракций 18–22 наступает в той или иной степени выраженности активирующее действие компонентов последующих фракций зоны пептидов гемолимфы. Таким образом, в присутствии фракций гемолимфы, содержащих пептиды, обнаружены активирующее и ингибирующее влияния на рост трансформированных клеток. Следует отметить, что подобного эффекта не было обнаружено при анализе роста нормальных фибробластов кожи человека.

Для исследования природы выявленных эффектов компонентов гемолимфы на рост культивируемых клеток проведено исследование особенностей биосинтеза белков и ДНК в них (рис. 3).

Анализ рис. 3 позволяет утверждать, что впервые удалось разделить ингибирующую практически до 0 и активирующую на 285% активности во фракциях гемолимфы. Вероятно, ингибирующая активность служит для сохранения состояния диапаузы, а активирующая – включает метаморфоз и формирование тканей бабочки. На различных объектах показано, что ростостимулирующие эффекты проявляются при разведении жидкого содержимого куколок в 10000 раз [9]. По всей видимости, при разведении первой исчезает ингибирующая активность, в результате чего проявляется активирующая. Полученные фундаментальные данные объясняют механизм жизненного цикла насекомого на стадии куколки с последовательностью процессов гистолиза и гистогенеза. Открытие активирующей и ингибирующей активностей в пептидсодержащих фракциях гемолимфы ставит задачу идентификации состава аминокислот и пептидов фракций для их использования в качестве биофармацевтических субстанций при управлении процессами жизнедеятельности эукариотических организмов [10].

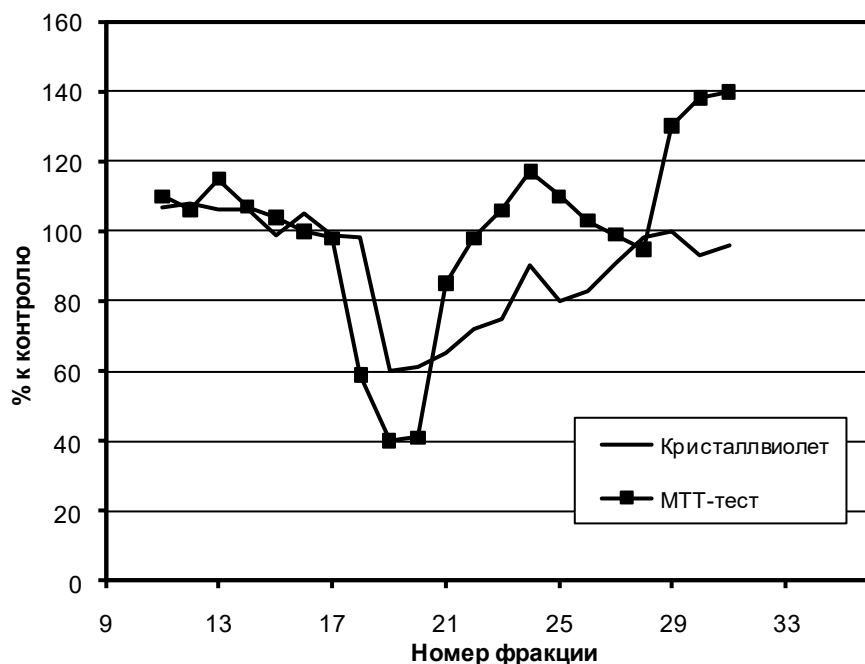


Рис. 2. Рост клеток Нер G2 через 48 ч после инкубации с пептид-содержащими фракциями гемолимфы.

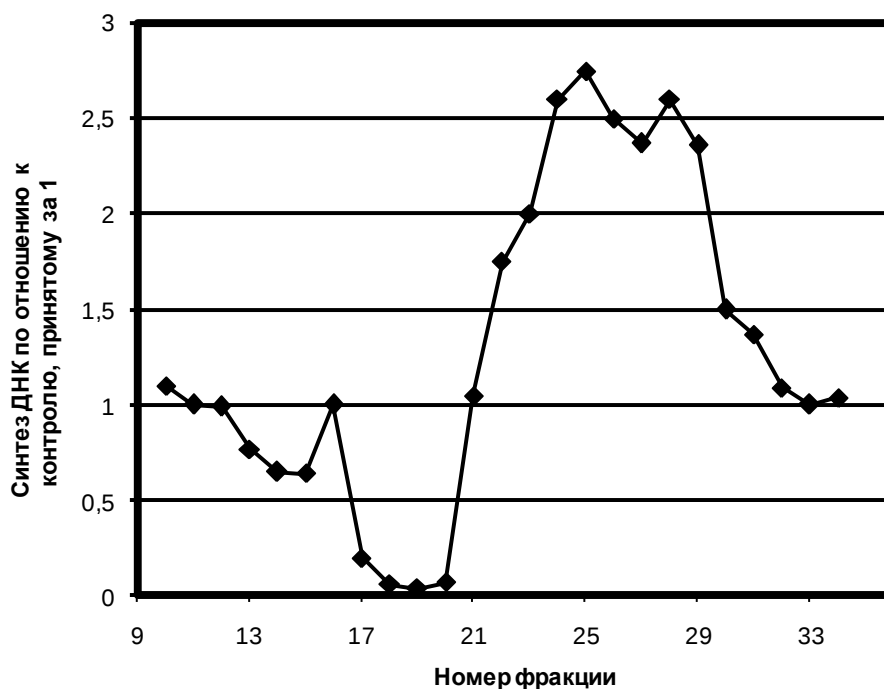


Рис. 3. Синтез ДНК в трансформированных клетках Нер G2 через 48 ч после инкубации с фракциями гемолимфы куколок дубового шелкопряда, содержащими пептиды.

Получение гидрофильных компонентов куколок дубового шелкопряда. Известен способ получения лечебного экстракта [11], который включает измельчение куколок шелкопряда; экстракцию дистиллированной водой в три последовательных приема путем нагрева до температуры кипения, предусматривающую первое экстрагирование в соотношении с водой 1:5 и слив полученного экстракта, долив к биомассе воды в соотношении 1:3 и слив второй фракции экстракта, долив воды в соотношении 1:2 и смешивание третьей фракции экстракта с предыдущими экстрактами; фильтрацию смеси экстрактов; выдерживание в течение 18–20 часов при 2–5°C; повторную фильтрацию; доведение объема фильтрата водой до 1 литра; введение в экстракт хлорида натрия для получения изотонического раствора; разлив по флаконам и стерилизацию готового экстракта. Данный способ характеризуется сравнительной простотой осуществления, эффективностью получения экстрагируемых веществ из биомассы и предназначен для изготовления препаратов ветеринарного назначения, обладающих удовлетворительной антитоксической активностью. Существенным недостатком этого способа является

то, что он, в силу присущих ему приемов осуществления, например применения дистиллированной воды, наличия отдельной операции введения хлорида натрия и отсутствия нормирования, имеет узкую область применения, т.к. изначально предназначен для получения ветеринарных препаратов с антитоксической активностью [12].

Способ получения гидрофильных компонентов куколок дубового шелкопряда был оптимизирован путем 1) использования вместо воды 0,85%-го водного раствора хлорида натрия и 2) нормированием полученного экстракта путем разбавления его до объема, содержащего 70–110 мг/л альфа-аминоазота, или 550–850 мг/л суммы свободных аминокислот либо 150–250 мг/л треонина или 120–180 мг/л глутаминовой кислоты. В данном варианте применение 0,85%-го раствора хлорида натрия позволяет устранить почернение экстракта и совместить с процессом экстракции операцию получения изотонического раствора, что исключает применение хлорида натрия как отдельного реагента, приводящего к снижению стоимости и упрощению процесса в целом. При этом увеличение выдержки смеси экстрактов до 24–48 ча-

сов при 3–5°C и нормирование экстракта по концентрации в нем основной фармакологически активной субстанции позволяют расширить область применения способа и спектр профилактического и лечебного действия препаратов на его основе, т.к. повышается эффективность получения экстрагируемых веществ и обеспечивается возможность их нормирования в заданных величинах [13].

Заключение. В результате проведенных многолетних исследований показано, что содержание общего белка в гемолимфе куколок составляет $55 \pm 4,0$ г/л, а содержание свободных аминокислот – 14,6 г/л. В гемолимфе обнаружен полный набор протеиногенных аминокислот, включая все незаменимые аминокислоты. Общее содержание растворимых белков в теле куколок и жировом теле было наибольшим при питании гусениц листьями ивы. В гемолимфе куколок дубового шелкопряда содержание аскорбиновой кислоты больше в десять раз по сравнению с гемолимфой виноградных улиток. На протяжении диапаузы в гемолимфе увеличивается количество калия и мочевой кислоты. В первой четверти диапаузы гистоллиз происходит с помощью механизмов апоптоза. В этот период гемолимфа способна вызывать апоптоз в стволовых клетках жировой ткани крыс. Доказано наличие ингибирующих и активирующих субстанций в составе гемолимфы. Высказано предположение об их ключевой роли в чередовании процессов гистолиза и гистогенеза в фазе диапаузы. Разработан способ получения препарата из куколок дубового шелкопряда для профилактики инсулинорезистентности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Теоретические основы разведения китайского дубового шелкопряда в Беларуси / С.И. Денисова. – Минск: УП «Технопринт», 2002. – 234 с.
2. Экология листогрызущих насекомых / В.А. Радкевич. – Минск: Наука и техника, 1980. – 239 с.
3. Словарь-справочник энтомолога / С.П. Белошапкин [и др.]; сост. Ю.А. Захваткин, В.В. Исаичев. – М.: Нива России, 1992. – 334 с.
4. Биология развития: пер. с англ.: в 3 т. / С. Гилберт. – М.: Мир, 1995. – Т. 3. – 352 с.
5. Основы физиологии насекомых / В.П. Тыщенко. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1976. – Ч. 1: Физиология метаболических систем. – С. 30, 219–256.
6. Чиркин, А.А. Содержание свободных аминокислот в безбелковых фракциях гемолимфы куколок дубового шелкопряда / А.А. Чиркин [и др.] // Весн. Віцебск. дзярж. ун-та. – 2011. – № 6(66). – С. 46–53.
7. Подолінская, А.А. Количественное определение витаминов в биологических объектах и поливитаминные препараты // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / А.А. Подолінская [и др.]. – Минск: БелСАНформ «Сизлтон», 2009. – Вып. 11. – С. 172–177.
8. Чиркин, А.А. Жизнеспособность клеток куколок дубового шелкопряда / А.А. Чиркин, М.М. Зафранская, Т.А. Толкачева // Весн. Віцебск. дзярж. ун-та. – 2011. – № 1(61). – С. 30–36.
9. Чиркин, А.А. Антиоксидантные и ростостимулирующие эффекты гидрофильных компонентов куколок дубового шелкопряда / А.А. Чиркин [и др.] // Экспериментальная и клиническая фармакология: матер. 3-й Междунар. науч. конф. – Минск, 2009. – С. 124–127.
10. Чиркин, А.А. Разделение ингибирующей и активирующей синтез ДНК активностей в гемолимфе куколок дубового шелкопряда / А.А. Чиркин, О.Ю. Абакумова, Т.А. Толкачева // Фундаментальные и прикладные проблемы стресса: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. – Витебск, 2011. – С. 37–39.
11. Способ получения лечебного экстракта / В.А. Трокоз [и др.] // Авторское свидетельство СССР, № 178439 А1; патент Украины 16965 (1997 год).
12. Трокоз, В.А. Биологически активные продукты из дубового шелкопряда: аспекты использования с лечебно-профилактической целью / В.А. Трокоз [и др.] // Сборник тезисов 2-й Всероссийской конференции по вопросам онкологии и анестезиологии мелких домашних животных. – М., 2006. – С. 21–28.
13. Способ получения средства для профилактики инсулинорезистентности / А.А. Чиркин [и др.] // Патент Республики Беларусь № 15645. Зарегистрировано 26.12.2011.

Поступила в редакцию 09.07.2012. Принята в печать 24.08.2012
 Адрес для корреспонденции: e-mail: chir@tut.by – Чиркин А.А.

Основные итоги интродукционных исследований с листопадными и вечнозелеными видами *Rhododendron* L. в условиях Беларуси

И.К. Володько, А.Л. Гулис, Ж.А. Рупасова

Государственное научное учреждение «Центральный ботанический сад
НАН Беларуси», Минск

Многолетние наблюдения за состоянием коллекции *Rhododendron* L. Центрального ботанического сада НАН Беларуси, представленной 82 таксонами вечнозеленых и листопадных рододендронов, показали, что природные условия Беларуси обеспечивают прохождение большинством из них полного жизненного цикла, на фоне выраженных генотипических различий в степени зимостойкости и феноритмике сезонного развития, регулярности цветения и плодоношения, фотосинтетической активности, а также темпах формирования текущего прироста надземных органов, определяемых видоспецифичностью требований интродуцентов к сочетанию погодных условий и уровню освещенности. Установлено, что листопадные рододендроны обладают значительно большей устойчивостью к низким температурам воздуха в зимний период, по сравнению с вечнозелеными, среди которых зимостойкими оказались лишь 6 сортов данной группы.

Ключевые слова: *Rhododendron* L., листопадные и вечнозеленые рододендроны, зимостойкость, феноритмика, текущий прирост, вегетативные и генеративные органы.

Main findings of introduction studies with deciduous and evergreen species of *Rhododendron* L. in Belarus

I.K. Volodko, A.L. Gulis, Zh.A. Rupasova

Central Botanical Gardens of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk

Long term observations of the state of the collection of *Rhododendron* L. of Central Botanical Gardens of NAS of Belarus, represented by 82 taxa of evergreen and deciduous rhododendrons, have shown that the natural conditions of Belarus provide full life cycle of most of them, against the expressed genotypic differences in the degree of hardiness and phenorhythmics of seasonal development, the regularity of flowering and fruiting, photosynthetic activity, and the rate of formation of the current growth of elevated organs, defined by species specificity of the requirements of strange plants to the weather conditions and level of illumination. It was found out that the deciduous species of rhododendron have a much greater resistance to low temperature in winter, compared to evergreen ones, among which only six of the group were winter-hardy varieties.

Key words: *Rhododendron* L., evergreen and deciduous species, winter hardiness, phenorhythmics, current growth, vegetative and generative organs.

Коллекция рододендронов Центрального ботанического сада НАН Беларуси, представленная 40 видами и 42 сортами, является одной из наиболее оригинальных в составе генофонда этого старейшего научного центра. За исключением рододендрона желтого (*Rhododendron luteum* Sweet.), естественно произрастающего на юге республики [1], остальные таксоны данного рода интродуцированы из других регионов, расположенных в пределах двух континентов – Северной Америки и Евразии. Особо важное значение в работе с данными растениями обретает оценка их адаптивных возможностей в новой среде обитания, позволяющая выявить таксоны, наиболее устойчивые к комплексному воздействию абиотических факторов и представляющие интерес для практического использования в зеленом строительстве либо в каче-

стве сырьевых источников полезных веществ разной химической природы.

Целью данной работы являлось исследование эколого-биологических особенностей развития вечнозеленых и листопадных видов и сортов рода *Rhododendron* L. в условиях центральной агроклиматической зоны Беларуси.

Материал и методы. Исследования осуществляли на примере 13 сортов листопадных и 26 сортов вечнозеленых рододендронов в возрасте 4–5 лет, высаженных в интродукционном питомнике. Каждый таксон был представлен не менее, чем пятью растениями. В качестве субстрата использовали кислый верховой торф с рН_{KCl} 4–4,5, которым полностью заполняли лунки при посадке растений, высаженных на расстоянии 60–70 см друг от друга. Дважды в течение вегетационного сезона проводили под-

кормки минеральными удобрениями: в мае – сульфатом аммония (15–20 г/м²) и в конце июня – комплексным удобрением «Кемира-универсальное» (25–30 г/м²). На зиму растения оставляли без укрытия. Оценку их зимостойкости осуществляли визуально по результатам перезимовки в 2009–2011 гг. по методике П.И. Лапина и С.В. Сидневой [2] в модификации И.Е. Ботяновского [3].

Смену фенологических фаз в сезонном цикле развития исследуемых сортов рододендрона изучали в соответствии с методикой, принятой в ботанических садах СССР [4].

С целью получения информации, отражающей различные аспекты жизнедеятельности опытных растений, ежегодно проводили наблюдения за феноритмикой их сезонного развития описательными методами И.Н. Бейдеман [5] и И.Д. Юркевича с соавт. [6].

В конце каждого вегетационного сезона определяли высоту куста, величину годичного прироста побегов и количество генеративных почек.

Результаты и их обсуждение. Общеизвестно, что основой для заключения об успешности возделывания интродуцентов в условиях новой среды обитания являются результаты наблюдений за сезонным развитием растений, поскольку изменение климатического фона может вызвать определенные сдвиги в данном процессе. В этой связи оценка результатов их адаптации должна базироваться на полноте прохождения ими всех этапов онтогенеза, с непрямым наступлением плодоношения и запасанием необходимых для успешной перезимовки трофических и энергетических ресурсов.

По многолетним наблюдениям, большинство представленных в коллекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси таксонов рододендронов успевали пройти полный цикл сезонного развития, что свидетельствует о том, что почвенно-климатические условия Беларуси в целом благоприятны для роста и развития данных растений. Одним из основных показателей успешности адаптации интродуцентов к новым условиям существования является формирование и развитие их генеративной сферы. Отмечено, что наиболее ранним наступлением цветения во 2-й декаде апреля характеризовались *Rh. dauricum* и *Rh. sichotense*, тогда как наиболее поздним его завершением во 2-й декаде июля – *Rh. maximum*, *Rh. prunifolium* и *Rh. viscosum*. Общая продолжительность же периода цветения коллекции интродуцентов, составлявшая в среднем около 3 мес., в значи-

тельной степени определялась сочетанием погодных условий. К примеру, холодная и затяжная весна 2005 г. способствовала существенному увеличению продолжительности периода цветения у *Rh. mucronulatum*, растянувшегося более чем на месяц, тогда как при жаркой и сухой погоде в мае следующего года, с превышением на 3–4°C многолетних значений температуры воздуха, она составила лишь 12 дней.

Среди участвовавших в данных исследованиях 13 сортов листопадных и 26 сортов вечнозеленых рододендронов регулярным цветением были отмечены примерно 70% таксонов, относящихся в основном к группе вечнозеленых. На наш взгляд, нарушения в процессе цветения рододендронов, скорее всего, обусловлены повреждением генеративных почек при ранневесенних заморозках либо в результате участвовавшей в последние годы смены продолжительных оттепелей резким похолоданием в зимний период. Аналогичного мнения придерживаются и другие ученые [7]. Наиболее восприимчивыми к данному фактору оказались виды дальневосточного и европейского происхождения, характеризующиеся наличием вторичного цветения в конце сентября – октябре, а при теплой погоде даже в ноябре.

За весь период наблюдений плодоношение отмечено у 92% представленных в коллекции таксонов рододендрона, причем регулярным оно было не более чем в 65% случаев. Отсутствие регулярного плодоношения у значительного числа интродуцентов, скорее всего, обусловлено частичным несоответствием условий района интродукции их потребностям в количестве тепла, света и влаги, препятствующим полноценному формированию генеративной сферы растений. У некоторых же видов (*Rh. luteum*, *Rh. japonicum*), по мнению И.Е. Ботяновского [3], это может быть связано также с недостаточным опылением насекомыми. Наряду с последним, причиной низкой завязываемости семян у данных видов, на наш взгляд, могут быть и неблагоприятные эдафические условия, на что указывают существенные различия в этом плане у растений *Rh. japonicum*, выращиваемых на территориально разобщенных коллекционных участках Сада. Качество семян у плодоносящих таксонов рододендронов, как правило, было высоким и при хранении в течение года снижалось не более чем на 30% [3]. Это обеспечивало формирование обменного семенного фонда и позволяло организовать собственную репродукцию растений.

Требования разных видов рододендронов к уровню освещенности варьировались в весьма широком диапазоне. К примеру, при выращивании теневыносливых *Rh. brachicarpum* и *Rh. fauriei* на открытых местах при избыточном освещении, на листьях южной экспозиции имелись признаки повреждений в виде побурения края листовой пластинки и выпадения хлорофилла на всей ее поверхности.

По данным регистрации переменной флуоресценции нами установлено, что наиболее высокая фотосинтетическая активность у вечнозеленых видов рододендронов наблюдалась в позднеосенний и ранневесенний периоды года, что связано с необходимостью запасаания продуктов ассимиляции в тканях зимующих растений в первом случае и с активизацией ростовых процессов после перезимовки во втором. При этом у полувечнозеленых видов отмечено существенное ингибирование фотосинтетической активности к концу сезона, особенно в листьях с антоциановой окраской.

По высоте куста исследуемые таксоны рододендронов условно можно разделить на высоко-, средне- и низкорослые (табл.). Высота первых на момент наблюдений достигала 80 см и более, вторых – составляла от 40 до 80 см, третьих – не превышала 40 см. При этом доминирующее положение в коллекционном фонде занимают среднерослые таксоны, на долю которых приходится 51%, тогда как у высокорослых она составляет 30, а у низкорослых – лишь 19%.

Средняя величина годичного прироста побегов у исследуемых таксонов рододендронов варьировалась в широком диапазоне значений – от 4,9 см у листопадного сорта *Cannon's Double* до 15,4 см у вечнозеленого сорта *Blurettia*. При этом не было выявлено прямой зависимости данного показателя от результатов перезимовки растений, что, по нашему мнению, можно объяснить незначительной степенью повреждения растений и их высокой регенерационной способностью.

Результаты наблюдений 2011 г. свидетельствуют о том, что погодные условия данного сезона в целом благоприятствовали закладке генеративных почек у исследуемых таксонов рододендронов, особенно у вечнозеленого сорта *P.Y.M. Elite*, созданного на основе *Rh. carolinianum* Rehd. Весьма высокими значениями этого показателя были отмечены среди вечнозеленых сортов *Catawbiense Boursault*, *Nova Zembla* и *Album Novum*, среди листопадных – *Fireball* и *Speaks Orange*.

В то же время у вечнозеленых таксонов выявлена отчетливая прямая связь между результа-

тами перезимовки растений и формированием их генеративных органов. Сорта, имевшие зимние повреждения, как правило, образовывали ничтожно малое количество последних либо не образовывали их вовсе. Исключением из этого правила явился низкорослый сорт *Corinna*, у которого, несмотря на благополучную зимовку, формирование генеративных почек отмечено лишь в единичных случаях. Очевидно, существуют какие-то иные, пока еще неизвестные нам факторы, сдерживавшие развитие данного таксона в районе интродукции.

Важнейшим элементом успешности интродукции рододендронов в условиях Беларуси является их способность переносить холодный период года с преобладанием морозной погоды, а также свойственными данному региону резкими перепадами температуры воздуха и неустойчивым снежным покровом. Наши наблюдения на протяжении нескольких лет позволили не только выявить подобную способность у большинства таксонов, представленных в коллекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси, но и выявить определенные различия в морозостойкости вечнозеленых и листопадных видов рододендронов.

Напомним, что условия зимовки 2009–2010 гг. по температурному фону и режиму выпадения осадков были близки к среднемуголетним показателям. Снежный покров, установившийся в начале декабря и сохранявшийся в течение всех зимних месяцев, достигал высоты 30–35 см. Наибольшие значения минимальной температуры воздуха (–22 ... – 25°C) были отмечены в середине декабря и в третьей декаде февраля. Поскольку приведенные значения не являются экстремальными для Беларуси, то при наличии мощного снежного покрова сложились благоприятные предпосылки для успешной перезимовки практически всех интродуцированных сортов рододендрона. При этом на фоне отсутствия выпадений и сколь-либо значительных повреждений растений сорта листопадных видов перенесли зимовку лучше, чем таковые вечнозеленых. Так, в первом случае повреждения верхушек однолетних побегов обнаружены лишь у 2 сортов (*Golden Light* и *Golden Flare*), тогда как во втором случае подмерзание верхних листьев и верхушечных почек (II балл зимостойкости) выявлено у 10 сортов (40% общего количества) и имело место как у низкорослых, так и у высокорослых таксонов, верхняя часть которых не была укрыта снегом, и, скорее всего, данные повреждения были обусловлены декабрьскими морозами, когда высота снежного покрова еще не обеспечивала полного укрытия растений.

**Показатели зимостойкости и биометрические характеристики интродуцированных сортов
листопадных и вечнозеленых рододендронов**

Сорт	Зимостойкость, балл		Высота рас- тений, см	Годичный прирост побегов, см	Количество генеративных почек на растении, шт.
	2009/2010 гг.	2010/2011 гг.			
Сорта листопадных рододендронов					
<i>Fireball</i>	I	I	84,3±14,1	6,4±2,4	41,5
<i>Klondyke</i>	I	I	79,3±15,5	8,8±2,2	12,5
<i>Cannon's Double</i>	I	I	80,4±7,0	4,9±1,0	15,5
<i>Speak's Orange</i>	I	I	82,5±25,4	10,2±1,4	24,5
<i>Persil</i>	I	I	80,8±14,1	10,6±2,6	24,4
<i>Nabucco</i>	I	I	87,1±21,9	5,2±1,1	15,0
<i>Silver Slipper</i>	I	I	62,5±9,6	7,2±0,8	9,5
<i>Yuanite</i>	I	I	71,4±11,9	11,9±2,1	51,1
<i>Homebush</i>	I	I	76,5±9,1	6,8±1,5	8,1
<i>Cibraltar</i>	I	I	36,5±13,2	8,1±1,8	6,6
<i>Golden Light</i>	II	II	58,33±17,4	12,2±3,3	16,7
<i>Golden Flare</i>	II	III	71,9±7,8	15,4±2,7	24,6
<i>Cecile</i>	I	I	82,3±11,6	14,6±3,7	21,7
Сорта вечнозеленых рододендронов					
<i>P.Y.M. Elite</i>	I	I	94,5±24,7	12,3±5,3	215,9
<i>Dr. Rutgers</i>	II	III	44,5±7,7	13,7±3,0	4,0
<i>Roseum Elegans</i>	I	I	67,3±7,5	9,4±2,8	13,7
<i>Lee's Dark Purple</i>	II	I	53,8±11,3	10,5±3,1	7,5
<i>Catawbiense Boursault</i>	I	I	87,5±17,3	15,4±2,7	31,7
<i>Helsinki University</i>	I	I	63,4±19,3	13,8±2,6	16,2
<i>Nova Zembla</i>	I	I	68,7±29,9	11,9±4,0	31,5
<i>Goldflimmer</i>	II	II	63,7±6,0	6,6±2,2	2,7
<i>Pearce's American Beauty</i>	I–II	I	68,3±9,0	12,5±4,1	8,3
<i>Dr. Dresselhuy's</i>	I	II	70,3±10,2	11,2±4,0	0
<i>Album Novum</i>	I–II	I–III	70,6±11,0	14,4±3,1	28,33
<i>Scarlet Wonder</i>	I	III	31,2±2,8	5,1±1,1	0
<i>Calsap</i>	II	I–III	80,6±3,0	12,4±4,0	0
<i>Goldbukket</i>	II	I	36,1±0,9	5,8±1,1	0
<i>Corinna</i>	I	I	27,2±4,2	7,7±1,9	1,6
<i>Lachgold</i>	II	II	65,5±6,3	5,2±1,2	0
<i>Taragona</i>	II	III	38,2±2,8	14,5±3,6	0
<i>Blurettia</i>	I	I–II	47,5±3,5	16,2±4,3	12,5
<i>Lumina</i>	I	I–II	41,6±3,5	13,6±2,9	10,0
<i>Cheer</i>	II	III–IV	31,6±7,6	12,0±3,3	2,6
<i>Effner</i>	I	I–II	77,3±17,9	12,1±3,1	16,1
<i>Azurro</i>	II	I	56,3±3,3	12,8±3,3	8,6
<i>Old Port</i>	II	II	62,3±5,0	10,8±2,7	8,0
<i>Germania</i>	I	II–III	37,6±3,8	12,2±3,8	5,7
<i>Karneval</i>	II	III	37,6±6,0	9,9±3,5	0
<i>Blutopia</i>	–	III	66,7±8,5	13,4±2,0	7,3

Зимние условия 2010–2011 гг. существенно отличались от таковых годом ранее, и уже к концу ноября температура воздуха постепенно снизилась до $-12\ldots -15^{\circ}\text{C}$. Декабрь был сравнительно мягким, с неустойчивым снежным покровом и температурой воздуха от 0 до -13°C . Более холодным, с минимальной температурой воздуха до -22°C и снежным покровом высотой до 20 см, был январь, но наиболее критическим для перезимовки растений оказался февраль, с глубокой оттепелью в начале второй декады, приведшей к полному исчезновению снежного покрова. Последовавшее за этим резкое понижение температуры до $-15\ldots -18^{\circ}\text{C}$ способствовало существенному повреждению верхних частей растений преимущественно вечнозеленых видов (листьев, однолетних побегов, вегетативных и генеративных почек). Наблюдения за состоянием растений при возобновлении вегетации показали, что повреждения получили в основном те же сорта, что и в предыдущую зиму, в том числе из листопадных – *Golden Light* и *Golden Flare*, из вечнозеленых – *Dr. Rutgers*, *Goldflimmer*, *Album Novum*, *Lashgold*, *Taragona*, *Cheer*, *Azurro*, *Old Port*, *Karnevall*. Наряду с перечисленными таксонами, зимние повреждения были отмечены также у сортов *Dr. Dresselhuys*, *Scarlet Wonder*, *Calsap* и *Blurettia*, перенесших предыдущую зиму без видимых повреждений. Отрицательные последствия зимовки сказались, главным образом, на цветении растений. При этом в результате повреждения генеративных почек у сортов, имевших III-й балл зимостойкости, цветение было неполным или отсутствовало вовсе. Несмотря на усыхание подмерзших однолетних побегов, высокая регенерационная способность растений способствовала появлению новых побегов из пазушных почек побегов более старшего возраста.

Полученные нами сведения в целом подтвердили соответствие исследуемых сортов рододендрона уровню их морозостойкости, установленному оригинаторами данных сортов, и позволяют сделать предварительное заключение о перспективности для культивирования в условиях Беларуси всех участвовавших в вышеозначенных исследованиях сортов листопадных видов, за исключением *Golden Light* и *Golden Flare*, тогда как среди вечнозеленых

сортов наибольший интерес в этом плане представляют лишь 6 таксонов, в том числе *P.Y.M. Elite*, *Roseum Elegans*, *Catawbiense Boursault*, *Helsinki University*, *Nova Zembla*, *Effner*.

Заключение. Многолетние наблюдения за состоянием коллекции *Rhododendron* L. Центрального ботанического сада НАН Беларуси, представленной 82 таксонами вечнозеленых и листопадных рододендронов, показали, что природные условия Беларуси обеспечивают прохождение большинством из них полного жизненного цикла, на фоне выраженных генотипических различий в степени зимостойкости и феноритмике сезонного развития, регулярности цветения и плодоношения, фотосинтетической активности, а также темпах формирования текущего прироста надземных органов, определяемых видоспецифичностью требований интродуцентов к сочетанию погодных условий и уровню освещенности. Установлено, что листопадные виды рододендрона обладают значительно большей устойчивостью к низким температурам воздуха в зимний период, по сравнению с вечнозелеными, среди которых зимостойкими оказались лишь 6 сортов данной группы.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований по гранту № Б110б-012 (2011–2013 гг., № ГР20115367 от 19.12.2011 г.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Определитель высших растений Беларуси / Т.А. Сауткина [и др.]; ред. В.И. Парфенов. – Минск: Дизайн ПРО, 1999. – 471 с.
2. Лапин, П.И. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений / П.И. Лапин, С.В. Сиднева // Опыт интродукции древесных растений. – М., 1973. – С. 7–67.
3. Ботановский, И.Е. Культура рододендронов в Белоруссии / И.Е. Ботановский. – Минск: Наука и техника, 1981. – 96 с.
4. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР / М.С. Александрова [и др.]. – М.: Наука, 1975. – 27 с.
5. Бейдеман, И.Н. Методика фенологических наблюдений при геоботанических исследованиях / И.Н. Бейдеман. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1954. – 320 с.
6. Юркевич, И.Д. Фенологические исследования древесных и травянистых растений: метод. пособие / И.Д. Юркевич, Д.С. Голод, Э.П. Ярошевич. – Минск: Наука и техника, 1980. – 88 с.
7. Кокшеева, И.М. Интродукция видов рода *Rhododendron* L. на юге Приморского края / И.М. Кокшеева // Вестн. Иркутск. ГСХА. – 2011. – Т. 44, вып. 3. – С. 84–91.

Поступила в редакцию 06.06.2012. Принята в печать 24.08.2012
 Адрес для корреспонденции: e-mail: J.Rupasova@cbg.org.by – Рупасова Ж.А.

Представители рода Астрофитум (*Astrophytum* Lem.) в условиях закрытого грунта ботанического сада Витебского государственного университета

В.Л. Волков

Учреждение образования «Витебский государственный университет им. П.М. Машерова»

В статье приводятся сведения о коллекции суккулентных растений закрытого грунта ботанического сада УО «ВГУ им. П.М. Машерова». Кратко описывается история открытия основных видов Северо-Американских кактусов, принадлежащих к интереснейшему роду Астрофитум (*Astrophytum* Lem.) и приводятся данные о репрезентативности его в составе коллекции. Кроме того, впервые в русскоязычной литературе содержатся карты ареалов обитания представителей рода. Дальнейшие исследования *Astrophytum* Lem. в условиях закрытого грунта умеренного климата позволят обладать более полной информацией о полиморфности видов и предоставят возможность целенаправленно получать новые гибриды для использования в зеленом строительстве.

Ключевые слова: *Astrophytum* Lem., Астрофитум козерогий, Астрофитум многокрапниковый, Астрофитум звездчатый, Астрофитум украшенный, Северо-Американские эндемики, коллекция суккулентов ботанического сада ВГУ.

Representatives of *Astrophytum* genus (*Astrophytum* Lem.) in hothouses of Vitebsk State University botanical gardens

V.L. Volkov

Educational establishment «Vitebsk State University named after P.M. Masherov»

The article provides data on the collection of succulent plants in hothouses of Vitebsk State University botanical garden. Brief information on the history of discovering the main genera of North-American cacti belonging to a most interesting genus of *Astrophytum* (*Astrophytum* Lem.) is provided. Besides, data on its representativeness within the collection are given. Moreover, it is the first time that maps of this genus natural habitat have appeared in Russian language literature. Further study of the representatives of the genus growing in moderate climate hothouses will allow to get more profound knowledge of the genera polymorphy, as well as to purposefully grow new hybrids to be used in green design.

Key words: *Astrophytum* Lem., *Astrophytum capricorne*, *Astrophytum myriostigma*, *Astrophytum asterias*, *Astrophytum ornatum*, North-American endemics, the succulent plant collection of Vitebsk State University botanical gardens.

В результате многолетней работы в условиях закрытого грунта ботанического сада Витебского государственного университета создана уникальная коллекция суккулентных растений, представляющая 4 флористические царства Земли.

Основу коллекции составляют растения семейства кактусовых (*Cactaceae* Juss.). Особое место среди них занимают представители относительно небольшого (от 4-х до 10 видов у разных авторов) рода Астрофитум (*Astrophytum* Lem.), произрастающие на юге США (штат Техас) и в Мексике. В английском языке астрофитумы известны как «Star cacti» – звездные кактусы, или «кактусы-звезды».

Цель исследования – изучение состава коллекции кактусов рода Астрофитум, уточнение систематической принадлежности таксонов *Astrophytum* Lem., а также основ культуры кактусов этого рода в условиях закрытого грунта.

Материал и методы. Первые экземпляры представителей рода Астрофитум (*Astrophytum* Lem.) – Астрофитум мириостигма (*Astrophytum myriostigma* (Salm. D.) Lem.) и Астрофитум каприкорне (*Astrophytum capricorne* (Dietr.) Britt. et Rose) – были выращены из семян, высеванных в 1996 году. Эти семена получены по междефектусному обмену из ботанического сада г. Дрезден (Германия).

В дальнейшем ежегодно производились посевы семян, полученных из ботанических садов Германии, России, Чехии, Монако и др. [1]. Значимые поступления происходили в период с 1995 по 2006 год. Этим же периодом датируются и основные посевы [1]. В коллекции насчитывается 52 рода сем. Кактусовых (*Cactaceae*), 16 таксонов принадлежат роду Астрофитум (*Astrophytum* Lem.) (табл.).

Специфика объекта исследования (кактусы рода *Astrophytum* Lem.) во многом обуславливает методологическую направленность работы.

Культивары рода *Astrophytum* Lem. в коллекции ботанического сада ВГУ

№	Название культивара
1.	<i>Astrophytum asterias</i> (Zucc.) Lem. 23413
2.	<i>Astrophytum asterias</i> (Zucc.) Lem. v. <i>nudum</i> Bckbg.
3.	<i>Astrophytum asterias</i> (Zucc.) Lem. Sv. <i>Super Kabuto</i>
4.	<i>Astrophytum capricorne</i> (Dietr.) Britt. et Rose
5.	<i>Astrophytum capricorne</i> (Dietr.) Britt. et Rose v. <i>niveum</i> (Kays.) Okum.
6.	<i>Astrophytum capricorne</i> (Dietr.) Britt. et Rose v. <i>senile</i> (Fric) Okum.
7.	<i>Astrophytum capricorne</i> (Dietr.) Britt. et Rose v. <i>senile f. aureum</i> (Möhl.) Bckbg.
8.	<i>Astrophytum capricorne</i> (Dietr.) Britt. et Rose v. <i>minus</i> (Runge & Quehl) Okum.
9.	<i>Astrophytum myriostigma</i> (Salm. D.) Lem.
10.	<i>Astrophytum myriostigma</i> (Salm. D.) Lem. v. <i>nudum</i> (R. Mey.) Megata 12949
11.	<i>Astrophytum myriostigma</i> (Salm. D.) Lem. v. <i>quadricostatum</i> (Möhl.) Baum. 23415
12.	<i>Astrophytum myriostigma</i> (Salm. D.) Lem. v. <i>strongylogonum</i> Bckbg.
13.	<i>Astrophytum myriostigma</i> (Salm. D.) Lem. 18782
14.	<i>Astrophytum myriostigma</i> (Salm. D.) Lem. v. <i>glabrescens</i> (Lem.) Okum.
15.	<i>Astrophytum ornatum</i> (DC) F.A.C. Weber.
16.	<i>Astrophytum senile</i> Fric

Изучение темы обеспечивается методикой описательного метода, базирующегося на единстве приемов обобщения, систематизации и интерпретации. Элементами метода являются каталогизация путем сплошной выборки и классификация полученного материала на основе функционального и статистического анализов.

Для сравнения культуры кактусов рода *Astrophytum* Lem. с растениями из естественных ареалов применялся сравнительно-сопоставительный метод.

Результаты и их обсуждение. Астрофитумы стали известны науке в 1827 году, когда Томас Коултер (Thomas Coulter) в мексиканском штате Идальго собрал образцы ранее неизвестного растения и отправил в Париж под номером 40. Де Кандоль (De Candolle) в 1828 году описал их как Эхинокактус украшенный (*Echinocactus ornatus*). В 1837 г. Галеотти (Galeotti) обнаружил первые экземпляры еще одного вида кактуса, а в 1839 году Лемэр (Ch. Lemaire) впервые выделил самостоятельный род *Astrophytum*, получивший название благодаря сходству с лиственным колючек и имеющим характерные ареолы *Astrophytum myriostigma* со звездой. После 1845 г. были впервые описаны Цуккарини (J.G. Zuccarini) *Echinocactus asterias* и в 1851 г. А. Дитрих (A. Dietrich) *Echinocactus capricornis* и еще два звездных кактуса с характерным строением [2]. Бриттон и Роуз (Britton & Rose) в своей работе «The Cactaceae, Descriptions and Illustrations of Plants of the Cactus Family», вышедшей в 1922 году, окончательно утвердили отдельный род *Astrophytum*. Эта концепция по настоящее время широко признана такими спе-

циалистами, как С. Backeberg (1937), М. Megata (1944), Haage & Sadowsky (1957), D.R. Hunt (1967–1999), Н. Bravo-Hollis & Н. Sanchez-Mejorada (1991).

Повторно *Astrophytum asterias* (Zucc.) Lem. были открыты в 1933 году Е. Кловвером. Экземпляры этого кактуса, собранные госпожой Флосзи Гарризон в Рио Гранде, содержались в 1932 году в университете Michigan Botanical Gardens. Впоследствии места обитания были быстро разграблены. Современная Техасская популяция *asterias* насчитывает приблизительно 2000 экземпляров. Для спасения последнего местообитания *Astrophytum asterias* в Техасе американские органы власти охраны природы проводят обширные мероприятия стоимостью в несколько сотен тысяч долларов США [2].

К роду Астрофитум (*Astrophytum* Lem.) традиционно относят 4 вида кактусов – два с колючками и два без них. Все эти растения являются североамериканскими эндемиками, произрастающими в центральной и северной Мексике, заселяя довольно обширную территорию Мексиканского нагорья. Распространены на высотах 800–1800 м над уровнем моря вдоль западного края Сьерра-Мадре и к востоку от этого региона на берегу залива в Техасе (США) лишь на 50 до 300 метров над уровнем моря, на каменистых известковых почвах.

Южный представитель рода *Astrophytum ornatum* распространен в штате Идальго до 20 градусов северной широты. *Astrophytum Capricorne* распространен в Бустаманте, Нуэво-Леон и *Astrophytum capricorne* рядом с Qvatro Cienegas, Коауила, в районе 26–27 градусов се-

верной широты. Западная граница обитания *Astrophytum coahuilense* в Лердо, Дуранго, находится недалеко от Мексиканского залива.

Прерывистый характер области распространения вызывает определенные трудности в систематике растений рода Астрофитум. Растения одного вида, но из разных популяций, зачастую удаленных друг от друга на большие расстояния, нередко имеют значительные морфологические различия, что и приводит к появлению ряда подвидов или множества разновидностей.

Цветки у астрофитумов не самоопыляемые, но в пределах одной популяции различные виды с помощью естественных опылителей легко поддаются гибридизации и дают жизнеспособное потомство, имеющее смешанные родительские черты (рис. 1).

Единственный вид астрофитум звездчатый (*Astrophytum asterias* (Zucc.) Lem.) (рис. 2) встречается севернее реки Рио-Гранде, которая отделяет Мексику от США, в юго-восточной части штата Техас, графствах Старр и Идальго [3–4].

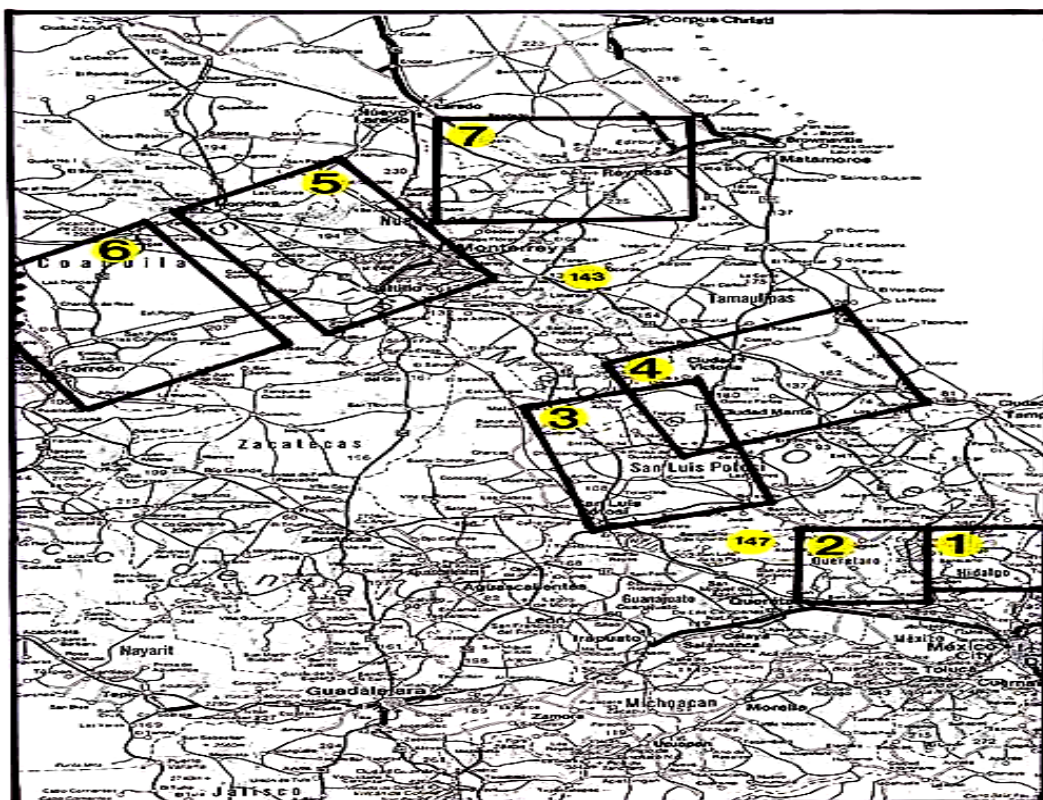


Рис. 1. Ареал видов рода Астрофитум в Мексике и на юге штата Техас (США) [4].

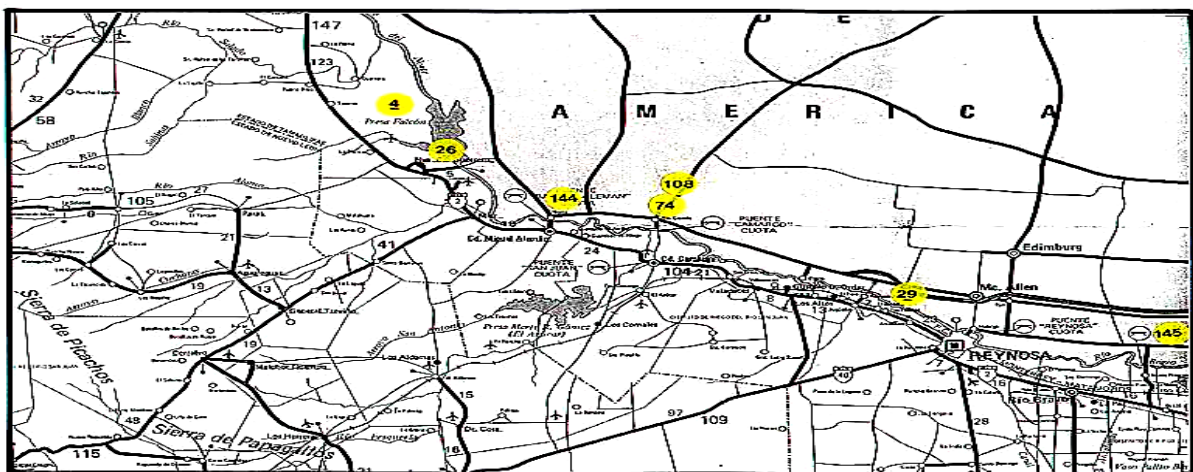


Рис. 2. *Astrophytum asterias*, Texas (США) [4].

На карте показаны известные местонахождения *Astrophytum asterias* в США. В настоящее время все местообитания растений в Мексике разграблены сборщиками и уничтожены в результате культивирования земли. Две еще существующие популяции к югу от Cd. Victoria и в Starr County Texas на карте не указаны, так как существует реальная угроза исчезновения вида [2].

Краткое описание типовых экземпляров из коллекции

Астрофитум козерогий (*Astrophytum capricorne* (Dietr.) Britt. et Rose) найден в 1850 г. Poselger и описан Dietrich в 1851 г. Это самые северные Bishops' caps из мексиканских штатов Coahuila и Нуево Леоне. Их ареал распространения – пустыня Sierra de Paila – является самым засушливым районом обитания всех астрофитумов. Растение сначала шаровидное, с возрастом удлиняющееся и приобретающее коротко-цилиндрическую форму. Стебель до 20 см высотой и до 10 см в диаметре. Его поверхность покрыта мелкими, желто-коричневыми (молодыми), а впоследствии – серебристо-белыми чешуйками, которые придают кактусу сероватую окраску. Ребер обычно 7–9, они, как правило, довольно высокие, на теле расположены опушенные ареолы с 5–10 уплощенными и изогнутыми коричневыми колючками, которые достигают 3–5 см в длину. Цветки – распускаются на самой верхушке кактуса в начале лета только в дневные часы при солнечной погоде, длина 6–7 см, диаметр до 7,5 см. Их внешние лепестки имеют интенсивную желтую окраску, а внутренние – частично красно-оранжевые. Среди разновидностей, которые чаще всего встречаются в комнатных культурах, выделяется форма ***crassispinum* (Möll.)** с более мощными колючками и форма ***niveum* (Kays.)** с еще более плотными крапинками, что придает кактусу серебристо-белую окраску.

Астрофитум многокрапинковый (*Astrophytum myriostigma* (Salm. D.) Lem.). Описан французом Лемэром в 1829 г. Распространен практически повсеместно в мексиканских штатах Сан-Луис-Потоси и Тамаулипас между известковыми скалами [5].

Этот астрофитум полностью лишен колючек. Стебель растения серо-зеленый, крапчатый, шаровидный, с возрастом удлиняется до столбовидного, 10–20 см в диаметре. Весь стебель покрыт мельчайшими бело-серыми крапинками. Ребер у типичных мириостигм обычно 5, но бывает и меньше, и больше (от 2 до 8).

Благодаря типичной пятиреберной форме растение получило народное название, которое переводится как Епископская митра. В английском языке этот кактус называют bishops miter. На ребрах расположены опушенные, но совершенно лишенные колючек ареолы. Имеются многочисленные формы. Цветки – дневные, длиной 4–6 см, 4–5 см в диаметре, ярко-желтого цвета, иногда с красно-оранжевым зевом. Цветки распускаются с мая по август в солнечную погоду и сохраняются 2–3 дня, после чего увядают. Цветут даже относительно небольшие растения (с 3–4 лет). Овальные зеленые плоды содержат коричневые шлемовидные семена. Известно много форм этого вида, среди которых наиболее известны ***var. nudum* (R. Mey.)** с зеленым стеблем, так как у растения практически отсутствуют крапинки.

Астрофитум звездчатый (*Astrophytum asterias* (Zucc.) Lem.). Как и предыдущий вид, относится к типу «голых» кактусов (лишен колючек), имеет шаровидный, немного приплюснутый стебель, в диаметре достигающий 8–10 см, в высоту 6–8 см. На его поверхности видны 6–8 слабо выраженных ребер. Ареолы расположены посередине ребер. Стебель покрыт белыми крапинками, которые придают поверхности кактуса особую декоративность. Внешне кактус похож на скелет морского ежа. Диаметр его шелковистых желтых цветков 6–7 см, длина 3 см. Их середина может иметь красноватый оттенок. Цветение начинается относительно рано. Цветки обычно распускаются в начале лета в дневные часы с солнечной погодой. Кактусы, растущие на солнечном месте, со временем приобретают характерный бронзовый оттенок. Данный вид легко образует гибриды с Астрофитумом крапчатым.

Астрофитум украшенный (*Astrophytum ornatum* (DC) F.A.C. Weber). Эволюционно самый старый и самый южный вид – *Astrophytum ornatum* (= *ornatus*, украшенный) из мексиканских федеральных штатов Hidalgo и Queretaro. Это была первая Bishops' caps, которая прибыла в Европу в 1828 году. Вид имеет в начале роста шарообразную, затем вытянутую – колоновидную форму, высота стебля 30–35 см, диаметр 10–20 см. Сам стебель темно-зеленого цвета, разделен на 6–8 ребер, они прямые или слегка изогнуты. Поверхность стебля покрыта серебристыми крапинками, скопления которых создают подобие полос. На ребрах находятся ареолы с белым опушением и 5–10 прямыми желто-коричневыми колючками разной длины (самые большие 4 см). Бледно-желтые цветки

распускаются днем обычно в начале лета и достигают длины 7–9 см. Овальные зеленые плоды содержат несколько черно-коричневых семян, которые, созревая, раскрываются и образуют своеобразную звезду. Среди разновидностей выделяются формы *glabrescens* (Web.) Bckbg. – с темно-зеленым стеблем, на котором практически отсутствуют крапинки, и *mirbelli* (Lem.) Ok. – с изогнутыми колючками и более мелкими крапинками.

Содержание астрофитумов в коллекции невозможно без искусственного создания и поддержания условий, близких к естественным.

Несмотря на все бесспорные достоинства растений, существует общепринятое мнение о том, что культивирование их не является легким делом. Для упрощения культивирования многие авторы предлагают прививать астрофитумы на менее требовательные подвои. В условиях закрытого грунта ботанического сада ВГУ представители рода успешно выращиваются только на собственных корнях, что стало возможным в результате совпадения основных абиотических факторов, влияющих на процессы нормального роста, цветения и плодоношения [6].

К таким факторам относятся солнечная радиация, продолжительность солнечного сияния и влажность воздуха.

Расположение Витебска в умеренных широтах (56° северной широты) определяет поступление умеренного количества суммарной солнечной радиации за год и четко выраженную сезонность природных процессов.

Солнечная радиация – важнейший источник энергии для всех жизненных процессов, происходящих в биосфере, а также наиболее значимый абиотический фактор, влияющий на нормальное развитие растений и суккулентов в особенности. Максимальный угол падения солнечных лучей и самый длинный день наблюдаются в июне, минимальный угол падения лучей и самый короткий день – в декабре. Высота полуденного солнца уменьшается от июня к декабрю почти на 47° , а продолжительность дня – более чем на 10 часов. Количество суммарной солнечной радиации по области за год составляет от 3579 до 3812 МДж/м². Годовое распределение суммарной солнечной радиации неравномерно. В июне поступает 623–640 МДж/м², что в 15–20 раз больше, чем в декабре (31–42 МДж/м²). С мая по июль область получает 49% от годового поступления солнечной радиации, а с ноября по январь – всего 4%.

Продолжительность солнечного сияния – это время поступления прямых солнечных лучей,

которое определяется длительностью дня и облачностью. Продолжительность дня всей территории Витебской области – 4495 ± 10 часов в год. Продолжительность солнечного сияния составляет лишь 1750–1780 часов в год (т.е. менее 40% от длительности дня), а в остальное время из-за облачности к земной поверхности приходит только рассеянная радиация. Ее доля в среднем за год составляет 54% от суммарной радиации. За год в Витебске бывает 164 пасмурных, 28 ясных и 173 дня с переменной облачностью [7].

Это, несомненно, меньше, чем в естественной среде обитания. Недостаток солнечной радиации приводит в первую очередь к повышенной чувствительности к грибковым болезням и необходимости весеннего притенения. В то же время здоровые растения выглядят намного эффективнее растений из естественных ареалов: насыщенная окраска эпидермиса, не выцветшие колючки и полное отсутствие ожогов.

В течение всего года для Витебской области характерна относительно высокая влажность воздуха. Среднегодовое значение относительной влажности составляет по области 79,3–81,4%. Годовой ход относительной влажности противоположен ходу температуры воздуха. Относительная влажность наибольшая зимой, максимум наблюдается в ноябре–декабре (87–91%), наименьшая – в конце весны и летом, с минимумом в мае (67–71%).

В среднем за год количество сухих дней (с относительной влажностью менее 30% хотя бы в один из сроков наблюдения) достигает в Витебске 7, причем 3 из них приходится на май. Количество влажных дней (с относительной влажностью более 80% в 14 часов, когда суточное значение влажности минимально) в Витебске – 136, причем 85 из них приходится на период с ноября по февраль и только 6 дней – на май–июнь [7].

Такое распределение влажности позволяет успешно проводить абсолютно сухую зимовку растений (получение влаги из атмосферы в виде ночного конденсата) с минимальными потерями, при соблюдении правильного температурного режима (14–17°C).

Важнейший фактор в естественной среде обитания – выпадение атмосферных осадков и поступление доступной воды к корневой системе – полностью нивелируется своевременным и правильным поливом, который начинается во второй половине февраля с капельного опрыскивания в утренние часы и продолжается весь вегетативный сезон поливом в грунт. Посколь-

ку астрофитумы являются природными кальцеофиллами, никакой особой обработки воды, кроме подогрева до 40–50°C, не производится.

В местах естественных ареалов, в штате Техас (США) и Мексике, астрофитумы растут на достаточно плодородных вулканических или наносных почвах [6]. И это немаловажный фактор с точки зрения поступления минерального питания. В условиях искусственного содержания приходится учитывать невысокое содержание гумуса в грунте, так как искусственные питательные грунты быстро слеживаются и теряют свою пористость, а это в свою очередь приводит к нарушению газового обмена корневой системы и ее частичной или полной потери и, естественно, – ингибированию роста всего растения. Для улучшения механического состава в грунт добавляется 1 объемная часть дробленного кирпича и 0,5 части мелкого доломитового щебня, которые являются, кроме того, еще и пористым материалом, впитывающим излишки воды при поливе и медленно отдающим ее впоследствии. Проблему минерального питания решает своевременная пересадка растений в посуду большего размера. И, несмотря на общепринятое мнение, что астрофитумы плохо

переносят пересадку, в наших условиях гибели растений при этом не наблюдалось.

Заключение. Таким образом, можно констатировать факт успешного создания коллекции суккулентных растений в условиях закрытого грунта ботанического сада ВГУ им. П.М. Машерова. При этом полнота представления рода Астрофитум, не вызывает сомнения. Используемые приемы выращивания обеспечивают стабильность развития растений в целях дальнейшего исследования рода Астрофитум.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков, В.Л. Работы по созданию коллекции тропических растений ботанического сада Витебского государственного университета: материалы Второй междунар. науч. конф. – СПб., 1999. – С. 123–124.
2. Die Gattung *Astrophytum* Lemaire, Einführung [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.astrobases.de/>.
3. Лэм, Э. Кактусы / Э. Лэм, Б. Лэм; пер. с англ. С.А. Волгина; предисл. Н.Н. Каприановой. – М.: Мир, 1984. – 182 с.
4. Hoock, H. 1996. Kakt. and. Sukk. Band: 47 Heft (9) Seite 203–207 Am Standort von *Astrophytum asterias* (Zuccarini) Lemaire in Texas, U.S.A.
5. Hoock, H. 1985. Siedlung und Eigenheim (Wächter Verlag, Berlin) Band: 38 Heft (9) Seite 302–304. Bischofsmützen.
6. Ян Ван дер Неер. Все о кактусах / Ян Ван дер Неер // СЗКЭО «Кристалл». – СПб., 2004. – С. 8–9, 18–19.
7. Бобрик, М.Ю. Физическая география Витебской области / М.Ю. Бобрик [и др.]. – Витебск: Изд-во УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2004. – С. 66–83.

Поступила в редакцию 25.05.2012. Принята в печать 24.08.2012
Адрес для корреспонденции: e-mail: slavavolkov63@gmail.com – Волков В.Л.

Влияние загрязнения почвы моторным маслом SAE 15W-40 на выживаемость и некоторые репродуктивные показатели дождевых навозных червей

А.Ю. Тарасевич

Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр
Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», Минск

В статье приведены результаты изучения влияния моторного масла SAE 15W-40 на искусственную популяцию дождевых навозных червей (*Eisenia foetida*, Savigny, 1826). Тест на острую летальность проведен согласно канадским рекомендациям Biological Test Method (2007). Рассчитан процент смертности навозных червей в зависимости от концентрации загрязнителя в почве, а также LC_{50} (14 дней) моторного масла в почве для этих животных. Оценка основных репродуктивных параметров популяции дождевых навозных червей в грунте, загрязненном моторным маслом круглогодичного применения, проведена согласно ISO 11268-2. Рассмотрены основные репродуктивные параметры популяции червей в загрязненном субстрате. Показано, что популяции навозных червей способны жить и размножаться в почвах, содержащих нефтепродукты и подлежащих ремедиации.

Ключевые слова: дождевые навозные черви, загрязнение почвы нефтепродуктами, моторное масло.

The impact of soil pollution with motor oil SAE 15W-40 on muckworm survival and reproduction rate

A.Yu. Tarasevich

State Scientific and Production Amalgamation «The Scientific and Practical Center
for Bioresources», Minsk

The article contains the assessment of the impact of motor oil SAE 15W-40 on earthworm (*Eisenia foetida*, Savigny, 1826) population. Acute lethality test was held according to Canadian Biological Test Method (2007) recommendations. The worm mortality percentage in relation to contaminant concentration and LC_{50} (14 days) of the oil was calculated. The evaluation of basic reproductive performance of the animals in polluted with motor oil soil was examined according to ISO 11268-2. Basic reproduction parameters of earthworm population dwelling in intoxicated soil were considered. It is shown that earthworm population is able to live and reproduce in soil, polluted with petrochemicals and subjected to remediation.

Key words: muckworms, pollution of soil with petrochemicals, motor oil.

В настоящее время в Республике Беларусь внимание экологов привлекает загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами, связанное с интенсивным использованием автомобильного и железнодорожного транспорта. В природных условиях трансформация углеводородов нефти протекает под воздействием всех составляющих комплекса почвенной биоты, но процесс этот длителен. Современное загрязнение требует комплексных подходов к очистке почв для скорейшего их возвращения в сельскохозяйственный оборот. Известно, что жизнедеятельность дождевых червей ускоряет процессы биодеградации нефтяного загрязнения почв. Предлагается [1] использовать культивируемые популяции дождевых червей для экологической реабилитации загрязненных нефтью почв, поскольку эти животные улучшают структуру почвы, и,

тем самым, способствуют скорейшему ее очищению [2]. Устойчивость популяции червей к загрязнению зависит от условий окружающей среды (температуры, влажности, состава субстрата). Также немаловажными являются характеристики самой популяции (размер, возрастной состав) [3], хотя основополагающими всегда будут концентрации загрязнителя в почве и возраст загрязнения.

Для внедрения в Республике Беларусь практики зарубежных стран по ремедиации загрязненных нефтепродуктами грунтов и почв с использованием культивируемых популяций навозных червей (*Eisenia foetida*, Savigny, 1826) необходимо предварительно проверить применимость подобных методик в местных условиях. Для экологической реабилитации почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, пред-

лагается использовать искусственные популяции местных видов дождевых червей [4].

Цель данной работы – определение токсичности различных концентраций моторного масла в субстрате для культивируемой популяции навозных червей, оценке репродуктивных параметров популяции червей в загрязненном субстрате. Для этого моделировали загрязнение почвы моторным маслом круглогодичного применения (марки 15W-40).

Материал и методы. В экспериментах использованы половозрелые особи навозного червя *E. foetida* из маточной популяции сектора вермитехнологий ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», моторное масло SAE 15W-40 (сульфатная зольность 1,05%), дерново-подзолистая почва (рН = 6,85), отобранная с территории Центрального ботанического сада НАН Беларуси (верхний 10 см слой), ферментированный навоз (рН = 8,3) крупного рогатого скота (КРС).

Тест на острую летальность провели согласно Biological Test Method (BTM) [5] с использованием естественной (условно чистой) почвы, в которую внесли моторное масло. Продолжительность теста – 14 дней. Процент смертности червей рассчитывали в середине (на 7-й день) и в конце (14-й день) опыта. В конце опыта подсчитывали количество коконов в каждом контейнере. По результатам опыта рассчитывалась ЛК₅₀ моторного масла для навозных червей в грунте.

Почва для модельных исследований была отобрана, просушена, просеяна через сито с ячейкой 3 мм (согласно [6]). К почве для питания червей добавили навоз КРС из расчета 20% от общей массы. В эксперименте влажность субстрата доводили до 70% дистиллированной водой, чтобы поверхность субстрата постоянно была влажной, но в контейнерах не застаивалась вода. Почвенные частицы не должны прилипать к животным. Почва считается условно чистой, если суммарное количество вредных веществ в ней не вызывает гибели более 5% от всей популяции обитающих в ней дождевых червей [5]. В качестве контроля использовали почву с навозом, без загрязнителя. Зафиксирована 95% выживаемость червей в течение 14 дней. Исходный субстрат соответствовал требованиям – был пригоден для использования в экспериментах.

В смесь внесли масло SAE 15W-40 в концентрациях 1 000, 2 000, 4 000, 6 000, 8 000, 10 000, 12 000 мг/кг. Загрязненную смесь распределили по контейнерам ($V = 3,3 \text{ дм}^3$) навесками по 0,5 кг. Каждую концентрацию загрязнителя взяли в трехкратной повторности. В опыте использовано 24 контейнера.

Червей внесли через сутки после подготовки субстрата по 5 особей на контейнер, содержали при $T_{\text{почвы}} = 20 \pm 2^\circ\text{C}$.

Оценка основных репродуктивных параметров популяции дождевых червей в грунте, загрязненном моторным маслом круглогодичного применения, проводилась согласно ISO 11268-2 [7] с оригинальной модификацией. В каждый контейнер было запущено по 10 половозрелых особей навозных червей. Тест длился 8 недель в условиях, аналогичных предыдущему тесту. Использовались субстраты в контейнерах с такими же концентрациями моторного масла. Способность навозных червей к размножению в загрязненном грунте оценивали по количеству коконов, отложенных червями, проценту живых коконов от общего числа сброшенных коконов, количеству ювенильных особей в одном коконе. Для сравнения использовали репродуктивные показатели навозных червей, содержащихся в чистой почве при прочих равных условиях.

После содержания червей в контейнерах в течение 4 недель субстрат был обследован на наличие яйцевых коконов червей. Найденные коконы поместили для инкубации в чашки Петри с аналогичным субстратом (навески по 10 граммов на чашку) при $T_{\text{почвы}} = 23 \pm 2^\circ\text{C}$, влажности 80%. Через 3 недели была проведена проверка содержимого чашек Петри, произведен учет ювенильных особей и целых коконов дождевых червей в чашках. Молодь отсадили, целые коконы оставили в чашках еще на 7 дней, после чего процедуру повторили.

Химический анализ исходного субстрата осуществлен на анализаторе «Флюорат 02-3М». Флуориметрический метод измерения массовой доли нефтепродуктов в почве основан на их экстракции из образца гексаном и измерении интенсивности флуоресценции очищенного экстракта на приборе [8]. Субстрат высушивали, измельчали, просеивали, экстрагировали загрязнитель гексаном, измеряли массовую долю моторного масла в экстракте. Концентрации загрязнителя рассчитывались на сухую массу субстрата.

Результаты и их обсуждение. Результаты теста на острую летальность, приведенные в табл. 1–2, свидетельствуют о том, что при концентрациях моторного масла в субстрате до 1 000 мг/кг (20 ПДК нефтепродуктов в почвах сельскохозяйственного назначения [9]) выживаемость навозных червей равна 100%. Моторное масло в концентрациях 2 000 мг/кг почвы (40 ПДК) убивает до 33,4% животных. За 2 недели 12 000 мг/кг масла в субстрате сокращает численность навозных червей на 53,5%.

Таблица 1

Смертность червей при загрязнении почвы моторным маслом в различных концентрациях

Показатель	Концентрация моторного масла, мг/кг						
	1 000	2 000	4 000	6 000	8 000	10 000	12 000
Смертность, % (7-й день)	0,0	0,0	26,6	13,4	0,0	6,6	40,0
Смертность, % (14-й день)	0,0	33,4	33,4	33,4	26,6	40,0	53,4

Таблица 2

Количество коконов в каждом контейнере по окончании теста на летальность

Показатель	Концентрация моторного масла, мг/кг							
	0	1 000	2 000	4 000	6 000	8 000	10 000	12 000
Коконы, шт.	8,10	3,00	3,33	1,00	3,00	1,67	0,33	1,00

Таблица 3

Зависимость сброса навозными червями яйцевых коконов от концентрации моторного масла в субстрате

Показатель	Концентрация моторного масла, мг/кг							
	0	1 000	2 000	4 000	6 000	8 000	10 000	12 000
Всего коконов за опыт, шт.	97,2	18	20	20	18	10	6	4
Среднее количество коконов в контейнерах, шт.	32,4	6,0	6,6	6,6	6,0	3,4	2,0	1,3

Количество отложенных червями коконов является одним из основных показателей, по которым рассчитывается репродуктивная способность популяции червей в целом. Количество коконов в каждом контейнере с загрязненным субстратом после 14 дней содержания в нем животных представлено в табл. 2.

Количество отложенных червями коконов при концентрациях моторного масла 1 000 мг/кг снизилось в 2,68 раза, 2 000 мг/кг – 1,6, 4 000 мг/кг – 5,37, 6 000 мг/кг – 1,79, 8 000 мг/кг – 3,54 раза. Исходя из полученных данных можно предположить, что моторное масло в субстрате в концентрациях 2 000 мг/кг и 6 000 мг/кг стимулирует сброс коконов навозными червями. То есть снижение численности особей в контейнерах стимулирует размножение выживших особей. При содержании в субстрате 10 000 мг/кг и 12 000 мг/кг моторного масла некоторые выжившие особи навозных червей еще способны откладывать коконы, но, как показывают дальнейшие наблюдения, такие коконы зачастую нежизнеспособны.

Тест на острую летальность выявил, что в заданных условиях ЛК₅₀ моторного масла

для популяции навозных червей достигает 11 500 мг/кг. Дальнейшие наблюдения за червями в загрязненном субстрате показали, что все навозные черви в контейнерах с сильно загрязненным субстратом (10 000 мг/кг и 12 000 мг/кг) погибли через 2,5 месяца.

Результаты восьминедельного теста на репродуктивную способность навозных червей в загрязненной почве представлены в табл. 3. Основываясь на полученных данных можно заключить, что навозные черви чутко реагируют на загрязнение машинным маслом уже в концентрациях 1 000 мг/кг, и при содержании масла в почве более 8 000 мг/кг перестают откладывать коконы. Даже при концентрациях масла в почве, при которых наблюдается 100% выживаемость популяции (1 000 мг/кг), их репродуктивная способность является низкой: черви откладывают 18,5% коконов от контроля. Таким образом, свежее загрязнение почвы моторным маслом значительно снижает репродуктивную способность навозных червей.

В субстратах с концентрацией масла 10 000 мг/кг коконы появились через 3 недели после внесения червей в загрязненный субстрат.

Количество коконов, отложенных одним червем за неделю, в 2,9 раза превысило количество коконов, отложенных одним червем в контроле при прочих равных условиях (2,33 и 0,81). Процент живых коконов от общего числа сброшенных коконов составил 18,5% (в чистом субстрате – 59,5%), в то время как количество ювенильных особей в коконе равнялось 1,00 (в контроле – 2,04). Общая репродуктивная способность червей в загрязненном субстрате составила 85% от таковой в незагрязненном.

Известно, что почва обладает способностью самоочищаться от углеводородного загрязнения благодаря размножению нефтеокисляющих микроорганизмов [цит. по 10]. Содержание нефтепродуктов в почве несколько снижается в первые месяцы после загрязнения. В дальнейшем очищение идет медленнее [11]. Через 6 месяцев было проведено повторное заселение сильнозагрязненных субстратов навозными червями. По истечении 2 недель зафиксирована 100% выживаемость животных. Еще через 2 недели в контейнерах осталось 45% популяции. Для питания червей в контейнеры дополнительно (раз в 3 месяца) вносили ферментированный навоз КРС. В отличие от предыдущего эксперимента, на протяжении последующего полугодия количество червей в субстратах не снизилось, повысилась репродуктивная способность. Это свидетельствует о способности дождевых червей по прошествии некоторого времени заселять субстраты с высоким исходным загрязнением вследствие снижения токсичности субстрата.

Рекультивацию почвы применяют в тех случаях, когда количество углеводородов в ней слишком мало, чтобы использовать механические способы («срезание» наиболее загрязненного поверхностного слоя и его утилизация), но слишком велико, чтобы использовать загрязненные земли в сельскохозяйственных целях [10]. Навозные черви не только выживают в субстратах, загрязненных моторным маслом до 8 000 мг/кг, но и размножаются в них. Следовательно, искусственные популяции червей мож-

но применять для рекультивации почв с загрязнением моторным маслом до 8 000 мг/кг.

Заключение. Установлено, что максимальная концентрация в субстрате (дерново-подзолистой почве с добавлением навоза КРС) моторного масла марки 15W-40 круглогодичного применения, при которой часть популяции навозных червей способна выжить и размножиться, составляет 8 000 мг/кг, ЛК₅₀ (14 дней) загрязнителя в почве для навозных червей – 11 500 мг/кг. Количество отложенных червями коконов при концентрациях моторного масла 1 000 мг/кг снизилось в 2,7 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Martin-Gil, J. Composting and vermicomposting experiences in the treatment and bioconversion of asphaltens from the Prestige oil spill / J. Martin-Gil [et al.] // *Bioresource Technology*. – 2008. – № 99. – P. 1821–1829.
2. Schaefer, M. The influence of earthworms and organic additives on the biodegradation of oil contaminated soil / M. Schaefer, F. Juliane // *Applied Soil Ecology*. – 2007. – № 36. – P. 53–62.
3. Schaefer, M. Behavioural Endpoints in Earthworm Ecotoxicology: Evaluation of Different Test Systems in Soil Toxicity Assessment / M. Schaefer // *Soils & Sediments*. – 2003. – № 3(2). – P. 79–84.
4. Винник (Смольникова), В.В. Перспективы использования вермикюльтуры для восстановления нефтезагрязненных почв / В.В. Винник (Смольникова), М.С. Деметьев, С.Н. Овчаров // *Изв. высш. учеб. заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки*. – 2004. – № 3(127). – С. 106–107.
5. Environment Canada (EC). 2004. Biological Test Method: Tests for Toxicity of Contaminated Soil to Earthworms (*Eisenia andrei*, *Eisenia fetida*, or *Lumbricus terrestris*) // Report EPS, Ottawa, Ontario. – 2004. – 184 p.
6. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.
7. International Standard ISO 11268-2 (1998): Soil Quality – Effects of pollutants on earthworms (*Eisenia fetida*) – Part 2: Determination of effects on reproduction. International Organization for Standardization.
8. ГОСТ Р 51797-2001. Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и грунтов флуориметрическим методом с использованием анализатора жидкости «Флюорат 02-3М» // НПФ «Люмекс». – М., 2001.
9. Об утверждении предельно допустимых концентраций нефтепродуктов в почвах для различных категорий земель: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 29 апр. 2009 г. – № 44.
10. Галиулин, Р.В. Диагностика ремедиации почвы, загрязненной углеводородами / Р.В. Галиулин, Р.А. Галиуллина, В.Н. Башкин // *Территория «Нефтегаз»*. – № 10. – 2011.
11. Хазиев, Ф.Х. Изменение биохимических процессов в почвах при нефтяном загрязнении и активация разложения нефти / Ф.Х. Хазиев, Ф.Ф. Фатхиев // *Агрохимия*. – 1981. – № 10. – С. 102–111.

Поступила в редакцию 14.06.2012. Принята в печать 24.08.2012
Адрес для корреспонденции: e-mail: arlif@mail.ru – Тарасевич А.Ю.

Изучение протекторных свойств водного экстракта куколок дубового шелкопряда при цитотоксической активности ионов меди в *Allium*-тесте

Т.А. Толкачева*, И.И. Концевая**

*Учреждение образования «Витебский государственный университет им. П.М. Машерова»

**Учреждение образования «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»

В работе было изучено влияние водного экстракта куколок дубового шелкопряда на цитогенетические параметры в клетках корневых меристем *Allium cepa* L. в условиях токсического действия ионов меди. Экстракт защищал растения от цитогенетических повреждений, вызванных ионами меди в широком диапазоне концентраций (1–500 мкМ).

Установлено модифицирующее влияние экстракта на процесс клеточного деления в условиях стресса, вызванного ионами меди. Оптимальный протекторный эффект был выявлен при добавлении экстракта в растворы сульфата меди в диапазоне концентраций 100–500 мкМ в соотношении 10 мл/100 мл. При таком соотношении экстракта и раствора сульфата меди определено меньшее число митотических клеток со слипанием хромосом и меньшее число пикнотических клеток в интерфазе.

Ключевые слова: *Allium*-тест, митоз, нитрат свинца, водный экстракт куколок дубового шелкопряда.

Study of protective properties of the aqueous extract of oak silkworm pupae with cytotoxic activity of copper ions in the *Allium*-test

T.A. Tolkacheva*, I.I. Kontsevaya**

*Educational establishment «Vitebsk State University named after P.M. Masherov»

**Educational establishment «Gomel State University named after Francisk Skorina»

The goal was to study the effect of aqueous extract of oak silkworm pupae on cytogenetic parameters in the cells of root meristems of *Allium cepa* L. in the conditions of the toxic effect of copper ions. The extract protected the plants from the cytogenetic damage induced by copper ions in a wide range of concentrations (1–500 mM). The modifying effect of the extract on the process of cell division under stress, caused by copper ions, is established. The optimum protective effect was found out when adding to the extract solutions of copper sulphate in the concentration range of 100–500 microM in the ratio 10 ml/100 ml. With such a ratio of the extract and the solution of copper sulfate a smaller number of mitotic cells with the adhesion of chromosomes and a smaller number of pyknotic cells in interphase were found out.

Key words: *Allium*-test, mitosis, copper ions, aqueous extract of oak silkworm pupae.

Медь – микроэлемент, необходимый для жизнедеятельности организмов, относится к группе тяжелых металлов (ТМ). В растениях медь является каталитическим кофактором в таких биологических процессах, как дыхание, фотосинтез, транспорт железа, фиксация азота, защита от окислительного стресса, рост и развитие [1]. Однако, благодаря своей химической активности, ионы меди могут оказывать отрицательный эффект, когда клетка не справляется с их детоксикацией. Если в нормальных условиях свободная медь не обнаруживается в клетке, то при избытке ионов Cu^{+2} свободные катионы вызывают серьезные нарушения в метаболизме растения. Одной из основных причин подобных нарушений является образование медью радикалов гидроксила, которые взаимодействуют с тиоловыми группами белков, разрушая их вторичную структуру, а так-

же вызывают деградацию липидов и нуклеиновых кислот. Как результат вышеперечисленного, ингибируются многочисленные метаболические процессы, повреждается структура клеток и тканей, наступает задержка роста и старение [1–3]. Растения весьма чувствительны к негативному влиянию меди, и ее вредное фито- и цитотоксическое действие проявляется уже при концентрации, лишь слегка превышающей оптимальную [4–5].

На сегодняшний день накоплен большой объем информации о фитотоксическом действии ТМ [6–7]. Устойчивый интерес к изучению механизмов токсического и мутагенного воздействия соединений металлов на растения с использованием корневой апикальной меристемы в качестве модельной системы объясняется тем, что именно кончики корней первыми непосредственно контактируют с различными химическими веществами в почве и воде [8–9]. Клас-

сическим методом для исследования токсического воздействия загрязнителей окружающей среды на живые объекты является тест на корневых клетках лука (*Allium*-тест), который позволяет осуществить относительно быстрый скрининг химических соединений с указанием их потенциального биологического риска [8]. Важным преимуществом этого метода цитогенетического мониторинга является хорошая корреляция его результатов с результатами, полученными на других тест-системах [10].

В связи с широким распространением в биосфере ТМ в результате естественных природных процессов и антропогенной деятельности актуален поиск средств, в том числе соединений различной природы, уменьшающих негативное действие ТМ как на рост культурных растений, так и их накопление в растениеводческой продукции. В последние годы возросло количество публикаций, в которых обсуждается возможность модификации действия ТМ на культурные растения при применении регуляторов роста.

Среди источников биологически активных веществ, используемых в растениеводстве, до настоящего времени не применяли препараты из гемолимфы куколок китайского дубового шелкопряда, хотя по химическому составу гемолимфа может быть использована для получения высокоэффективных стимуляторов роста. Ранее было обнаружено ингибирующее действие водного экстракта куколок шелкопряда на образование *in vivo* активных форм кислорода и галогенов в нейтрофилах, что свидетельствует об его антиоксидантном действии [11]. Исследован состав гемолимфы и водного экстракта куколок шелкопряда, содержащий комплекс аминокислот, углеводов, микроэлементов и антиоксидантов, который оптимален для функционирования эукариотических клеток.

Целью работы было изучение влияния водного экстракта куколок дубового шелкопряда на цитогенетические параметры в клетках корневых меристем *Allium cepa* L. в условиях токсического действия ионов меди.

Материал и методы. Исследование ответных реакций растений лука репчатого в услови-

ях действия токсических концентраций ионов меди при одновременном применении водного экстракта куколок дубового шелкопряда (далее по тексту – ВЭКШ) выполняли с помощью модифицированного *Allium*-теста [10].

Перед началом эксперимента луковицы *A. cepa* выдерживали при 4°C на протяжении двух недель для активизации и синхронизации процесса прорастания. В эксперименте на каждый вариант использовали по 12 репчатых луковиц сорта «Штуттгартен» диаметром 2,0–2,5 см. Предварительно у луковиц удаляли внешние чешуи и коричневую нижнюю пластинку, а затем помещали в пробирки (объемом 20 мл), наполненные дистиллированной водой. Проращивание луковиц проводили при комнатной температуре и естественном освещении. Через 48 часов отбирали на каждый вариант эксперимента по 10 луковиц с наиболее развитыми корнями, и помещали их на 24 часа в тестируемые растворы (табл. 1). Водный экстракт куколок дубового шелкопряда получали в соответствии с авторским свидетельством СССР № 1787439А1 (В.А. Трокоз, Т.Д. Лотош, А.Б. Абрамова и др.). В работе тестировали водные растворы сульфата меди ($\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$, М.м. = 249,7, квалификации ч.д.а.), взятые в различных концентрациях: от 1 мкМ до 500 мкМ. В подборе концентраций руководствовались литературными данными [4–5]. В качестве контроля использовали дистиллированную воду.

Воду и растворы для обеспечения аэрации меняли каждые 24 часа. Через 72 часа культивирования (от начала проращивания) выполняли фиксацию корешков в растворе Карнуа, в течение 24 часов, в холодильнике. Фиксацию корешков проводили с 8 до 9 часов по летнему времени [12]. Затем проводили промывку корешков абсолютным спиртом и переносили их в 70% спирт. Хранили материал в холодильнике до приготовления препаратов. Давленные препараты для цитогенетического анализа, окрашенные ацетогематоксилином, изготавливали по общепринятой методике.

Таблица 1

Тестируемые концентрации ВЭКШ и сульфата меди: варианты опыта

Концентрация $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$, мкМ – вариант опыта	10 мл ВЭКШ/100 мл раствора (Э1)	0,1 мл ВЭКШ/100 мл раствора (Э2)
0 – к	к'	к''
1 – 1	1'	1''
5 – 2	2'	2''
10 – 3	3'	3''
50 – 4	4'	4''
100 – 5	5'	5''
500 – 6	6'	6''

Анализировали по 10–30 проростков в каждом варианте эксперимента. В гистологических препаратах учитывали все клетки на стадии профазы, метафазы, анафазы и телофазы. Влияние тестируемых растворов на клеточном уровне оценивали по митотическому индексу (МИ), который определяли с учетом профазных клеток и без учета профазных клеток, митотический индекс – только по профазным, метафазным, анафазным, телофазным клеткам. Для выявления стадии митоза, на которой происходит митотический блок, подсчитывали относительную продолжительность фаз митоза [13]. Для определения возможной задержки митоза на стадии метафазы использовали метафазно-профазный индекс (МПИ) [13]. Возможность ингибирующего либо стимулирующего эффектов ВЭКШ оценивали с использованием метафазного и ана-телофазного метода учета перестроек хромосом в клетках корневых меристем лука. Патологию митоза (ПМ) подсчитывали как отношение числа клеток с нарушениями митоза к общему числу делящихся клеток [13] и классифицировали отдельно для каждого корешка по И.А. Алову с незначительной модификацией [14]. Наряду с аберрациями (мостами и фрагментами), учитывали прочие цитогенетические нарушения, не связанные с повреждениями хромосом: отставание хромосом в метафазе или при расхождении к полюсам делящихся клеток, их слипание, асимметричное расположение веретена деления. Для получения более точной оценки по критерию «патология митоза» вычисляли их частоту без учета профаз. Также подсчитывали число клеток с микроядрами, отмечая их количество в клетке и размеры. Просмотр препаратов осуществляли на микроскопе Leica Gallen III при увеличении $40\times 10\times 1,5$. По каждому варианту эксперимента было просмотрено более 20000 клеток.

Полученный цифровой материал после проверки на правильность распределения вариационных рядов обрабатывали статистически с помощью критерия t Стьюдента.

Результаты и их обсуждение. Митотический индекс. Для установления возможного антицитотоксического модифицирующего потенциала ВЭКШ при патологических изменениях в результате действия ионов меди на делящиеся клетки был проведен цитологический анализ корневых меристем лука, совместно экспонированных в течение одного клеточного цикла те-

стируемыми растворами. Результаты исследований представлены на рис. 1–3 и табл. 2.

Анализ данных микроскопического исследования выявил, что при тестируемых концентрациях ВЭКШ, независимо от количественного содержания в растворе сульфата меди, во всех соответствующих опытных вариантах встречаются видимые изменения в размерах и морфологии меристематических клеток лука. С возрастанием концентрации ионов меди отмечали усиление различий по изученным цитологическим параметрам между отдельными корнями. При воздействии на корни ВЭКШ определяли в каждом варианте на многих препаратах нетипичную картину для нормальных клеток меристем: единичные клетки большого размера, от 10 до 50% клеток имели форму пирамид, до 1% интерфазных клеток содержали лопастевидные либо фрагментированные ядра. Последние были представлены в виде клеток, не содержащих генетический материал, т.е. это какая-то часть цитоплазмы в межклеточном пространстве либо это отдельные компоненты цитоплазмы с обособленной частью материала ДНК. По нашему мнению, химические соединения фрагментов клеток могут включаться в различные метаболические пути и тем самым выполнять позитивную роль, но фрагменты могут и чисто механически мешать дальнейшему делению близлежащих клеток.

Согласно данным литературы [1–3], ионы меди при избытке вызывают деградацию липидов. По этой причине во всех вариантах опыта, в которых тестировали сульфат меди в концентрации 100–500 мкМ, наблюдали интерфазные ядра с неровными контурами поверхности липопротеидной ядерной оболочки.

Основной функцией меристем, составляющих конус нарастания корня, является образование новых клеток путем деления. Как известно, для многоклеточных организмов любое нарушение митотической активности клеток является потенциально опасным, поскольку может приводить к серьезным отклонениям от нормального роста и развития. Мы изучали способность ВЭКШ модифицировать пролиферирующую активность клеток корневой меристемы лука при действии ионов меди, используя показатели «митотический индекс» и «метафазно-профазный индекс». Результаты исследований суммированы на рис. 1–2.

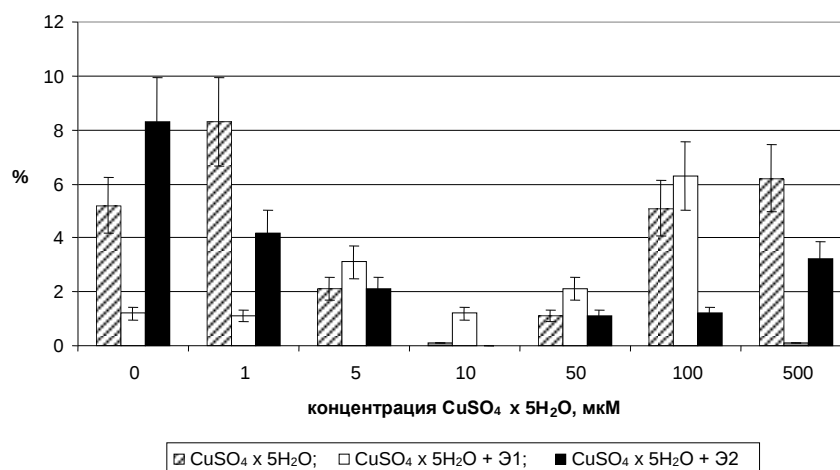


Рис. 1. Митотический индекс с учетом профазы в меристеме *A. cepa* L. в зависимости от концентрации ионов меди и ВЭКШ.

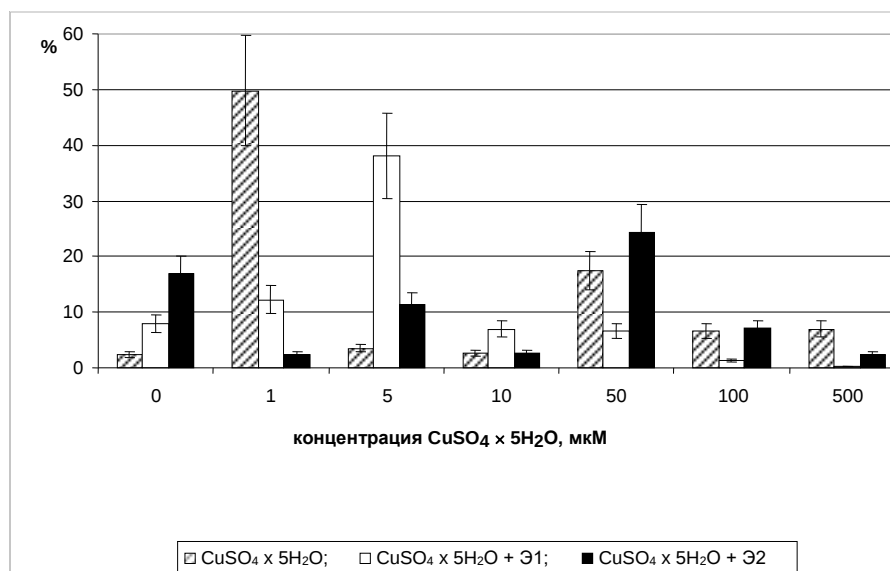


Рис. 2. Метафазно-профазный индекс в меристеме *A. cepa* L. в зависимости от концентрации ионов меди и ВЭКШ.

Согласно ранее выполненным исследованиям [3–5], по обнаруженным изменениям МИ, как и по макроскопическим параметрам, сульфат меди занимает первое место по токсичности в ряду исследуемых веществ, таких, как хлорид кадмия, ацетат свинца, сульфат никеля, нитрат алюминия, сульфат цинка. Из представленных в настоящей работе данных видно, что сульфат меди в субэффективной концентрации (1 мкМ) увеличивает значение МИ в 1,6 раза по отношению к контролю. При использовании более высоких концентраций 5–50 мкМ ионов металла отмечалось существенное замедление

скорости деления клеток до 0,2–2,1% (рис. 1). Тем не менее, в большей массе в этих вариантах наблюдали обычные клетки меристем, без отсутствия признаков пикноза. В то же время А.И. Довгалоук с соавторами [4] на проростках лука при концентрации ионов меди 5 и 10 мкМ регистрировали мертвые клетки при полном отсутствии митотических клеток на препаратах. Такое несоответствие результатов можно объяснить прежде всего применением разных модельных систем: в нашем эксперименте использовали кончики дополнительных корней проросших лукович, в работе [4] – корневую мери-

стему трех–четырёхдневных проростков *A. сера*. После обработки корней сверхлетальными концентрациями (100–500 мкМ) сульфата меди мы отмечали наличие делящихся клеток на препаратах, когда значение МИ находилось на уровне контроля (5,2–6,1%). Эти данные согласуются с результатами работы [4]. По утверждению А.И. Довгальок с соавторами [4], в таких дозах сульфат меди действует как фиксатор, быстро убивая клетки, но не повреждая ядерный материал.

Добавление ВЭКШ в концентрации 10 мл экстракта/100 мл раствора в солевой раствор меди при концентрации 1–100 мкМ не влияет на изменение величины МИ либо повышает значение показателя по сравнению с вариантом использования одного ВЭКШ. При применении меньшей концентрации ВЭКШ количество делящихся клеток уменьшается до нуля с увеличением концентрации сульфата меди, а начиная со сверхлетальных концентраций отмечается снова наличие клеток в митозе. Коэффициент корреляции между МИ с учетом профаз и МИ без учета профаз имеет высокое положительное значение, равное 0,97 ($r^2 = 0,94$). В то время как корреляционное отношение между МИ и МПИ находится в более слабой связи и составляет $r = 0,48$ ($r^2 = 0,23$).

Из рис. 2 заметно преобладание метафаз над профазами, соответственно, МПИ в вариантах опыта с использованием в растворе только ионов меди составил 2,6–49,8 против 2,4 в контроле. Добавление ВЭКШ в солевой раствор металла почти при всех его тестируемых концентрациях существенно ($P < 0,05$) изменяло

значение МПИ по отношению к соответствующим вариантам использования чистого раствора сульфата меди.

Длительность фаз. В зависимости от того, на какие метаболические и регуляторные процессы совместно влияют тестируемые соединения, происходит остановка клеточного деления на определенной стадии митоза. Изучение распределения клеток по стадиям митоза показало, что наибольшее их число как в контрольных, так и в опытных вариантах приходится на метафазу (39,0–79,57%), доля клеток на стадиях ана- и телофазы суммарно составила 5,8–32,4%, на стадии профазы – 1,0–27,5% (рис. 3). В то же время при оптимальных физиологических условиях наиболее продолжительны стадии, связанные с процессами синтеза: профаза и телофаза. Стадии митоза, во время которых происходит движение хромосом, осуществляются быстро – это метафаза и анафаза. Перечисленным условиям в наибольшей мере соответствует распределение фаз митоза в контрольном варианте к.

Было отмечено модифицирующее влияние ВЭКШ при совместном его действии с ионами меди на длительность фаз митоза. При этом установлено, что различные концентрации ВЭКШ по-разному влияют на клеточный цикл в зависимости от концентрации ионов меди. Однако следует учесть, что уже в контрольных вариантах тестируемая концентрация ВЭКШ в варианте к' вызвала митотический блок на стадии анафазы, а в варианте к'' – на стадии профазы.

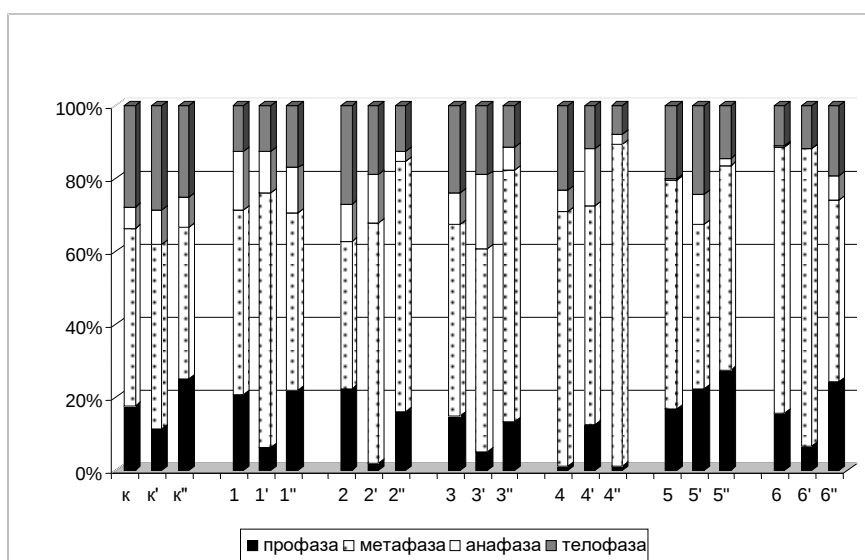


Рис. 3. Относительная продолжительность фаз митоза в корневой меристеме *A. сера* L. в зависимости от концентрации ионов меди и ВЭКШ.

При низких концентрациях ионов меди (1–5 мкМ) длительность профазы и ана- и телофазы возрастала по отношению к контролю. Известно, что ионы меди способны повреждать молекулы ДНК посредством одонитивных, двойных разрывов, сшивок ДНК-белок [15] и таким образом препятствовать нормальной конденсации хроматина, вследствие чего может наблюдаться накопление клеток в профазе. Также показано, что сульфат меди способен в незначительной степени повреждать митотический аппарат клетки [5], что может вызывать задержку митоза на стадии анафаз и телофаз. При сверхлетальных концентрациях сульфата меди происходит блокировка на стадии метафазы при практически полном отсутствии одной из стадий митоза.

Результаты сравнительного анализа процентных соотношений фаз митоза в контроле и при совместном действии сульфата меди и ВЭКШ в тестируемых концентрациях свидетельствуют о том, что ВЭКШ оказывает влияние на протекание всех митотических процессов, в большей или меньшей степени в зависимости от варианта опыта. Установлено следующее: с увеличением концентрации ионов меди доля клеток на стадии метафазы возрастает по сравнению с контролем либо находится на том же уровне, что дает основание рассматривать изменение времени прохождения клетками данной стадии митоза как включение механизма адаптации к стрессовым факторам и поддержания гомеостаза клеточной популяции.

Патология митоза. Поскольку многие соединения, стимулирующие или ингибирующие митотическую активность, часто индуцируют мутации в анализируемых тест-системах, мы исследовали способность ВЭКШ при совместном воздействии различных концентраций ионов меди подавлять патологии митоза в клетках корневой меристемы лука. Выявлено, что ВЭКШ в опытных вариантах при концентрациях ионов меди 1–50 мкМ имеет тенденцию как подавлять, так и усиливать патологические процессы в клетках, однако величина ПМ в этих вариантах колеблется от $0,2 \pm 0,1$ до $6,4 \pm 0,9\%$ (табл. 2), что находится в пределах нормального значения уровня спонтанного мутирования: 2–5%. Низкое значение величины ПМ в этих вариантах позволяет предположить у тестируемого объекта проявление высокой адаптивности в результате модифицирующего действия ВЭКШ. Превышение этого уровня до 80–90% ($P < 0,01$) отмечалось в вариантах при-

менения сульфата меди в концентрациях 100–500 мкМ. Была установлена слабая положительная зависимость между изменениями величин ПМ и МИ, значение коэффициента корреляции составило 0,14 ($r^2 = 0,02$).

Полученные данные (рис. 3, табл. 2) свидетельствуют о большей чувствительности показателей митозомодифицирующей активности к совместному действию ВЭКШ и различных концентраций сульфата меди по сравнению с изменением величин ПМ.

Уровень и спектр патологий митоза, частота встречаемости клеток с микроядрами. Спектр ПМ включал такие типы патологий, как асимметричное расположение веретена деления, забегание и отставание хромосом в анафазе митоза, обособление единичных хромосом и группы хромосом в метафазе, мосты в анафазе и телофазе, фрагментация, слипание хромосом, то есть наиболее общие типы митотических нарушений. Все они суммированы в общий количественный показатель – индекс патологии митоза (табл. 2). Отдельно учитывали изменения в ядрах интерфазных клеток: определяли наличие микроядер, фрагментацию ядер, пикноз ядерного материала от общего количества меристематических клеток.

Выявлено, что в результате действия ВЭКШ при большинстве тестируемых концентраций уменьшается уровень различных типов патологий митоза по сравнению с контрольным вариантом в меристематических клетках корешков лука. Тот факт, что исходный опытный материал в контроле характеризуется определенным спектром патологий митоза и показывает достаточно высокий уровень по каждому регистрируемому типу, свидетельствует об особенностях партии луковиц, которую использовали в опыте.

Отставание и забегание хромосом в метакинезе и при расхождении к полюсам возникает при повреждении хромосом в области кинетохора. Поврежденные хромосомы пассивно «дрейфуют» в цитоплазме в единственном числе, образуя группу хромосом, и в итоге либо разрушаются и элиминируются из клетки, либо случайным образом попадают в одно из дочерних ядер, либо образуют отдельное микроядро. В большинстве опытных вариантов доля клеток с таким признаком в меристеме корешков, экспонированных в солевом растворе металла, одна из наиболее высоких: 50,0–100%. Эффект ВЭКШ, в зависимости от концентрации сульфата

та меди, усиливает либо подавляет образование данного типа патологий.

Таблица 2

Уровень и спектр патологий митоза в корневой меристеме *Allium cepa* под действием ВЭКШ и медного купороса

Варианты опыта	ПМ, %	Патологии митоза, % от делящихся клеток					Микроядра, % от рассмотренных клеток
		асимметричное расположение веретена деления	отставание и забегание хромосом в анафазе, обособление хромосомом	мосты	фрагментация хромосомом	слипание хромосомом	
к	4,1±0,6	39,3±4,0	52,0±5,1	5,9±0,4	2,8±0,7	0	0,02±0,008
к'	2,4±0,2 ¹	35,0±4,2	65,0±7,1 ¹	0	0	0	0
к''	3,7±0,4	40,0±4,2	57,4±5,0	2,6±0,4 ¹	2,0±0,4	0	0,01±0,001 ¹
1	1,1±0,1 ¹	40,0±4,0	60,0±7,2	0	0	0	0
1'	2,7±0,4	36,4±3,2	54,5±5,8	0	9,1±0,8 ^{1, 2}	0	0,07±0,01 ^{1, 2}
1''	5,7±0,7 ²	18,2±1,2 ^{1, 2}	77,3±8,2 ^{1, 2}	4,5±0,6	0	*5,6±0,8*	0,07±0,001 ^{1, 2}
2	4,6±0,6	15,0±1,6 ¹	85,0±9,1 ¹	0	0	0	0,01±0,001 ¹
2'	0,2±0,1 ^{1, 2}	0	100 ¹	0	0	0	0,03±0,01 ^{1, 2}
2''	1,2±0,4 ^{1, 2}	0	100 ¹	0	0	*6,0±0,9*	0,5±0,05 ^{1, 2}
3	1,5±0,3 ¹	0	100 ¹	0	0	0	0,05±0,06 ¹
3'	0,3±0,1 ^{1, 2}	100 ¹	0	0	0	0	0,20±0,03 ^{1, 2}
3''	6,4±1,2	0	80,0±9,0 ^{1, 2}	0	20,0±2,2 ^{1, 2}	*50,9±8,4*	0,01±0,001 ^{1, 2}
4	2,4±0,4 ¹	50,0±6,2	50,0±4,9	0	0	0	0,007±0,001 ¹
4'	2,7±0,3	16,7±1,8 ^{1, 2}	66,7±7,2 ¹	8,3±0,9 ^{1, 2}	8,3±1,2 ^{1, 2}	0	0,37±0,031 ^{1, 2}
4''	1,2±0,3 ¹	9,0±1,1 ^{1, 2}	27,3±2,3 ^{1, 2}	0	63,7±7,4 ^{1, 2}	0	0,15±0,02 ^{1, 2}
5	100 ¹	2,6±0,5 ¹	64,0±8,6	1,4±0,4 ¹	32,5±5,6 ¹	100*	0,09±0,02 ¹
5'	3,7±0,6 ²	27,4±3,1 ^{1, 2}	72,6±9,6 ¹	0	0	0	0,005±0,001 ^{1, 2}
5''	82,3±8,4 ¹	0	5,4±1,3 ^{1, 2}	0	94,6±9,6 ²	80,0±0,6*	0,002±0,001 ^{1, 2}
6	100 ¹	0	0	0	0	100*	0
6'	80,5±9,1 ¹	0	0	0	0	89,5±0,6*	0,03±0,001 ²
6''	90,5±9,9 ¹	33,4±5,7 ²	55,6±7,3 ²	8,9±1,6 ^{1, 2}	2,2±0,6 ²	95,5±0,6*	0,005±0,001 ^{1, 2}

Примечание: ¹различия достоверны по отношению к контролю ($P < 0,05$); ²различия достоверны по отношению к соответствующему варианту тестируемой концентрации ионов меди ($P < 0,05$).

В этих же вариантах опыта довольно часто встречается асимметричное расположение митотического веретена. Следует отметить, что обычно меристематические клетки делятся продольно, и лишь немногие из них делятся поперечно. Чтобы гарантировать получение дочерними клетками одинаковых наборов ДНК, место деления должно разделять пополам митотическое веретено с определенной ориентацией. Асимметричное расположение веретена деления не влияет на распределение ядерного материала ДНК, однако может привести к неравномерному распределению цитоплазматических органелл и, соответственно, ДНК митохондрий и пластид. В контрольных вариантах значения данного признака одни из наиболее высоких и достигают 35,0±4,2–40,0±4,2%. Применение только соли металла либо при совместном его действии с ВЭКШ подавляло появление этого типа патологии. Исключение составляет вари-

ант 3', когда подобный тип патологии был представлен во всех немногочисленных делящихся клетках.

Выявлено, что меристематические клетки корешков лука в контроле и в ряде вариантов с использованием ионов меди содержат одиночные мосты, которые составляют 1,4±0,4–8,3±0,9% от всех патологий митоза. Несколько больше в эксперименте представлена фрагментация хромосом. При использовании ионов меди в концентрации 1–100 мкМ установлено достоверное превышение данного типа патологий в опытных вариантах по сравнению с контролем.

Кроме митотических нарушений на препаратах были обнаружены многочисленные ядерные аномалии в интерфазных клетках, среди них – лопастевидные ядра, пикноз ядерного материала, микроядра.

Реститутивные клетки – клетки с лопастевидными ядрами – образуются вследствие выхода клеток из К-митоза посредством деконденсации хаотично разбросанных хромосом, минуя стадию расхождения хромосом и образования клеточной стенки. Такие клетки отмечали в единичных случаях при концентрациях ионов меди 10–50 мкМ и в 100% случаев при концентрации ионов металла 100–500 мкМ.

Пикноз ядерного материала регистрировали в 70 и 90% наблюдаемых клеток в вариантах с использованием раствора сульфата меди в концентрациях 100 и 500 мкМ, соответственно. Добавление ВЭКШ в солевой раствор подавляло образование пикнотических ядер до 10–20% при концентрации 10 мл/100 мл раствора и до 40–60% при концентрации ВЭКШ, равной 0,1 мл/100 мл раствора.

Образование микроядер происходит вследствие фрагментации или отставания отдельных хромосом, вокруг которых в телофазе формируется ядерная оболочка, параллельно образованию оболочки вокруг основных дочерних ядер. Новообразованные микроядра либо сохраняются в клетке в течение всего дальнейшего клеточного цикла вплоть до очередного деления, либо подвергаются пикнозу, разрушаются и выводятся из клетки. В эксперименте обнаружено незначительное число микроядер как в контроле, так и в ряде вариантов опыта (от $0,002 \pm 0,001\%$ до $0,37 \pm 0,31\%$), что, однако, является тревожным моментом, поскольку их присутствие служит индикатором начала патологических процессов и нестабильности генома. Выявлено, что действие ВЭКШ совместно с сульфатом меди при всех тестируемых концентрациях металла существенно стимулирует образование микроядер ($P < 0,01$) (табл. 2). Данный результат объясняет наличие на препаратах фрагментированных интерфазных ядер, о которых мы говорили ранее, и указывает на один из реальных путей дальнейшего существования микроядер в клетке.

Среди митотических нарушений, наблюдаемых в клетках при концентрациях 5–100 мкМ ионов меди, следует выделить слипание хромосом (образование комков, набухание). Такое действие ионов металла на хромосомы называют диффузным, так как оно не локализовано, а распространяется на всю хромосому. Можно предположить, что диффузное действие сульфата меди на хромосому объясняется какими-то нарушениями в белковой части нуклеопротидов. Как правило, это действие обратимо: деление клеток продолжается, и образование ком-

ков хромосом при последующих делениях не возобновляется. Эта хромосомная абберрация указывает на высокую токсичность действующих веществ и представляет довольно часто нерепарируемый эффект, приводящий к клеточной смерти [10]. Слипание хромосом в 100% случаев при действии сульфата меди наблюдалось только при концентрациях 100–500 мкМ. При меньших концентрациях металла отмечалось в делящихся клетках в единичных случаях слабое набухание хромосом. При меньшей концентрации металла в растворе данный тип патологии был зафиксирован в ряде вариантов с использованием ВЭКШ в концентрации 0,1 мл/100 мл раствора (табл. 2).

Полученные данные о способности ионов меди вызывать цитогенетические эффекты различной природы в растительных клетках во многом согласуются с результатами и других авторов [4–5, 8, 10]. В [4] показано, что сульфат меди относится к веществам очень токсичным, с узким диапазоном действующих концентраций – 1–10 мкМ. Тот факт, что при концентрации сульфата меди 5–50 мкМ мы наблюдали митотические клетки и только часть интерфазных клеток с существенными изменениями в морфологии клетки и ядра, но не 100% гибель клеток лука, как показано в [4–5], можно, по-видимому, объяснить тем, что мы работали с дополнительными корнями проросших луковиц, а не с проростками семян, как в упомянутых работах. После экспонирования проросших луковиц в солевом растворе при вышеуказанных концентрациях наблюдались визуально морфологически нормальные корни и корни, потерявшие тургор. Для фиксации мы брали оба типа корней. Однако часть из этих корней в результате стрессового действия ионов металла теряла самую верхушку, поэтому для приготовления препаратов использовались только корни с конусом нарастания. Такой характер морфологии корней на луковиче свидетельствует об их разной реакции в ответ на стрессовые условия.

Известно, что тяжелые металлы способны индуцировать следующие типы повреждений ДНК: однонитевые разрывы, двойные разрывы ДНК, сшивки ДНК-ДНК и ДНК-белок, приводящие к изменению вторичной структуры ДНК [15]. Любое первичное повреждение молекулы ДНК в результате серии ферментативных реакций может реализоваться в точечную мутацию или хромосомную абберацию [15]. В то же время при воздействии ВЭКШ стимулирование или ингибирование потенциальных повреждений различной природы регулируется с привле-

чением различных клеточных механизмов, о чем свидетельствует варьирование уровня и спектра патологий митоза. Итак, можно говорить о проявлении цитозащитной роли ВЭКШ и его активных компонентов против серьезных цитогенетических повреждений, вызванных медью. Протекторные свойства проявляются сильнее при совместном экспонировании сульфата меди в концентрациях 1–50 мкМ и ВЭКШ в концентрации 10 мл/100 мл раствора, и существенно слабее при меньшей тестируемой в опыте концентрации ВЭКШ.

В [4] показано, что при сверхлетальных концентрациях 100–500 мкМ сульфат меди действует как фиксатор. Согласно нашим данным, в этих вариантах ВЭКШ ослабляет токсическое действие ионов меди, а цитозащитная его роль проявляется сильнее при более высокой тестируемой в опыте концентрации, чем при меньшей.

Заключение. При исследовании совместно-го действия ВЭКШ и различных концентраций (1–500 мкМ) сульфата меди на развитие лука-виц *A. cepa* установлено проявление протекторных свойств ВЭКШ и его активных компонентов против цитогенетических повреждений, вызванных ионами меди.

Установлено модифицирующее влияние ВЭКШ на процесс клеточного деления в условиях стресса, вызванного медью при концентрациях 1–500 мкМ. Причем при концентрации сульфата меди 100–500 мкМ позитивный эффект ВЭКШ проявляется сильнее при концентрации 10 мл/100 мл раствора по сравнению с концентрацией 0,1 мл/100 мл раствора, о чем свидетельствует в первом случае меньшее число митотических клеток со слипанием хромосом и меньшее число пикнотических клеток в интерфазе.

Таким образом, определены протекторные свойства ВЭКШ на цитогенетические параметры в условиях токсического действия меди. При более высокой концентрации ВЭКШ его цитозащитные функции проявляются сильнее.

ЛІТЕРАТУРА

1. Fernandes, J.C. Biochemical, Physiological, and Structural Effects of Excess Copper in Plants / J.C. Fernandes, F.S. Henriques // Bot. Rev. – 1991. – Vol. 57. – P. 246–273.
2. Himelblau, E. Delivering Copper within Plant Cells / E. Himelblau, E.R.M. Amasino // Curr. Opin. Plant Biol. – 2000. – Vol. 3. – P. 205–210.
3. Maksymiec, W. Effect of Copper on Cellular Processes in Higher Plants / W. Maksymiec // Photosynthetica. – 1997. – Vol. 34. – P. 321–342.
4. Довгалюк, А.И. Оценка фито- и цитотоксической активности соединений тяжелых металлов и алюминия с помощью апикальной меристемы лука / А.И. Довгалюк [и др.] // Цитология и генетика. – 2001. – Т. 35, № 1. – С. 3–7.
5. Довгалюк, А.И. Цитогенетические эффекты солей токсичных металлов в клетках апикальной меристемы корней проростков *Allium cepa* L. / А.И. Довгалюк [и др.] // Цитология и генетика. – 2001. – Т. 35, № 2. – С. 3–10.
6. Барсукова, В.С. Физиолого-генетические аспекты устойчивости растений к тяжелым металлам. Аналитический обзор / В.С. Барсукова – Новосибирск: Изд-во ГПНТБ СО РАН, 1997. – 63 с.
7. Hall, J.L. Cellular mechanisms for heavy metal detoxification and tolerance / J.L. Hall // J. Exp. Bot. – 2002. – Vol. 53. – № 366. – P. 1–11.
8. Liu, D. Evaluation of metal ion toxicity on root tip cells by the Allium test / D. Liu [et al.] // Israel J. Plant Sci. – 1995. – Vol. 43. – P. 125–133.
9. Довгалюк, А.И. Токсична дія іонів металів на ріст та мітотичну активність клітин коренів цибулі *Allium cepa* L. / А.И. Довгалюк [и др.] // Доп. НАН України. – 1998. – № 6. – С. 173–178.
10. Fiskesjo, G. The Allium test as a standard in environmental monitoring / G. Fiskesjo // Hereditas. – 1985. – Vol. 102. – P. 99–102.
11. Чиркин, А.А. Антиоксидантная активность куколок китайского дубового шелкопряда (*Antheraea pernyi* G.-M.) / А.А. Чиркин [и др.] // Ученые записки УО «ВГУ им. П.М. Машерова»: сб. науч. ст. – Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2007. – С. 248–265.
12. Евсеева, Т.И. Токсические и цитогенетические эффекты, индуцируемые у *Allium cepa* L. низкими концентрациями Cd и ²³²Th / Т.И. Евсеева [и др.] // Цитология и генетика. – 2005. – № 5. – С. 73–80.
13. Калаев, В.Н. Цитогенетический мониторинг: методы оценки загрязнения окружающей среды и состояния генетического аппарата организма / В.Н. Калаев, С.С. Карпова. – Воронеж: ВГУ, 2004. – 80 с.
14. Алов, И.А. Цитофизиология и патология митоза / И.А. Алов. – М.: Медицина, 1972. – 264 с.
15. Сьякте, Т.Г. Химические соединения, повреждающие ДНК / Т.Г. Сьякте, Н.И. Сьякте. – Рига: Зинатие, 1991. – 152 с.

Поступила в редакцию 04.05.2012. Принята в печать 24.08.2012

Адрес для корреспонденции: г. Витебск, Московский пр-т, д. 33, кафедра химии, тел.: (8-029)518-29-17 – Толкачева Т.А.

Коростель (*Crex crex* L.) на сельскохозяйственных землях Белорусского Поозерья

В.В. Кузьменко

Учреждение образования «Витебский государственный университет им. П.М. Машерова»

В статье освещены некоторые аспекты биологии ресурсного охраняемого вида, занесенного в Красную книгу Республики Беларусь, – коростеля. Приводятся данные по биотопическому распределению и численности вида на сельскохозяйственных землях Белорусского Поозерья. В период размножения коростель отдает явное предпочтение двум основным типам местообитаний – естественным влажным сенокосам и улучшенным сенокосам с подсевом трав. Установлено, что самая высокая плотность населения характерна для естественных влажных сенокосов с отдельно растущими кустарниками, улучшенных сенокосов с подсевом трав и посевов озимых и яровых культур. Общая оценочная численность коростеля на сельскохозяйственных землях региона достаточно высокая – не менее 60000 поющих самцов. Численность вида в регионе флуктуирует, но остается относительно стабильной.

Наибольший урон в гнездовое время популяции коростеля наносит механическое сенокосение. Приводятся рекомендации по возможным мерам сохранения популяции вида.

Ключевые слова: коростель, сельскохозяйственные угодья, плотность населения, Белорусское Поозерье.

Corn-crake (*Crex crex* L.) on the agricultural lands of Belarusian Lake District (Poozeriye)

V.V. Kuzmenko

Educational establishment «Vitebsk State University named after P.M. Masherov»

The article presents some aspects of the biology of the resource protected Red Book of Belarus species – corn-crake. Data on the biotope distribution and number of the species on the agricultural lands of Belarusian Lake District are given. During the reproduction period corn-crake prefers two types of habitat – natural damp hay fields and improved hay fields, with grass. It was found out that the highest density of the population is typical of natural damp hay fields, with single growing bushes, improved hay fields with grass as well as fields sown with autumn and spring crops. General evaluation number of corn-crake the on agricultural lands of the area is sufficiently high – not less than 60000 of singing males. The number of the species in the area fluctuates but is still relatively stable.

Biggest harm to the population is brought by mechanical hay making. Recommendations on the possible measures to preserve the population of the species are presented.

Key words: corn-crake, agricultural lands, population density, Belarusian Lake District (Poozeriye).

Коростель – вид, занесенный в Красную книгу Республики Беларусь (III категория), включен в Красный список МСОП, Приложение I Директивы ЕС по охране редких птиц, Приложение II Бернской конвенции, Приложение II Боннской конвенции, отнесен к SPEC 1 [1].

Численность коростеля в Европе неуклонно снижалась в последние 100 лет. К 1994 г. коростель обнаружен на гнездовании только в 34 европейских странах. В 22 из них численность вида сократилась на 20–50%. В Ирландии, Нидерландах, Бельгии, Норвегии и Польше она снизилась более чем наполовину [2]. Основные причины этого – введение механизированного сенокосения, раннего кошения на силос, уменьшение высоты травостоя из-за внедрения практики интенсивного ведения сельского хозяйства. В настоящее время, за счет приня-

тия специальных мер охраны, численность коростеля в отдельных европейских странах несколько стабилизировалась, однако по-прежнему остается на невысоком уровне.

В странах бывшего СССР заметное ее снижение наблюдалось в конце 60-х – начале 70-х гг. прошлого века. Причины – механизированное сенокосение, осушительная мелиорация и затопление земель при создании водохранилищ. На данный момент только в России, Украине и Беларуси сохранилась относительно высокая численность популяции коростеля.

Биология, численность и особенности размещения коростеля в Белорусском Поозерье, где расположены значительные площади угодий, населенных этим видом, практически не изучены. Известны лишь общие оценки его относительного обилия как обычного гнездящегося вида [3].

Цель работы – выявление особенностей биологии, биотопического распределения коростеля и оценка численности этого вида в регионе.

Материал и методы. Полевые исследования проводились в 2000–2012 годах на территории семи районов Белорусского Поозерья. Учеты численности коростеля осуществлялись в наиболее типичных для его обитания стациях со второй декады мая до конца второй декады июля в раннеутренние (3–6) или поздневечерние (22–24) часы в нормальных без сильного ветра и осадков погодных условиях. В большинстве случаев применялась двух–трехкратная повторность.

Птиц учитывали по голосам без применения акустической стимуляции, во время прохождения маршрутов известной длины, заложенных в различных стациях. Ширина учетной полосы зависела от условий местности. Чаще голоса самцов коростеля фиксировались в полосе, равной удвоенной средней дальности обнаружения, – 300 м (по 150 м в обе стороны от наблюдателя). В отдельных случаях (например, в пойменных стациях малых рек, имеющих естественные границы) использовалась более узкая, а на открытых ровных площадях – более широкая, но не превышающая 600 м полоса учета.

Выбор участков для учетов самцов коростеля производился по принципу случайной выборки, что помогло избежать субъективности в определении учетных площадок (стремление к учетам в «оптимальных биотопах» с заведомо высокой численностью, и, наоборот, избегание полей или пастбищ, где коростеля мало или вообще нет).

Учетная площадь подразделялась на отдельные участки угодий в максимальном соответ-

ствии с грациями Земельного кадастра по району и области, что предоставило возможность для экстраполяции данных и расчета общей численности для региона.

В структуре сельскохозяйственных земель Витебской области (общая площадь 1598,7 тыс. га) 922,1 тыс. га занимают пахотные земли, из них 270,1 тыс. га (16,8%) – яровые, 327 тыс. га (20,5%) – озимые, 340,9 тыс. га (21,4%) – другие с/х культуры; 636,1 тыс. га занимают луговые земли, из них 444,2 тыс. га (27,8%) – улучшенные с подсевом трав, 191,9 тыс. га (12%) – естественные сенокосы; 24,6 тыс. га (1,5%) – приходится на залежи (рис. 1).

Учеты коростеля производились в следующих местообитаниях, соответствующих категориям Земельного кадастра.

Пахотные земли – сельскохозяйственные земли, систематически обрабатываемые (перепашиваемые) и используемые под посевы сельскохозяйственных культур, главными из которых являются: *озимые культуры* – преимущественно рожь, пшеница и озимый рапс; *яровые культуры* – зерновые и зернобобовые, кормовые (кукуруза и подсолнечник), однолетние и многолетние кормовые травы; *другие сельскохозяйственные культуры* (овощи, корнеплоды, технические культуры и др.).

Залежные земли – сельскохозяйственные земли, которые ранее использовались как пахотные и более одного года после уборки урожая не используются для посева сельскохозяйственных культур и не подготовлены под пар.

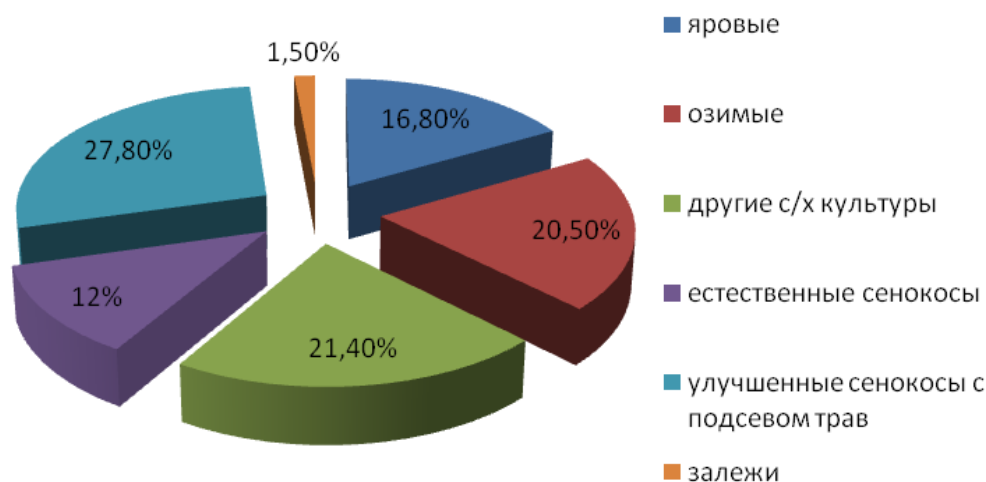


Рис. 1. Структура сельскохозяйственных земель Витебской области.

Залежные земли, как сходные по экологическим особенностям, мы объединяли с *пастбищами (суходольными и заболоченными)*.

Земли под постоянными культурами – сельскохозяйственные земли, занятые искусственно созданной древесно-кустарниковой растительностью (насаждениями) или насаждениями травянистых многолетних растений, предназначенными для получения урожая плодов, продовольственного, технического и лекарственного растительного сырья, а также для озеленения.

Так как коростель на данных типах земель практически не встречается, а их общая площадь незначительна, мы объединяли их вместе с *овощными, техническими культурами и др.* в один тип местообитания – *другие сельскохозяйственные культуры*.

Луговые – сельскохозяйственные земли, используемые преимущественно для возделывания *луговых многолетних трав*, земли, на которых создан искусственный травостой или проведены мероприятия по улучшению естественного травостоя (улучшенные луговые земли), а также земли, покрытые естественными луговыми травостоями (*естественные луговые земли*). В целом на луговых землях выделены два типа местообитания – *естественные влажные и улучшенные сенокосы с подсевом трав*.

Таким образом, основными стациями на сельскохозяйственных землях региона, на которых осуществлялась оценка численности коростеля, были *естественные сенокосы с отдельно растущими кустарниками, многолетние травы и улучшенные сенокосы, посевы озимых, посевы яровых, залежи и пастбища, другие с/х культуры*.

Абсолютная статистическая ошибка средней плотности в различных местообитаниях и общей численности определялась по методике Е.С. Равкина [4].

В целом методика проведения учетных работ максимально приближена к методике проведения учетов по проекту «Коростель», осуществленному в России в 1995–1996 гг [5].

Стационарными местами исследований были: Городокский район (окрестности г. Городка 55°28'24.24" N 30°41'50.45" E, д. Сутоки 55°32'0.58" N 29°56'9.01" E, д. Прудняне 55°33'22.95" N 30°09'40.05" E); Витебский район (окрестности д. Придвинье 55°10'32.78" N 29°54'55.28" E, д. Старое Село 55°13'58.77" N 29°51'48.16" E); Верхнедвинский район (окрестности д. Велесы 56°05'21.07" N 28°25'55.04" E, д. Суколи 55°04'17.60" N 28°05'59.89" E); Шумилинский район (окрестности д. Ужлятино

55°14'05.15" N 29°50'41.66" E, д. Башни 55°12'48.37" N 29°39'52.27" E); Браславский район (окрестности д. Слободка 55°41'16.75" N 27°10'57.88" E); Сенненский район (окрестности д. Богданово 54°51'59.87" N 29°37'41.71" E, пойма р. Суходровка 54°28'24.24" N 30°21'36.10" E) и Лиозненский район (пойма р. Черница 54°57'00.55" N 30°41'50.45" E). Пилотным методом (однократного посещения) обследованы другие районы Витебской области.

Результаты и их обсуждение. В Белорусском Поозерье коростель – обычный гнездящийся перелетный вид. Монотипический, подвидов не образует [6]. После зимовки первые особи появляются на местах гнездования в конце апреля–начале мая. Наиболее ранняя дата регистрации – 27 апреля. В это время трава невысокая и птицы держатся по лесным опушкам, кустарниковым зарослям, часто встречаются на посевах озимых. Массовый прилет и начало активной вокализации наблюдается во второй–третьей декадах мая, когда увеличивается высота травостоя. Часть птиц появляется на местах гнездования к концу третьей декады мая (рис. 2). Активное токование самцов продолжается вплоть до середины июля. Наиболее поздняя зарегистрированная дата токования – 29 июля, по-видимому, не является предельной, так как в граничащем с Белорусским Себежском Поозерье последняя дата регистрации токования коростеля – 2 августа [7].

К постройке гнезд в Белорусском Поозерье коростель приступает в конце второй декады мая. Время постройки гнезда 3–5 дней. Гнездится отдельными парами. Гнезда размещает на земле на сухом месте в куртине травы или открыто, часто прикрывает заломанными стеблями. Гнездо представляет собой углубление в земле, которое птица выстилает сухими злаками, сухими и зелеными листьями трав, мхом. Размеры гнезд ($n=14$) D 15,5–21; H 3–5,5; d 10–13; h 1–5,5 см. Все обследованные нами гнезда располагались на относительно ровных участках с хорошо развитым густым травостоем высотой не менее 20 см.

К откладке яиц приступает в начале июня. Часть кладок появляется значительно позже в конце июня–начале июля, что подтверждается найденными нами 6.07.2007 г. и 11.07.2009 г. гнездами с неполной кладкой и свежими яйцами. Скорее всего, это птицы, потерявшие первую кладку, так как наличие двух кладок в сезон для Белорусского Поозерья не установлено.

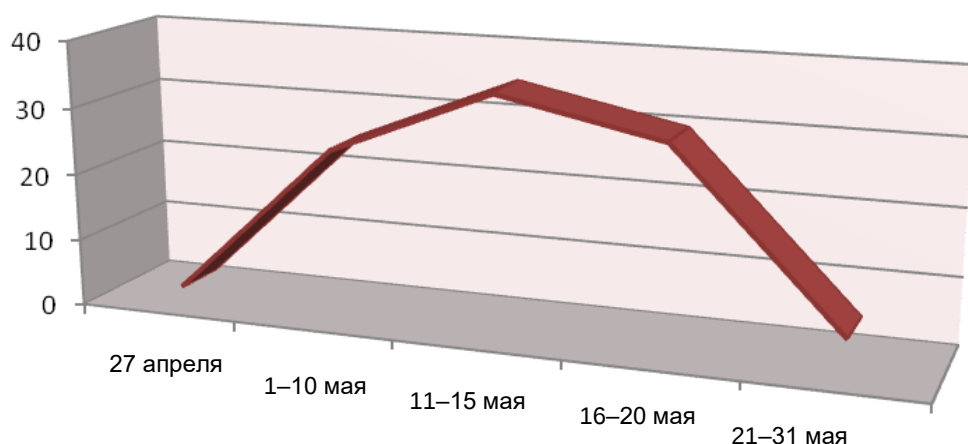


Рис. 2. Динамика весеннего прилета коростеля в Белорусском Поозерье.

Таблица

Плотность населения коростеля в различных типах местообитаний

Тип местообитаний	Плотность, lim, ос/км ²	Средняя плотность, ос/км ²	Численность по местообитаниям
Естественные сенокосы с отдельно растущими кустарниками	3,3–20,0	13,06±0,95	25062±1823
Многолетние травы и улучшенные сенокосы	1,30–16,00	6,25±1,04	27762±4619
Посевы озимых	0,9–3,00	1,43±0,16	4676±523
Посевы яровых	0,8	0,1±0,09	270±243
Другие с/х культуры	0,18	0,09±0,1	306±340
Залежи и пастбища	1,2–5,00	3,2±0,2	787±49
Всего:			58863±5010

Кладка состоит, как правило, из 6–11 яиц (в среднем 9–10). Размеры ($n=77$) $35,5\text{--}39,1 \times 21,1\text{--}27,0$ мм, в среднем $36,85 \pm 0,1 \times 25,75 \pm 0,12$ мм. Насиживание начинается с момента откладки последнего яйца. Длительность инкубации совпадает с литературными данными и составляет около 15–17 дней. Вылупление птенцов происходит с середины июня. В течение первых суток птенцы остаются в гнезде, где обсыхают, затем уводятся самкой.

Установление сроков отлета коростеля, ввиду скрытного образа жизни, очень затруднительно. Начало осенней миграции, по-видимому, приходится на третью декаду августа. Пролет продолжается на протяжении сен-

тября. Последняя регистрация коростеля в Белорусском Поозерье – 29 сентября.

В Белорусском Поозерье коростель в основном заселяет открытые ландшафты, увлажненные, с высоким травостоем. Встречается на различных типах сельхозугодий. Наиболее благоприятными биотопами для обитания коростеля, где зарегистрирована самая высокая плотность населения – $20,0$ ос/км², являются естественные влажные сенокосы с отдельно растущими кустарниками. Важной категорией угодий являются улучшенные сенокосы с подсевом трав, на которых плотность колеблется от $1,3\text{--}16,0$ ос/км². На посевах озимых плотность коростеля составляет $0,1\text{--}3$ ос/км². На посевах яровых, залежах средняя плотность коростеля не-

высокая – 0,1 ос/км² и 0,51 ос/км² соответственно. Наиболее низкая средняя плотность коростеля – 0,09 ос/км² – отмечена в типе местообитания *другие с/х культуры*. Имеются единичные случаи регистрации коростеля на лесных вырубках и низинных болотах посреди сельскохозяйственных угодий.

Экстраполяция, проведенная с учетом типов местообитаний и в соответствии с Земельным кадастром, позволила провести предварительную оценку общей численности коростеля на сельскохозяйственных землях региона, которая оценивается почти в 60000 поющих самцов (табл.).

Таким образом, можно говорить о том, что значительная часть популяции коростеля в Белорусском Поозерье сосредоточена в двух основных типах местообитаний – это естественные влажные сенокосы (42,6%) и улучшенные сенокосы с подсевом трав (47,2%). Причем суммарная численность коростеля в последних выше, так как в структуре сельскохозяйственных земель они занимают более чем в два раза большую площадь и имеют довольно высокую среднюю плотность населения вида (рис. 3).

Численность вида в регионе флуктуирует, но остается относительно стабильной. Колебания численности для отдельного сезона связаны с количеством осадков и характером использования сельскохозяйственных угодий.

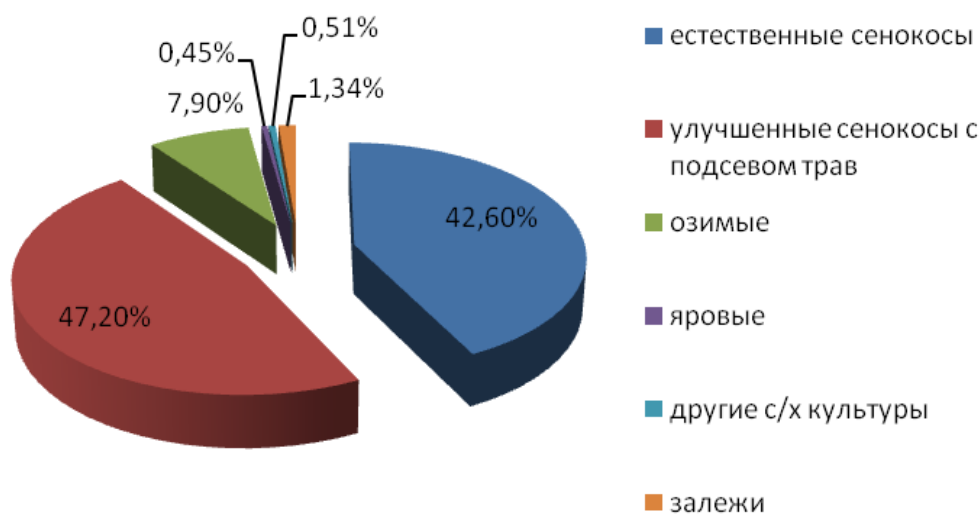
Наибольший урон в гнездовое время популяции коростеля наносит механическое сенокосение. При проведении его в ранние сроки гибнет до 100% кладок и около 90% взрослых птиц. Заготовка сена в более поздние сроки по-

ложительно сказывается на сохранении численности взрослых птиц, в то же время гибель птенцов при традиционном способе кошения остается значительной (наблюдения автора, устные сообщения сельскохозяйственных рабочих). Птенцы также часто погибают при перепашке земель.

Негативное влияние может оказывать выпас скота. Ущерб от воздействия хищников проследить довольно сложно, но в естественных условиях он, видимо, невелик вследствие скрытного расположения гнезд и маскирующей окраски яиц [8]. В рационе хищных птиц и наземных хищников коростель встречается относительно редко. Нам известны случаи разорения гнезд коростеля лисой, серой вороной.

Во время пролета коростели часто разбиваются о провода электролиний, о радио- и телевизионные вышки, маяки, гибнут во время остановок на дневку в нетипичных местах без надежных укрытий. Две разбившиеся о высоковольтные линии птицы были найдены нами в г. Витебске в сентябре 2009 г. Много обессиленных птиц гибнет во время пролета над морями вследствие плохих летных качеств [8].

В некоторых областях России и Украины на коростеля ведется регламентированная охота. В Беларуси в 1996 году вид из списка охотничьих исключен. Возможно, имеет место случайный незаконный отстрел коростеля в сезон охоты на перепела.



**Рис. 3. Распределение коростеля по типам местообитания
(% от общей численности вида в регионе).**

В мировой фауне у коростеля зарегистрировано 19 видов гельминтов: 11 видов трематод и по 4 вида цестод и нематод. В Украине у коростеля отмечена инвазия 6 видами плоских червей [9]. В Беларуси у коростелей выделены возбудители туляремии, в то же время характерна низкая зараженность гельминтами.

Меры сохранения коростеля достаточно просты и не требуют специальных затрат. Для этого необходимо только введение элементарной культуры проведения сельскохозяйственных работ при заготовке сена, уборке кормовых трав и хлебов, предусматривающей обкашивание каждого отдельного поля от центра к периферии, сохранение растительности мелиоративных каналов, применение на сенокосилках и комбайнах навесных устройств, спугивающих диких птиц и зверей, затаивающихся в травах, оставление не прокашиваемых полос высокой травы.

Доказательством того, что даже небольшие островки не скошенной травы могут сохранять гнезда и самих птиц, служит неоднократно фиксируемая ситуация на пойменном лугу р. Шевинка. При скашивании травы ручным способом местные жители обкашивают обнаруженные гнезда коростеля, оставляя островки травы диаметром не более 0,5 м или даже просто прикрывая гнездо сеном. При этом коростель в большинстве случаев (75%) успешно выводил потомство, несмотря на полную открытость гнезд.

Заключение. Таким образом, на территории Белорусского Поозерья коростель имеет широкое распространение. В период размножения встречается на сельскохозяйственных угодьях различного типа, отдавая явное предпочтение двум основным типам местообитаний, — это естественные влажные сенокосы и улучшенные сенокосы, с подсевом трав. Определяющее ли-

митирующее значение имеет уменьшение высоты травостоя из-за внедрения практики интенсивного ведения сельского хозяйства.

Общая оценочная численность коростеля на сельскохозяйственных землях региона достаточно высокая — не менее 60000 поющих самцов. Тем не менее, учитывая катастрофическое состояние популяций коростеля в большинстве регионов Европы, нынешний статус ресурсного охраняемого вида, занесенного в Красную книгу Республики Беларусь, следует пока сохранить, тем более, что многие аспекты экологии вида требуют дальнейшего изучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / гл. ред.: Г.П. Пашков (гл. ред.) [и др.]. — Минск: Беларус. энцыкл., 2004. — 320 с.
2. Sutherland, W. How to help the corncrake / W. Sutherland // Nature (Gr. Brit). — 1994. — № 372. — Р. 223.
3. Дорофеев, А.М. Гнездящиеся птицы Городокской гряды (эколого-фаунистический обзор) / А.М. Дорофеев // Животный мир Белорусского Поозерья: сб. Вып. 1 / Вит. гос. пед. ин-т им. С.М. Кирова, кафедра зоологии; ред. В.А. Радкевич. — Минск, 1970. — С. 37–79.
4. Равкин, Е.С. Методические рекомендации по комплексному маршрутному учету птиц / Е.С. Равкин, Н.Г. Челинцев. — М.: ВНИИ Природа Госкомприроды СССР, 1990. — 33 с.
5. Суханова, О.В. Методика проведения учетов по проекту «Коростель» в 1995–1996 гг. / О.В. Суханова // Коростель в Европейской России: численность и распределение: сб. науч. тр.; под ред. А.Л. Мищенко. — Сер. Редкие виды птиц, вып. 2. — М., 2000. — С. 29–40.
6. Гричик, В.В. Географическая изменчивость птиц Беларуси: таксономический анализ / В.В. Гричик. — Минск: БГУ, 2000. — 169 с.
7. Птицы Себежского Поозерья и национального парка «Себежский»: в 2 ч. / С.А. Фетисов [и др.]; под ред. С.А. Фетисова. — СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2002. — Ч. 1 (Труды С.-Петерб. о-ва естествоисп.; сер. 6, т. 3). — 152 с.
8. Птицы СССР. Курообразные, журавлеобразные / Р.Л. Беме [и др.]; под ред. В.Е. Флинта. — Л.: Наука, 1987. — 528 с.
9. Гребель, О.Б. Фауна плоских червей коростеля (*Stex stex*) в Украине / О.Б. Гребель, А.М. Малегу // XIV Конференція Українського наукового товариства паразитологів: тез. доп., Ужгород, 21–24 вер. 2009 р. / НАН України, Ужгородський національний університет; відп. ред. І.А. Акімов. — Київ, 2009. — С. 29.

Поступила в редакцию 21.06.2012. Принята в печать 24.08.2012
Адрес для корреспонденции: e-mail: kuvint@yandex.by — Кузьменко В.В.

Трансформация лесных фитоценозов после пожаров

Н.С. Шпилевская

Учреждение образования «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»

В статье рассмотрены результаты исследования динамики лесных экосистем после пожаров. Изучена динамика развития лесных экосистем за пятилетний период. Установлено существенное влияние пожаров на компоненты лесных экосистем. Выявлено, что восстановление лесного фитоценоза в разных типах леса происходит неодинаково. Учитывались трансформация состояния деревьев в зависимости от величины пирогенного воздействия, изменение в структуре эколого-ценотических групп, в структуре жизненных форм, изменения видового богатства. Показано влияние пожара на разнообразие видов растений. Дана оценка эколого-ценотической структуре лесных экосистем. Показано восстановление экологических условий в лесных насаждениях после пожаров. Выявлено, что за период наблюдения рассматриваемые компоненты экосистем восстанавливаются не полностью. Изменение компонентов лесной экосистемы после пожаров имеет флуктуационный характер.

Ключевые слова: лесная экосистема, пожар, восстановление, трансформация, индекс жизненного состояния, эколого-ценотические группы, видовое богатство, условия местопроизрастания.

Transformation of forest plant communities after fires

N.S. Shpileuskaya

Educational establishment «Gomel State University named after Francisk Skorina»

In the article findings of the research of dynamics of forest ecosystems after fires are considered. Dynamics of the development of forest ecosystems during the five year period is studied. Essential impact of fires on the components of forest ecosystems is established. It was revealed that the restoration of forest phytocenosis in different forest types is not the same. Transformation of the state of trees, depending on the size of the pyrogenic effect, changes in the structure of ecological cenotic groups in the structure of life forms as well as changes in species abundance were considered. Restoration of ecological conditions in forest stands after fires is shown. Estimation of environmental structures of forest ecosystems is given. Restoration of ecological conditions in forest stands after fires is shown. It is revealed that during the supervision period the components of ecosystems under consideration are restored not completely. Transformation of the components of forest ecosystems after fires is fluctuating in nature.

Key words: forest ecosystem, fire, restoration, transformation, index of living state, environmental groups, species abundance, habitat conditions.

В составе природных ресурсов Республики Беларусь значительное место занимают леса. В структуре землепользования страны общая площадь земель лесного фонда на начало 2011 г. насчитывает 9,3 млн гектаров, что составляет 41% от всех земель страны, в том числе площадь покрытых лесом земель – 8,1 млн гектаров. Лесистость территории республики – 39% [1]. По видовому составу для лесов нашей страны характерно преобладание хвойных пород. Формация сосновых лесов занимает 50,2% лесопокрытой территории. Для возрастной структуры лесов характерно доминирование молодняков и средневозрастных насаждений (69,8%) [2]. Известно, что важным фактором формирования лесной растительности являются пожары [2–5]. На территории Республики Беларусь на 1 ноября 2010 года было насчитано 607 случаев лесных пожаров, площадь пройденная лесными пожарами составила 423 гектара, сгорело и повреждено леса на корню 2,2 тыс. м³. Гомельская область занимает второе место после Могилевской по площади лесных насаждений, пройденных пожарами. Здесь площадь,

пройденная лесными пожарами, составила 132 гектара [1].

В результате характера породной, возрастной, типологической структуры лесных фитоценозов и большой антропогенной нагрузки на них леса Беларуси являются потенциально пожароопасными [2]. При воздействии пожара на лесные экосистемы происходят специфические изменения в растительном покрове. Изменяются экологические условия местообитания растений и, как следствие, смена видового состава растительности, нарушается микробиологический комплекс почв, гидрологический, температурный и рекреационный режимы. Смены фитоценозов, обусловленные пирогенным фактором, могут носить как дигрессионный, так и демулационный характер. Помимо внутренней постпирогенной трансформации компонентов лесных насаждений после пожара, леса, пройденные пожаром, воздействуют на близлежащие территории и подвергают их изменениям.

Изучение трансформации лесных фитоценозов после воздействия пожаров является актуальной задачей, так как данный предмет иссле-

дования позволяет выявить взаимосвязи между причинами и последствиями пирогенного воздействия на компоненты лесных экосистем и в дальнейшем предотвратить пожары путем укрепления структуры и стабилизации динамики рассматриваемых экосистем.

Цель исследования – изучение закономерностей постпирогенной трансформации эколого-ценотической структуры лесных фитоценозов. Задачи исследования: выявить связи между состоянием древесного яруса и уровнем пирогенного воздействия; выявить изменения экологических условий в результате прохождения пожара лесного насаждения; проанализировать постпирогенное изменение спектров эколого-ценотических групп, жизненных форм, типов растительности; выявить закономерности изменения видового богатства растительности после пожара.

Материал и методы. Данное исследование проводилось на территории Гомельского Полесья, которое расположено в юго-восточной части Республики Беларусь и входит в состав Белорусского Полесья, занимает обширную низменную территорию на западе Русской платформы преимущественно в бассейне рек Припяти, Днепра, Сожа и Березины. Объектом исследования являлись гари сосновых насаждений. Полевые работы проводились на территории Гомельского (Макеевское лесничество), Светлогорского (Светлогорское и Боровиковское лесничества) лесхозов и Ветковского спецлесхоза (Светиловичское и Ветковское лесничества) Гомельского государственного производственного лесохозяйственного объединения (ГПЛХО), Кореневской ЭЛБ Института леса НАН Беларуси (Зябровское, Кореневское, Новобелицкое лесничества).

Геоботаническая съемка проводилась методом закладки пробных площадок в сосновых насаждениях, пройденных пожаром [6–7]. В пределах пробной площади определялись видовой состав и плотность древостоя, подроста и подлеска, видовой состав и проективное покрытие напочвенного покрова, высота нагара, степень усыхания древостоя. Выполнялась оценка жизненного состояния модельных деревьев (не менее 20 штук). Для каждого вида в напочвенном покрове определялись проективное покрытие, встречаемость, средняя высота, жизненность. Оценка состояния древостоя выполнялась с помощью расчета формулы индекса состояния древостоя:

$$Ln = (100 \times n_1 + 70 \times n_2 + 40 \times n_3 + 5 \times n_4) \div N ,$$

где n_1 – количество здоровых деревьев; n_2 – количество ослабленных деревьев; n_3 – количество сильно ослабленных деревьев; n_4 – количество усохших деревьев; N – общее количество деревьев. Древостой с индексом состояния 90–100% относятся к категории «здоровые», 80–89% – «здоровые с признаками ослабления», 70–79% – «ослабленные», 50–69% – «поврежденные», 20–49% – «сильноповрежденные», менее 20% – «разрушенные» [8–9]. Для оценки пирогенной трансформации экологических условий использовались метод эколого-ценотических групп и метод фитоиндикационных шкал [10–11].

Результаты и их обсуждение. Для определения взаимосвязи уровня пирогенного влияния и состояния древесных насаждений все пробные площади были разбиты по величине нагара на 3 категории: нагар отсутствует; высота нагара составляет 0–1 м; высота нагара составляет более 1 метра. В результате анализа было выявлено, что состояние древесного яруса ухудшается по мере роста величины нагара, что наглядно отображает уменьшение значения индекса жизненного состояния с возрастанием пирогенного влияния. Так, в сосновых лесах, где нагар отсутствует, значение индекса жизненного состояния составляет 87. Для насаждений со средней степенью пирогенного воздействия (нагар 0–1 м) значение индекса – 66. При высокой степени пирогенного воздействия наблюдается дальнейшее снижение значения индекса жизненного состояния до 47. При отсутствии пирогенного влияния в лесных насаждениях преобладают категории древостоя «здоровые» (48%) и «здоровые с признаками ослабления» (38%). Древостой со средней степенью пирогенного воздействия относится к категориям «ослабленные» (30%) и «поврежденные» (50%), деревья большинства сосновых фитоценозов, подверженных сильному пирогенному воздействию, относятся к категориям «поврежденные» (33%) и «сильноповрежденные» (56%). Для перехода древостоя в категорию «разрушенные» необходимо более сильное влияние пирогенного фактора в совокупности с другими негативными факторами воздействия на лесные экосистемы.

Постпирогенная трансформация фитоценотической структуры сосновых насаждений во многом зависит от типа леса. Последствия низовых пожаров, пройденных в сосняках мшистом, орляковом и черничном, имеют разную направленность. Рассмотрим динамику развития фитоценотической структуры на протяжении 5 лет после пожаров в каждом типе леса.

По градиенту времени прохождения пожара в сосновых фитоценозах для всех ЭЦГ и жизненных форм можно выделить три этапа динамики развития: непосредственно год пожара; 1–3 года после пожара; 4–5 лет после пожара.

Для контрольного сосняка мшистого в спектре эколого-ценотических групп характерно преобладание неморальных (30,2%), бореальных (28,7%) и боровых (24,7%) видов, наименее представлены виды лугово-степной (8,2%), олиготрофной (6,8%) и нитрофильной (1,4%) ЭЦГ. Так, в год пожара наблюдалось резкое сокращение по сравнению с лесными насаждениями не пройденными пожаром неморальных видов в 9,2 раза, бореальных видов в 1,6 раза, а нитрофильные и олиготрофные виды полностью исчезли из флоры, количество лугово-степных и боровых видов сильно увеличилось в 3,5 и 2 раза соответственно. Ко 2-му году после пожара в лесной флоре было отмечено увеличение видов неморальной, бореальной, нитрофильной и олиготрофной ЭЦГ, количество видов лугово-степной ЭЦГ продолжало увеличиваться, а затем пошло на спад, виды боровой ЭЦГ резко сократились. К 5-му году количество видов нитрофильной, неморальной и олиготрофной ЭЦГ снова сократилось, виды бореальной и боровой ЭЦГ увеличились, а представленность видов лугово-степной ЭЦГ резко сократилась. В результате, преобладающими стали виды бореальной (42%) и боровой (39%) ЭЦГ, существенное значение имеют виды лугово-степной ЭЦГ (15,3%), минимальные показатели у видов неморальной ЭЦГ (3,7%), группы нитрофильных и олиготрофных видов полностью отсутствуют. В течение 5 лет после пожаров в спектре видов ЭЦГ не происходит восстановления значений, присущих фоновым насаждениям, а наблюдаются флуктуационные изменения.

Такой же тренд постпирогенной трансформации был отмечен и в структуре жизненных форм сосняков, пройденных пожарами. Контрольный сосняк мшистый характеризуется преобладанием фанерофитов (63,8%), хамефитов (37,3%) и гемикриптофитов (16,9%), наименее представлены гемитерофиты (1,5%) и геофиты (0,5%), терофиты отсутствуют. В год пожара количество фанерофитов уменьшилось в 1,6 раза, хамефитов в 5,5 раза, увеличилось количество гемикриптофитов в 2,8 раза, гемитерофитов в 1,5 раза, геофитов в 18,2 раза, появились терофиты. Ко 2-му году фанерофиты, хамефиты, геофиты имеют тенденцию к возрастанию, терофиты сохраняют свои значения, гемикриптофиты и гемитерофиты в своем коли-

честве уменьшились. К 5-му году после пожара подобную направленность в динамике сохранили фанерофиты, хамефиты, количество терофитов, геофитов, гемитерофитов сократилось, а количество гемикриптофитов сначала возросло, затем резко упало. Преобладающими видами снова стали фанерофиты (36,7%), хамефиты (23,3%) и гемикриптофиты (23,3%), а структура наименее представленных видов переменилась, по-прежнему присутствуют терофиты (6,7%), отмечено отсутствие гемитерофитов и существенно представлены геофиты (10%). Структура и количественные характеристики спектра жизненных форм флоры сосняков мшистых, пройденных пожарами в течение пяти лет после пирогенного воздействия, не восстанавливаются.

В результате воздействия пожаров на сосняки мшистые наблюдаются уменьшение древесных и кустарниковых форм растительности и увеличение травянистой луговой растительности.

Для контрольного сосняка орлякового в спектре эколого-ценотических групп характерно преобладание бореальной (45,5%) и боровой (30,5%) ЭЦГ, в меньшем количестве представлены виды неморальной ЭЦГ (24%), виды нитрофильной, лугово-степной и олиготрофной ЭЦГ отсутствуют полностью. В результате пожара виды нитрофильной и олиготрофной ЭЦГ по-прежнему отсутствовали, сократились виды бореальной ЭЦГ в 1,5 раза, боровой ЭЦГ в 3,8 раза, неморальной ЭЦГ в 3 раза, появилось большое количество видов лугово-степной ЭЦГ, эта группа видов стала преобладающей (54%). Ко 2-му году после пожара количество видов лугово-степной ЭЦГ уменьшилось, число видов бореальной ЭЦГ продолжает сокращаться, виды боровой и неморальной ЭЦГ имеют тенденцию к увеличению, количество видов вышеперечисленных групп в спектре ЭЦГ примерно одинаково, появились виды нитрофильной и олиготрофной ЭЦГ. К 5-му году преобладающие виды относились к боровой и бореальной ЭЦГ (по 35%), количество лугово-степных и неморальных видов сократилось (по 15%), виды нитрофильной и олиготрофной группы не наблюдались. Таким образом, лишь нитрофильная и олиготрофная ЭЦГ имели такие же значения, как и в спектре ЭЦГ во флоре фоновых насаждений, по истечении пяти лет после пожара спектр ЭЦГ полностью не восстанавливается.

В сосняке орляковом, не пройденном пожаром, в спектре жизненных форм преобладают фанерофиты (52,6%), гемикриптофиты (31,8%) и хамефиты (12,8%), наименее представлены

геофиты (2,8%), терофиты и гемитерофиты отсутствуют. В год пожара преобладающая роль переходит к гемикриптофитам (увеличились в 1,1 раза), в 1,7 раза сократилось количество фанерофитов, полностью исчезли хамефиты, возросло количество геофитов в 8,2 раза, появились терофиты. Ко 2-му году количество хамефитов, фанерофитов, гемитерофитов и гемикриптофитов имело тенденцию к увеличению, а количество геофитов и терофитов – к уменьшению. К 5-му году после пожара спектр жизненных форм представлен в следующем порядке: фанерофиты (37%), хамефиты (26%), гемикриптофиты (18,5%), геофиты (11,1%), терофиты (7,4%).

В сосняках черничных, не пройденных пожаром, характерно преобладание видов бореальной ЭЦГ (42,8%), далее идут виды неморальной (26%) и боровой (21,9%) ЭЦГ, наименее представлены виды лугово-степной, олиготрофной и нитрофильной ЭЦГ (от 2,7 до 3,9%). Для видов бореальной ЭЦГ в постпирогенный период к 3-му году отмечено плавное сокращение в спектре ЭЦГ в 1,3 раза, для неморальных видов через год после пожара наблюдалось небольшое увеличение их количества, а к 3-му году по сравнению со значениями сосняков черничных, не пройденных пожарами, они сократились также в 1,3 раза. Количество видов боровой ЭЦГ в первый год после пожара уменьшилось в 1,6 раза, но к 3-му году они почти достигли значений фоновых сосняков черничных. В 1-й год после пожара было отмечено отсутствие видов нитрофильной ЭЦГ, к 3-му году они также не наблюдались во флоре постпирогенных сосняков. Виды лугово-степной ЭЦГ в первый год после пожара получили массовое распространение и увеличились в 7,7 раза, к 3-му году их количество незначительно уменьшилось. В постпирогенный период возросло и количество видов олиготрофной ЭЦГ в 2,4 раза.

Среди жизненных форм в сосняках черничных, не пройденных пожарами, преобладают фанерофиты (55,4%) и гемикриптофиты (24,9%), далее хамефиты (16,6%) и геофиты (3,1%), гемитерофиты и терофиты во флоре не наблюдаются. К 3-му году после пожара был отмечен резкий спад количества фанерофитов в 1,9 раза, увеличение гемикриптофитов в 1,5 раза, геофитов в 3 раза. Наблюдались флуктуационные изменения хамефитов, гемитерофитов и терофитов, тренд которых к 3-му году стремился к значениям фоновых сосновых насаждений.

Результаты анализа динамики спектров эколого-ценотических групп и жизненных форм флоры сосновых насаждений, пройденных пожарами, согласуются с данными постпирогенной динамики видового богатства и его структуры (табл. 1). После пожарная трансформация видового богатства сосняков мшистого и орлякового происходит в 3 этапа: непосредственно год пожара; 1–2 года после пожара; 3–5 лет после пожара. В сосняке мшистом в год пожара отмечено увеличение числа видов в 2 раза, ко 2-му году оно возросло в 4 раза, с 3-го года число видов стало сокращаться и к 5-му году достигло допожарного уровня. Сразу после пожара для сосняка орлякового характерно сокращение видового богатства в 1,2 раза, в последующие 2 года оно увеличивается (в 2 раза). В сосняке черничном через 1 год после пожара наблюдалось незначительное уменьшение видового богатства в 1,3 раза, к 3-му году оно возросло в 1,4 раза. В насаждениях сосняка мшистого после пожара в 1 год доля лесных видов резко падает в 2,5 раза, далее к 5-му году их количество постепенно возрастает, но контрольных значений не достигает. После пирогенного воздействия количество луговых видов быстро увеличивается и продолжает расти на следующий год, на 2–3 год чуть снижается и сохраняет стабильное значение, после чего отмечено его сокращение. Для сосняка орлякового, пройденного пожаром, также характерна тенденция роста доли луговой флоры и уменьшения доли лесной флоры, в течение 5 лет после пожара отмечены флуктуационные изменения количества как лесных, так и луговых видов. Восстановление структуры флоры не происходит. В сосняке черничном в 3-летний послепожарный период выявлена четкая тенденция в структуре флоры роста луговых видов и снижения лесных. Положительной динамики восстановления не наблюдается. При прохождении пожарами сосняков мшистых, орляковых, черничных для флоры характерны процессы синантропизации и адвентизации. К 5-му году после пожара количество чужеродных и синантропных видов не приходит к своей норме, однако положительная динамика отмечена для сосняков мшистого и орлякового, в сосняке черничном к 3-му постпирогенному году их доля продолжает расти.

В течение 5 лет после пожара положительная динамика структуры флоры отмечена в сосняке мшистом, в сосняке орляковом также отмечена положительная динамика восстановления флоры, но тренд имеет флуктуационный

характер. Для флоры сосняка черничного ха- ния.
 рактерны наименьшие постпирогенные измене-

Таблица 1

Динамика восстановления видового богатства в сосновых насаждениях

Показатель	Давность пожара, лет						
	Фон	0	1	2	3	4	5
Сосняк мшистый							
Общее видовое богатство, шт.	25	50	90	101	79	45	23
Лесная флора, %	96,0	54,0	38,9	46,6	51,9	62,2	69,6
Луговая флора, %	4,0	16,0	30,0	25,7	25,3	15,6	8,7
Синантропная флора, %	0,0	30,0	31,1	27,7	22,8	22,2	21,7
Адвентивная флора, %	0,0	8,0	6,7	6,9	6,3	4,4	4,3
Сосняк орляковый							
Общее видовое богатство, шт.	31	26	27	62	45	36	26
Лесная флора, %	96,8	38,5	55,6	50,0	60,0	63,9	50,0
Луговая флора, %	3,2	23,0	18,5	27,4	17,8	11,1	26,9
Синантропная флора, %	0,0	38,5	25,9	22,6	22,2	25,0	23,1
Адвентивная флора, %	0,0	11,5	3,7	8,1	6,7	8,3	2–7,7
Сосняк черничный							
Общее видовое богатство, шт.	27	–	21	–	39	–	–
Лесная флора, %	100,0	–	76,2	–	59,0	–	–
Луговая флора, %	0,0	–	14,3	–	17,9	–	–
Синантропная флора, %	0,0	–	9,5	–	23,1	–	–
Адвентивная флора, %	0,0	–	4,8	–	5,1	–	–

Таблица 2

**Постпирогенная динамика показателей индикационных шкал Цыганова
в сосновых фитоценозах**

Срок после пожара	Tm	Kп	Om	Cr	Hd	Fh	Tr	Nt	Rc	Lc
Сосняк мшистый										
Фон	7,8±0,10	8,6±0,10	8,4±0,10	7,5±0,10	12,8±0,10	4,2±0,10	5,3±0,10	4,7±0,20	5,7±0,20	4,4±0,10
0	8,2±0,40	8,7±0,18	8,0±0,26	7,5±0,34	11,5±0,78	6,0±0,75	6,1±0,63	5,0±0,52	6,1±0,32	3,5±0,51
1	8,2±0,14	8,7±0,09	8,0±0,11	7,6±0,15	11,7±0,36	5,6±0,25	6,2±0,29	5,1±0,41	6,4±0,29	3,6±0,35
2	8,3±0,11	8,7±0,06	8,1±0,07	7,8±0,11	11,9±0,27	5,3±0,20	6,0±0,14	5,1±0,18	6,3±0,13	4,0±0,13
3	8,2±0,07	8,5±0,09	8,1±0,17	7,7±0,09	11,9±0,35	5,3±0,29	5,9±0,30	4,9±0,26	6,2±0,15	4,0±0,21
4	8,3±0,08	8,6±0,13	8,1±0,15	7,5±0,10	12,1±0,45	5,3±0,34	5,9±0,30	5,2±0,27	6,2±0,21	3,7±0,29
5	8,2±0,75	8,6±0,29	8,3±0,38	7,5±0,00	12,4±2,17	6,5±2,08	5,4±2,59	5,1±0,41	6,0±0,60	3,9±0,43
Сосняк орляковый										
Фон	8,0±0,10	8,6±0,00	8,7±0,10	7,7±0,10	13,1±0,00	4,1±0,10	5,1±0,00	4,4±0,30	5,4±0,10	4,6±0,20
0	8,7±0,00	8,6±0,00	8,2±0,00	7,7±0,00	12,4±0,00	5,9±0,00	7,3±0,00	6,7±0,00	6,9±0,00	3,7±0,00
1	8,4±0,34	8,6±0,24	8,1±0,20	7,9±0,30	12,2±0,98	5,7±0,83	6,0±0,43	5,4±0,43	6,1±0,46	4,1±0,65
2	8,4±0,10	8,6±0,12	8,2±0,10	7,8±0,13	12,3±0,39	5,4±0,28	6,1±0,17	5,5±0,27	6,2±0,22	4,2±0,19
3	8,2±0,43	8,5±0,29	8,3±0,38	7,7±0,38	12,7±0,66	5,1±0,63	5,7±1,29	5,0±2,35	6,0±0,38	4,2±1,14
4	8,2±0,18	8,8±0,12	8,3±0,13	7,5±0,21	12,3±0,40	5,2±0,24	5,6±0,28	5,1±0,28	6,3±0,12	4,1±0,06
5	8,2±0,00	8,5±0,00	8,3±0,00	7,8±0,00	12,2±0,00	5,1±0,00	5,7±0,00	5,5±0,00	6,0±0,00	4,2±0,00
Сосняк черничный										
Фон	7,9±0,10	8,6±0,00	8,5±0,10	7,7±0,10	13,1±0,10	4,0±0,10	5,3±0,10	4,7±0,10	5,6±0,10	4,6±0,10
1	7,9±3,18	8,7±1,27	8,4±0,00	7,4±0,00	12,5±1,27	5,0±1,91	5,8±4,45	5,3±3,81	6,0±0,64	4,2±4,45
3	8,0±0,25	8,7±0,14	8,3±0,52	7,6±0,52	12,8±0,25	4,9±0,8	5,5±0,14	4,8±0,38	5,6±0,72	4,4±0,25

Шкалы: Тm – термоклиматическая; Кп – континентальности климата; Ом – Омброклиматическая; Сг – криоклиматическая; Hd – увлажнение почв; Fh – переменности увлажнения почв; Тг – солевого режима почв; Nt – богатства почв азотом; Rc – кислотно-щелочных условий почв; Lc – условий освещения.

Изучение условий местообитания сосновых фитоценозов, пройденных низовыми пожарами, с помощью индикационных шкал Цыганова показало, что пирогенное воздействие в сосняках мшистом, орляковом и черничном не влечет за собой трансформации микроклиматических условий: сохраняются показатели континентальности, аридности климата и суровости зимнего периода (табл. 2).

В постпирогенном сосняке мшистом воздействие пожара привело к изменениям показателей влажности, переменности увлажнения, кислотности и трофности почв. В течение 5 лет после пожара уменьшилось увлажнение почв, разбалансировался режим переменности увлажнения, трофность почв и показатели рН увеличились, азотообеспеченность изменилась в пределах нормы, возросла освещенность местообитания сосняков.

В сосняке орляковом в результате воздействия пожара наблюдалась та же тенденция изменения показателей эдафических условий. Однако трансформация значений показателей трофности почв и освещенности местообитания была более выражена, а показателя увлажнения почв выражена менее, чем в постпирогенном сосняке мшистом. Также здесь после пожара наблюдался рост азотного богатства почв. За 5 лет после пожара в сосняках мшистом и орляковом не произошло восстановления эдафических условий, по сравнению с сосняками, не пройденными пожарами. В постпирогенном сосняке черничном пожар вызвал уменьшение влажности и устойчивости переменности увлажнения почв, наблюдалось небольшое увеличение азота в почвах.

Стоит отметить, что все постпирогенные изменения показателей индикационных шкал в сосняках черничных происходят в пределах ошибки. Эдафические условия сосняков мшистых наиболее подвержены изменениям в результате пожаров, чем эдафотоп в сосняках орляковых. Наименее зависимы от пожаров почвенные условия сосняков черничных.

Заключение. Увеличение интенсивности воздействия пожара влечет за собой ухудшение состояния древесного яруса сосновых насаждений. Динамика восстановления фитоценоtiche-

ской структуры растительного покрова сосновых насаждений после прохождения пожарами носит флуктуационный характер и к 5-му году после пожара полностью не восстанавливается. Пирогенное воздействие на лесные фитоценозы приводит в первые годы после пожара к росту видового богатства за счет луговых, синантропных и адвентивных видов, в последующие годы наблюдается положительная динамика восстановления эдафических условий сосняков мшистого и орлякового не выявлено. Отмечена положительная динамика восстановления показателей увлажнения почв, переменности увлажнения, солевого режима, кислотно-щелочных условий и режима освещенности. Изменения эдафических условий сосняка черничного происходят менее выражено, чем в других типах леса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Статистический ежегодник Республики Беларусь. 2011: стат. сб. / Минстат Республики Беларусь; редкол. В.И. Зинковский, Г.И. Гасюк, В.Г. Михно. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2011. – 615 с.
2. Усеня, В.В. Лесные пожары, последствия и борьба с ними / В.В. Усеня; под ред. В.А. Ипатьева. – Гомель: Национальная академия наук Беларуси, Институт леса, 2002. – 205 с.
3. Мелехов, И.С. Лесоведение / И.С. Мелехов. – М.: Лесная промышленность, 1986. – 408 с.
4. Санников, С.Н. Экология естественного возобновления сосны под пологом леса / С.Н. Санников, Н.С. Санникова. – М.: Наука, 1985. – 152 с.
5. Рязанов, Р.И. Горимость сосняков естественного происхождения правобережья Саратовской области / Р.И. Рязанов, С.В. Кабанов // Вестн. Алтайск. гос. аграрн. ун-та. – 2010. – № 8. – С. 45–51.
6. Ярошенко, П.Д. Геоботаника: пособие для студ. пед. ин-тов / П.Д. Ярошенко. – М.: Просвещение, 1969. – 200 с.
7. Воронов, А.Г. Геоботаника: учеб. пособие для биол. и геогр. специальностей ун-тов и пед. ин-тов / А.Г. Воронов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Высшая школа, 1973. – 384 с.
8. Алексеев, В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев / В.А. Алексеев // Лесоведение. – 1989. – № 4. – С. 3–11.
9. Пугачевский, А.В. Методические подходы к оценке и картографированию состояния и устойчивости насаждений городов к антропогенным воздействиям / А.В. Пугачевский, Л.А. Кравчук, А.В. Судник, А.А. Моложавский // Природные ресурсы. – 2007. – № 3. – С. 33–44.
10. Смирнов, В.Э. Обоснование системы эколого-ценотических групп видов растений лесной зоны Европейской России на основе экологических шкал, геоботанических описаний и статистического анализа / В.Э. Смирнов, Л.Г. Ханина, М.Б. Бобровский // Бюлл. МОИП. Сер. Биологическая. – 2006. – Т. 111, № 2. – С. 36–47.
11. Цыганов, Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов / Д.Н. Цыганов. – М.: Наука, 1983. – 196 с.

Поступила в редакцию 04.06.2012. Принята в печать 24.08.2012
Адрес для корреспонденции: e-mail: t_asha@mail.ru – Шпилевская Н.С.

К изучению видового состава микрочешуекрылых (Lepidoptera: Yponomeutidae, Argyresthiidae, Plutellidae, Tortricidae) Беларуси

В.И. Пискунов*, З.С. Гершензон, В.В. Кавурка**

*Учреждение образования «Витебский государственный университет им. П.М. Машерова»

**Институт зоологии им. И.И. Шмальгаузена, Национальная академия наук Украины

Представлен список из 95 видов, 44 родов, входящих в состав семейств Yponomeutidae, Argyresthiidae, Plutellidae, Tortricidae, по результатам многолетних сборов на территории Беларуси. 8 видов отмечены для фауны Беларуси впервые: *Thyralia nana* (Haworth, 1811), *Aphelia unitana* (Hübner, 1799), *Aphelia viburnana* (Denis et Schiffermüller, 1775), *Bactra robustana* (Christoph, 1872), *Selenodes karelica* (Tengström, 1875), *Epinotia gimmerthaliana* (Lienig et Zeller, 1846), *Gypsonoma oppressana* (Treitschke, 1835) и *Epiblema sticticana* (Fabricius, 1794). Как потенциальные вредители сельского и лесопаркового хозяйств Беларуси отмечены 42 вида.

Ключевые слова: микрочешуекрылые, фитофаги, моли, листовертки.

To the knowledge of specific diversity of microlepidopteran moth (Lepidoptera: Yponomeutidae, Argyresthiidae, Plutellidae, Tortricidae) of Belarus

V.I. Piskunov*, Z.S. Gershenson, V.V. Kavurka**

*Educational establishing «Vitebsk State University named after P.M. Masharov»

**I.I. Schmalhausen Institute of Zoology of National Academy of Sciences of Ukraine

The paper presents a checklist of 95 species from 44 genera of the families: Yponomeutidae, Argyresthiidae, Plutellidae, Tortricidae based on the results of long term collecting on the territory of Belarus. 8 species are recorded for Belarus at the first time: *Thyralia nana* (Haworth, 1811), *Aphelia unitana* (Hübner, 1799), *Aphelia viburnana* (Denis et Schiffermüller, 1775), *Bactra robustana* (Christoph, 1872), *Selenodes karelica* (Tengström, 1875), *Epinotia gimmerthaliana* (Lienig et Zeller, 1846), *Gypsonoma oppressana* (Treitschke, 1835) и *Epiblema sticticana* (Fabricius, 1794). 42 species are considered as pests and potential pests in the agriculture, forests and parks of Belarus.

Key words: microlepidoptera, phytophages, moths, leaf-rollers.

Одна из важнейших проблем современности – познание процессов взаимодействия человека с окружающей природой. Развитие хозяйственной деятельности наряду с прогрессивными результатами часто провоцирует нарушение гомеостаза видового состава энтомокомплексов в биоценозах. Микрочешуекрылые-фитофаги – всесветно распространенные представители отряда бабочек с многочисленными видами – вредителями агро- и естественных фитоценозов. От этих насекомых также зависят жизненные циклы энтомофагов как общих компонентов механизма саморегуляции экосистем в природе.

Целью статьи является изучение видового состава ипономеутоидных молей-фитофагов и листоверток, распространенных на территории Беларуси.

Настоящая статья продолжает серию работ [1–3], посвященных составлению современного уточненного и дополненного списка видов некоторых семейств микрочешуекрылых фауны Беларуси. Актуальность подготовки таких ре-

гиональных кадастров очевидна, без них невозможна эффективная защита природы от негативных антропогенных факторов.

Материал и методы. Исследованный материал (сем. Yponomeutidae, Argyresthiidae, Plutellidae), собранный белорусским лепидоптерологом В.И. Пискуновым на территории Республики Беларусь в 1965–2010 гг., хранится в Зоологическом институте РАН (г. Санкт-Петербург) и Институте зоологии им. И.И. Шмальгаузена НАН Украины (г. Киев). Исследованный материал по сем. Tortricidae, собранный В.И. Пискуновым и другими энтомологами (Г.Г. Сушко, И.А. Солодовниковым, Е.А. Держинским, П.Н. Шешураком и др.) на территории Республики Беларусь в 1968–2011 гг., хранится в Институте зоологии им. И.И. Шмальгаузена НАН Украины (далее – ИЗ НАНУ) и мемориальной коллекции известного украинского лепидоптеролога Ю.А. Костюка в Зоологическом музее им. Н.Н. Щербака

Национального научно-природоведческого музея НАН Украины (г. Киев) (далее – ЗМ ННПМ НАНУ).

Определение видовой принадлежности чешуекрылых выполнено З.С. Гершензон (Yponomeutidae, Argylesthiidae, Plutellidae) и В.В. Кавуркой (Tortricidae) с помощью детального исследования внешних морфологических признаков и изучения диагностических особенностей строения генитального аппарата самцов и самок по общепринятой методике [4].

Результаты и их обсуждение. Ниже подан список исследованного материала с подробными сведениями (географические пункты, даты и станции сборов), зафиксированными сборщиками на этикетках, с целью характеристики мест распространения и сроков лета отмеченных видов на территории Беларуси. Номенклатура таксонов сем. Yponomeutidae, Argylesthiidae, Plutellidae приведена по Дж. Геппнеру [5], сем. Tortricidae – Дж. Разовскому [6–7], Дж. В. Брауну и др. [8]. Виды, которые впервые найдены на территории Беларуси, помечены звездочкой (*).

Семейство YPONOMEUTIDAE Stephens, 1829 (моли горностаевые)

Yponomeuta cagnagellus (Hübner, 1813)

Материал: Витебск, агробиостанция пединститута, 9.07.1965, 12 ♀, 11.07.1979, 1 ♀; Руба, 12 км NO Витебска, ех. 1. (гус. на *Euonymus verrucosa* Scop.), 19.06.1969, 1 ♂, 5.07.1969, 1 ♂, 9 ♀; Подберезье, 6 км N Витебска, ех. 1. (гус. на *Euonymus verrucosa* Scop.), 14.07.1969, 1 ♀; Минская обл., берег оз. Нарочь, 16.07.1979, 1 ♂.

Yponomeuta evonymellus (Linnaeus, 1758)

Материал: Витебск, сад, ех. 1. (гус. на *Prunus padus* L., 23.05.1969, бабочка 16.06.1969), 1 ♂, 1 ♀, 14.07.1969 и 11.06.1969, 1 ♂, 1 ♀, 12.07.1977, 1 ♀, 18.07.1977, аллея вековых лип, 1 ♂, 9.07.1978, 2 ♀, 9–10.07.1978, сад, 2 ♂, 6 ♀, 13.08.1979, парк, на стволе *Acer* sp., 1 ♀, 16.07.1978, на стволе *Tilia* sp., 1 ♂, 28.07.1978, на лету, 1 ♀, 14.07.1990, на свет, 1 ♀, 17.07.2002, 1 ♀, 23.07.2005, 2 ♂, 8.07.2006, 2 ♂, 2 ♀, 12.07.2006, 1 ♀; Тулово, 4 км О Витебска, ольховый лес, 23.07.1978, 1 ♂, 9.07.1978, 4 ♀, 9.07.1978, сад, 3 ♀, 19.08.1978, смешанный лес, на кусте *Prunus padus* L., 6 ♂, 2 ♀, 23.08.1978, 3 ♂, 3 ♀; Подберезье, 6 км N Витебска, ех. 1. (гус. на *Prunus padus* L., 10.06.1969, бабочки 24.06.1969), 1 ♂, 1 ♀; Полтево, 28 км W Витебска, парк, на стволе *Acer* sp., 6.08.1979, 7 ♀; Витебская обл., Добромысли, луг с кустарниками, 21.07.1979, 3 ♀; 1 км О Витебска, на стволе

Prunus padus L., 23.05.1969, 1 ♂, 1 ♀; 4 км О Витебска, 5.07.1970, 2 ♂; Минская обл., Мядель, берег оз. Баторин, на стволе *Populus nigra* L., 15.07.1972, 1 ♀; Витебская обл., Домжерицы, Березинский заповедник, 22.07.1980, 3 ♀; 6 км SO Витебска, берег р. Лучеса, 7.07.1980, 3 ♀, 24.07.1977, смешанный лес, на стволе *Malus sylvestris* (L.) Mill., 1 ♂, 1 ♀, 13.07.1978, сад, 1 ♂, 7.07.1980, песчано-галечная трасса, на стволе *Prunus padus* L., 1 ♀; Витебская обл., Шпили, 14.08.1979, разнотравье, 4 ♀, 22.07.1979, луг, 1 ♂, 5 ♀, 16.07.1980, опушка леса, на стволе *Prunus padus* L., 1 ♂, 2 ♀, 7.07.1980, песчано-галечная трасса, на стволе *Prunus padus* L., 1 ♀, 18.07.2003, разнотравье, 3 ♀, 1.07.2006, на стволе *Tilia* sp., 2 ♂, 1 ♀; Дымовщина, 9 км NW Витебска, редколесье, на стволе *Malus sylvestris* (L.) Mill., 1 ♂; Большие Летцы, 13 км NW Витебска, 12.08.1979, берег озера, на стволе *Prunus padus* L., 4 ♀; Малые Летцы, 15 км NW Витебска, 12.08.1979, сад, 1 ♂; Руба, 12 км NO Витебска, 19.08.1979, 4 ♀; Витебская обл., Освея, 11.08.1973, сады, 1 ♀, 13.07.2005, на свет, 1 ♀, 11.08.2005, 1 ♂, 16.07.2009, смешанный лес, луг, 1 ♀; Улановичи, 4 км N Витебска, 1.08.1993, опушка смешанного леса, 1 ♀.

Yponomeuta malinellus Zeller, 1838

Материал: Витебск, 7–17.09.1969, сад, на стволе *Malus* sp., 5 ♀, 2.08.1971, 2 ♀, 8.08.1971, 1 ♀, 28.08.1977, 1 ♀, 28–29.07.2005, 2 ♂, 1 ♀, 7.07.2007, 1 ♀; Руба, 12 км NO Витебска, 8.08.1971, на стволе *Betula* sp., 1 ♂; Витебская обл., Тулово, 17.07.2002 и 8.08.2005, сад, 2 ♀; Витебская обл., Шпили, 3.07.2003, на стволе *Betula* sp., 1 ♀; Минская обл., берег оз. Нарочь, 18.07.1970, сад, на стволе *Malus* sp., 1 ♀; Смиловичи, 23 км SO Минска, 11.09.1965, 1 ♂, 1 ♀.

Yponomeuta padellus (Linnaeus, 1758)

Материал: Витебск, 20.07.1968, сад, 1 ♂, 1 ♀; 4 км SO Витебска, 28.07.1968, 1 ♀.

Yponomeuta plumbellus (Denis et Schiffermüller, 1775)

Материал: Витебск, лесопарк, 7.08.1979, на стволе *Euonymus* sp., 1 ♀, 7.08.1979, на свет, 1 ♀, 22.08.2004, на свет, 1 ♀, 28.07.2005, на свет, 1 ♂, 31.07.2006, на свет, 1 ♂; 9 км W Витебска, 6.08.2006, дубовый лес, на свет, 1 ♀; окр. Витебска, 6.08.2006, лесопарк, на стволе *Tilia* sp., 1 ♂; Руба, 12 км NO Витебска, 10.08.1979, лиственный лес, на стволе *Quercus robur* L., 1 ♂, 30.08.2006, на стволе *Tilia* sp., 2 ♀; Малые Летцы, 15 NW Витебск, 25.08.1977, смешанный лес, на стволе *Euonymus* sp., 2 ♀;

Витебская обл., окр. оз. Большая Швакта, 15.08.2009, смешанный лес, на свет, 2 ♀; Витебская обл., Шпили, 20.07.1972, смешанный лес, 2 ♂, 30.07.1975, 1 ♂, 1 ♀, 7.08.1979, 1 ♂, 16.08.1979, 1 ♂, 31.08.1979, 1 ♀, 9.08.2006, на свет, 1 ♀, 14.07.2010, смешанный лес, на стволе *Acer platanoides* L., 1 ♂, 2 ♀; Витебская обл., Тулово, 30.08.2007, роща, на стволе *Tilia* sp., 1 ♂; Лычковский разъезд, 31 км S Витебска, 18.08.1979, лесополоса, на стволе *Ulmus* sp., 1 ♂; Минск, ботсад АН, 7.08.1976, аллея, на стволе *Tilia* sp., 1 ♂, 1 ♀, 20.07.1979, на стволе *Acer* sp., 3 ♂; Минская обл., берег оз. Нарочь, 15.08.1973, на стволе *Acer* sp., 1 ♂, 2 ♀, 7.08.1976, на стволе *Tilia* sp., 2 ♀.

Uronomeuta rorrellus (Hübner, 1796)

Материал: Витебск, 19.07.1975, лесополоса, 1 ♀; Витебская обл., Тулово, 20.07.1975, лиственный лес, на стволе *Betula* sp., 1 ♂.

Uronomeuta sedellus Treitschke, 1833

Материал: Старое Село, 18 км NW Витебска, 10.06.1977, парк, 1 ♀; Полтево, 27 км W Витебска, 22.06.1973, опушка смешанного леса, 1 ♀.

Семейство ARGYRESTHIDAE Bruand, 1850 (моли-аргирестии)

Argyresthia bonnetella (Linnaeus, 1758)

Материал: Витебск, 24.07.1968, сад, 1 ♀, 14.06.2005, на стволе *Malus sylvestris* (L.) Mill., 2 ♀; 11.06.2007, 1 ♂.

Argyresthia brockeella (Hübner, 1813)

Материал: Витебск, 27.07.1975, кладбище, разнотравье, 1 ♂.

Argyresthia goedartella (Linnaeus, 1758)

Материал: берег р. Витьбы, 10.07.1975, разнотравье, 1 ♂, Витебск, 29.06.1976, в здании, 2 ♀, 1–2.08.1976, парк, на стволе *Betula* sp., 2 ♀; Витебская обл., Тулово, 22.06.1979, на ветке *Betula* sp., 1 ♀.

Argyresthia semifusca (Haworth, 1828)

Материал: Витебск, 6.06.2008, на стволе *Malus* sp., 1 ♀.

Семейство PLUTELLIDAE Guenée, 1845 (моли серпокрылые)

Ypsolopha asperella (Linnaeus, 1761)

Материал: Витебск, N окраина, 16.07.2003, ельник, на свет, на стволе *Picea* sp., 1 ♂, 20.06.2006, 1 ♂, 11.09.2007, сквер, на стволе *Betula* sp., 1 ♀, 25.04.2007, лесопарк, на стволе *Salix* sp., 1 ♂; 4 км N Витебска, 2.08.2005, на стволе *Salix* sp., 1 ♀; Лычковский разъезд, 31 км S Витебска, 8.09.1979, лесополоса, на стволе *Tilia* sp., 1 ♂; Руба, 12 км NO Витебска,

2.07.1977, сад, на стволе *Malus* sp., 2 ♀, 16.07.2003, на свет, на стволе *Tilia* sp., 2 ♂, 20.06.2006, 1 ♂; Витебская обл., Тулово, 22.07.1979, сад, на свет, на стволе *Betula* sp., 1 ♀, 19.07.2003, на стволе *Malus* sp., 1 ♂; Минск, 5.07.1972, кладбище, на стволе *Acer* sp., 1 ♂, 20.07.1979, ботсад АН, аллея, на стволе *Malus* sp., 1 ♂, 1 ♀.

Ypsolopha sequella (Clerck, 1759)

Материал: Витебск, 14.09.1968, парк, на стволе *Tilia* sp., 1 ♀, 2.08.1978, на стволе *Ulmus* sp., 3 ♂, 2 ♀, 27.07.2002, на стволе *Acer* sp., 1 ♂, 6–7.07.2005, на стволе *Betula* sp., 2 ♀, 31.07.2005, на свет, 1 ♂, 10.07.2006, 1 ♂, 2.08.2008, 1 ♀; Витебская обл., Полоцк, 30.06.1999, сквер, на свет, 1 ♀; Витебская обл., окр. оз. Большая Швакшта, 22.06.1995, на стволе *Acer* sp., 1 ♀; 9 км N Витебска, 5.04.2004, дубрава, на стволе *Quercus robur* L., 1 ♀; Руба, 12 км NO Витебска, 21.07.1973, сквер, на стволе *Betula* sp., 1 ♂, 4.08.1977, на стволе *Acer* sp., 1 ♂, 27.06.1979, на стволе *Populus nigra* L., 1 ♂; Витебская обл., Шпили, 3.07.1989, на стволе *Populus nigra* L., 1 ♀, 25.07.1979, на стволе *Acer platanoides* L., 1 ♀, 20.07.1990, заросли кустарников, 1 ♂; Витебская обл., Улановичи, 22.07.2006, парк, на стволе *Salix* sp., 1 ♂, 1 ♀; Лычковский разъезд, 31 км S Витебска, 23.08.1989, лесополоса, на стволе *Acer* sp., 1 ♀; Минск, ботсад АН, 20.07 и 27.07.1979, аллея, на стволе *Acer* sp. и *Tilia* sp., 3 ♂, 1 ♀.

Ypsolopha vittella (Linnaeus, 1758)

Материал: Лычковский разъезд, 31 км S Витебска, 24.08.1977, сад, на стволе *Fraxinus* sp., 1 ♀; Руба, 12 км NO Витебска, 11.07.1978, на свет, 1 ♂; Витебская обл., Докшицы, 28.07.1979, парк, на свет, 1 ♀.

Семейство TORTRICIDAE Latreille, 1803 (листовертки)

Подсемейство Tortricinae Latreille, 1803

Триба Tortricini Latreille, 1803

Tortrix viridana (Linnaeus, 1758)

Материал: ст. Княжица, 11 км NW Витебска, 20.06.1993, на стволе *Quercus robur* L. у здания станции, 1 ♀ (В.И. Пискунов); окр. д. Орехово, 9 км W Витебска, 7.06.1993, ех. 1. (гусеница найдена на стволе *Quercus robur* L. 20.05.1993), 1 ♂ (В.И. Пискунов); р. Лучеса, 6 км O Витебска, 16.06.1999, опушка леса, ех. 1. (гусеница найдена на стволе *Quercus robur* L. 6.06.1999), 1 ♂ (В.И. Пискунов); Краево, 25 км

В Витебска, 26.06.2003, огород на опушке леса, на свет, 1 ♂ (Е.А. Держинский) (ИЗ НАНУ).

Acleris bergmanniana (Linnaeus, 1758)

Материал: Витебск, 1.07.1978, роение у куста *Rosa* sp., 5 экз. (В.И. Пискунов); Лычковский разъезд, 31 км S Витебска, 19.07.1978, луг, кошение, 1 экз. (В.И. Пискунов); д. Билево, р-н Витебска, 27.06.1977, обочина шоссе, разнотравье, кошение, 1 экз., луг, разнотравье, кошение, 1 экз., луг, кошение по *Trifolium* sp., 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Acleris boscana (Fabricius, 1794)

Материал: Витебск, 1.05.1978, парк, ствол *Betula* sp., 1 ♀ (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Acleris holmiana (Linnaeus, 1758)

Материал: д. Тулово, окр. Витебска, 22.07.1998, заброшенный сад, на стволе *Malus* sp., 1 ♀ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ); Витебск, 14.07.1968, 1 экз., 2.08.1978, сад, у куста *Syringa vulgaris* L., 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Acleris forskaleana (Linnaeus, 1758)

Материал: Руба, 12 км NO Витебска, 11.07.1978, парк, на стволе *Acer platanoides* L., 1 ♀ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ); Витебск, 19.07.1977, кладбище, у куста *Rosa* sp., 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Acleris laterana (Fabricius, 1794)

Материал: Минск, SW окраина, 25.08.2005, дубовая роща, на свет люмин. лампы 400 Вт, 1 ♂ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ).

Acleris logiana (Clerck, 1759)

Материал: Витебск, 1.09.1992, парк, на стволе *Tilia* sp., 1 экз. (В.И. Пискунов); д. Орехово, 15.08.2010, лиственный лес, на стволе *Quercus robur* L., 1 ♂ (В.И. Пискунов); д. Шпили, окр. Витебска, 7.08.1977, смешанный лес, на стволе *Betula* sp., 1 ♂, 15.08.1979, смешанный лес, на стволе *Betula* sp., 1 ♀ (В.И. Пискунов); Руба, 12 км NO Витебска, 4.08.1979, сквер, на стволе *Tilia* sp., 1 ♂, сквер, на стволе *Betula* sp., 1 ♀ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ); Витебск, 31.08.1968, 1 ♂, 1 ♀; 26.08.1973, 1 ♀ (В.И. Пискунов); Витебская обл., Козьянский заказник, 9.09.1977, лесная поляна, ствол *Acer* sp., 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Acleris notana (Donovan, 1806)

Материал: Малые Летцы, 15 км NW Витебска, 31.08.1980, дубовый лес, кошение, 1 ♂ (И. Емельянов) (ИЗ НАНУ).

Триба Cochylini Guenée, 1845

Agapeta hamana (Linnaeus, 1758)

Материал: д. Тулово, окр. Витебска, 19.06.1999, разнотравье, кошение, 1 ♂ (В.И. Пискунов); Гомельская обл., Житковичский р-н, окр. п. Хвоенск, Национальный парк «Припятский», 21.07.1997, на свет, 1 ♂, 28.06.1998, сад, на свет, 1 ♂, 30.06.1998, сад, на свет, 1 ♂ (П.Н. Шешурак); Гомельская обл., Лельчицкий р-н, окр. с. Симонический Млинок, Национальный парк «Припятский», 21.07.1998, на свет, 1 ♀ (П.Н. Шешурак) (ИЗ НАНУ).

Eupoecilia ambiguella (Hübner, 1796)

Материал: Подберезье, 6 км N от Витебска, 25.06.1978, лес, 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Aethes margaritana (Haworth, 1811)

Материал: Гомельская обл., Житковичский р-н, окр. п. Хвоенск, Национальный парк «Припятский», 27.06.1998, сад, на свет, 1 ♂ (П.Н. Шешурак); Гомельская обл., Лельчицкий р-н, окр. с. Симонический Млинок, Национальный парк «Припятский», 14.07.1998, на свет, 1 экз. (П.Н. Шешурак) (ИЗ НАНУ).

Aethes hartmanniana (Clerck, 1759)

Материал: Витебск, 30.05.1978, N окраина города, сухие станции, 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Aethes rubigana (Treitschke, 1830)

Материал: Гомельская обл., Житковичский р-н, окр. п. Хвоенск, Национальный парк «Припятский», 24.06.1997, луг, на свет, 1 ♂ (П.Н. Шешурак) (ИЗ НАНУ).

**Thyralia nana* (Haworth, 1811)

Материал: Витебск, 3.06.1978, N окрестности города, сухая станция, на *Trifolium* sp., 2 экз. (В.И. Пискунов); Подберезье, 6 км N от Витебска, 25.06.1978, лес, 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Голарктический вид, который впервые выявлен на территории Беларуси. Гусеницы питаются в сережках березы (*Betula* sp.) [6].

Триба Cnephasiini Stainton, 1858

Cnephasia asseclana (Denis et Schiffermüller, 1775)

Материал: Витебск, 20.07.2007, сквер, на стволе *Populus nigra* L., 1 ♂ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ).

Cnephasia chrysanthæana (Duponchel, 1842)

Материал: Витебск, 6.07.1978, парк, ствол *Acer* sp., 1 экз., парк, ствол *Salix* sp., 1 экз.; 12.07.1978, сад, ствол *Malus* sp., 1 экз.; 16.07.1978, лесопарк, 1 экз., аллея вековых лип, 1 экз.; 17.07.1978, парк, ствол *Acer* sp., 1 экз.; 26.07.1978, сквер, ствол *Populus* sp., 1 экз.; 1.08.1978, аллея вековых лип, ствол *Tilia* sp.,

1 экз.; 4.08.1978, листья кустарников, 1 экз.; 22.08.1978, окр. домов, сады, ствол *Fraxinus* sp., 1 экз.; 28.08.1978, аллея вековых лип, ствол *Tilia* sp., 1 экз. (В.И. Пискунов); Лычковский разъезд, 31 км S Витебска, 19.07.1978, мелколистственный лес, кошение на траве, 1 экз. (В.И. Пискунов); Тулово, 4 км O Витебска, 7.07.1978, дорога, ствол *Salix* sp., 1 экз., 9.07.1978, небольшой ольховый лес, 1 экз. (В.И. Пискунов); Подберезье, 6 км N Витебска, 25.06.1978, лес, 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Триба Archipini Pierce et Metcalfe, 1922

Pseudargyrotosa conwagana (Fabricius, 1755)

Материал: Витебск, 1.07.1978, улица, ствол *Salix* sp., 1 экз. (В.И. Пискунов); р. Лучеса, 6 км SO Витебска, 16.07.1978, сад, 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Archips oporana (Linnaeus, 1758)

Материал: Гомельская обл., Лельчицкий р-н, окр. с. Симонический Млинок, Национальный парк «Припятский», 20.07.1998, на свет, 1 ♀ (П.Н. Шешурак) (ИЗ НАНУ).

Archips podana (Scopoli, 1763)

Материал: Витебск, 27.06.1992, парк, на стволе *Populus nigra* L., 1 ♂ (В.И. Пискунов); Гомельская обл., Житковичский р-н, окр. п. Хвоенск, Национальный парк «Припятский», 28.06.1998, сад, на свет, 2 ♂, 29.06.1998, на свет, 1 ♂, 30.06.1998, сад, на свет, 1 ♀ (П.Н. Шешурак) (ИЗ НАНУ); Витебск, 1.07.1977, сад, на стволе *Pyrus* sp., 1 экз., 4.07.1977, сад частного дома, на ограде, 1 экз. (В.И. Пискунов); Тулово, 4 км O Витебска, 3.07.1977, аллея лип, на стволе *Tilia* sp., 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Archips rosana (Linnaeus, 1758)

Материал: Витебск, 7.07.1968, 1 экз., 5.07.1977, луг, разнотравье, 1 экз. (В.И. Пискунов); Минская обл., Минский р-н, Крыжовка, 29.06.1970, ex. l., гусеница собрана 7.06.1970 на голубике, 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Choristoneura diversana (Hübner, 1814–1817)

Материал: Гомельская обл., Житковичский р-н, окр. п. Хвоенск, Национальный парк «Припятский», 28.06.1998, сад, на свет, 1 ♂ (П.Н. Шешурак) (ИЗ НАНУ).

Ptycholoma lecheana (Linnaeus, 1758)

Материал: пос. Улановичи, 4 км N Витебска, 3.06.2011, сад, на стволе *Malus* sp., 1 ♀ (В.И. Пискунов); д. Шпили, окр. Витебска, 5.06.2008, опушка леса, на стволе *Quercus robur* L., 1 ♂ (В.И. Пискунов); Витебская обл., Полоцк,

3.06.2001, сквер, на стволе *Tilia* sp., 1 экз. (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ); Минск, 8.06.1968, ствол *Tilia* sp., 1 экз. (В.И. Пискунов); Витебск, 23.06.1977, сквер, на стволе *Populus* sp., 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Pandemis cerasana (Hübner, 1786)

Материал: Витебск, 15.06.1992, улица, на стволе *Tilia* sp., 1 ♀, 19.06.2005, сквер, на стволе *Tilia* sp., 1 ♀ (В.И. Пискунов); Гомельская обл., Житковичский р-н, окр. п. Хвоенск, Национальный парк «Припятский», 29.06.1998, сад, на свет, 1 ♂ (П.Н. Шешурак) (ИЗ НАНУ); Витебск, 6.07.1968, 1 экз., 24.06.1977, аллея вековых лип, на стволе *Tilia* sp., 2 экз., 25.06.1977, улица, на стволе *Aesculus* sp., 1 экз., 9.07.1977, липовая аллея, на стволе *Tilia* sp., 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Pandemis corylana (Fabricius, 1794)

Материал: Витебск, 13.08.1973, сад, на ограде, 1 экз., 24.08.1977, улица, на ограде сада, 1 экз., 28.08.1977, сад частного дома, на ограде, 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Pandemis dumetana (Treitschke, 1835)

Материал: Гомельская обл., Житковичский р-н, окр. п. Хвоенск, Национальный парк «Припятский», 13.07.1997, на свет, 1 ♂, 21.07.1997, на свет, 1 ♀, 28.06.1998, сад, на свет, 1 ♂ (П.Н. Шешурак); Гомельская обл., Житковичский р-н, окр. с. Хлупинская Буда, Национальный парк «Припятский», 6.07.1998, на свет, 1 экз. (П.Н. Шешурак) (ИЗ НАНУ).

Pandemis heparana (Denis et Schiffermüller, 1775)

Материал: Витебск, 30.06.2005, улица, на стволе *Tilia* sp., 1 ♀, 1.07.2005, ex. l. (гусеница найдена в скруч. листьях *Salix* sp. 29.05.2005), 1 ♂, 29.06.2008, ex. l. (гусеница найдена на стволе *Populus nigra* L. 10.06.2008), 1 ♂ (В.И. Пискунов); д. Тулово, окр. Витебска, 27.06.1999, роща, на стволе *Betula* sp., 1 ♀ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ).

Lozotaenia forsterana (Fabricius, 1781)

Материал: Минская обл., Мядельский р-н, Нарочанский национальный парк, окр. оз. Млинок, 6.07.2006, верховое болото, 1 ♂ (Г.Г. Сушко); Гомельская обл., Житковичский р-н, окр. п. Хвоенск, Национальный парк «Припятский», 26.06.1998, сад, на свет, 1 экз. (П.Н. Шешурак) (ИЗ НАНУ).

**Aphelia unitana* (Hübner, 1799)

Материал: Полтево, 28 км W Витебска, 24.06.1992, луг, 1 ♂ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ).

Вид впервые обнаружен на территории Беларуси. Ареал его охватывает Европу до Кавка-

за, Казахстана, Сибири и Ближнего Востока. Питание гусениц отмечено на дягиле (*Angelica* sp.) и луке (*Allium* sp.) [6].

**Aphelia viburnana* (Denis et Schiffermüller, 1775)

Материал: Витебская обл., Миорский р-н, гидрологический заказник Ельня, 12.07.2005, болото, 5 ♂, 1 ♀ (Г.Г. Сушко); Витебская обл., Шумилинский р-н, верховое болото «Оболь II», 25.06.2001, болото, 1 ♂ (Г.Г. Сушко) (ИЗ НАНУ).

Широко распространенный транспалеарктический вид (ареал охватывает умеренные широты Евразии), который впервые обнаружен на территории Беларуси. Полифаг. Зимуют гусеницы второго–третьего возраста; весной возобновляют питание содержимым почек, потом тканями молодых листьев, хвои и паренхимой побегов; они повреждают многочисленные деревья, кустарники и травянистые растения: сосну (*Pinus* sp.), лиственницу (*Larix* sp.), ель (*Picea* sp.), вербу (*Salix* sp.), дуб (*Quercus* sp.), березу (*Betula* sp.), яблоню (*Malus* sp.), ольху (*Alnus* sp.), шиповник (*Rosa* sp.), калину (*Viburnum* sp.), лядвенец (*Lotus* sp.), чину (*Lathyrus* sp.) и многие другие [6].

Clepsis rurinana (Linnaeus, 1758)

Материал: Витебск, 1.08.1978, липовая аллея, 1 экз. (В.И. Пискунов); Малые Летцы, 15 км NW Витебска, 16.08.1978, дубово-сосновый лес, 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Clepsis senecionana (Hübner, 1818–1819)

Материал: Витебская обл., Березинский зап., д. Крайцы, 31.05.2004, сосновый лес, поляна, *Calluna* sp., кошение, 1 ♂ (В.И. Пискунов); Лычковский разъезд, 31 км S Витебска, 28.05.1999, опушка соснового леса, *Calluna* sp., кошение, 1 ♂ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ); Витебск, 30.05.1978, N окраина города, сухие станции, 3 экз. (В.И. Пискунов); д. Улановичи, р-н Витебска, 30.05.1978, сосновый лес, 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Clepsis spectrana (Treitschke, 1830)

Материал: Гомельская обл., Житковичский р-н, окр. п. Хвоенск, Национальный парк «Припятский», 26.06.1998, сад, на свет, 1 ♂, 30.06.1998, сад, на свет, 1 ♀ (П.Н. Шешурак) (ИЗ НАНУ).

Подсемейство Olethreutinae Walsingham, 1895

Триба Endotheniini Diakonoff, 1973

Endothenia nigricostana (Haworth, 1811)

Материал: р. Лучеса, 4 км SO Витебска, 3.06.1969, смешанный лес, 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Триба Bactrini Falkovitsh, 1962

Bactra lacteana Caradja, 1916

Материал: Сенненский р-н, окр. д. Щитовка, 37 км ЮЮВ Витебска, 2.07.2003, смешанный заболоченный сосновый лес, автоловка на свет люминесцентной лампы, 1 ♂ (И.А. Солодовников) (ИЗ НАНУ).

**Bactra robustana* (Christoph, 1872)

Материал: Витебская обл., Миорский р-н, гидрологический заказник Ельня, 12.07.2005, болото, 2 ♂ (Г.Г. Сушко) (ИЗ НАНУ).

Широко распространенный транспалеарктический вид. Ареал его охватывает Европу, Северную Африку, Малую Азию, Кавказ, Иран, Афганистан, Казахстан, Кыргызстан и Японию. Эта листовертка впервые обнаружена на территории Беларуси. В литературе есть данные о питании гусениц этого вида на стеблях и корнях клубнекамыша морского (*Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla) [7].

Триба Olethreutini Walsingham, 1895

**Selenodes karelica* (Tengström 1875)

Материал: Витебск, 13.07.2011, дорога в лесопарке, песок, трава, кошение, 1 ♀ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ).

Западнопалеарктический вид, который впервые выявлен в фауне Беларуси. Ареал его простирается от Западной Европы до Скандинавии, Восточной Европы и Закавказья. В литературе имеются данные о питании гусениц этой листовертки в корнях короставника полевого (*Knautia arvensis* (L.) Coult.). Гусеницы окукливаются в скрученных и оплетенных шелковиной листьях [7].

Pseudosciaphila branderiana (Linnaeus, 1758)

Материал: Подберезье, 6 км N Витебска, 25.06.1978, лиственный лес, 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Hedya dimidiana (Clerck, 1759)

Материал: д. Шпили, окр. Витебска, 5.06.2008, опушка леса, на стволе *Quercus robur* L., 1 ♂ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ).

Hedya nubiferana (Haworth, 1811)

Материал: Витебск, 17.06.1992, сад, на стволе *Malus* sp., 1 ♀, 14.06.2007, заброшенный сад, на стволе *Malus* sp., 1 ♂ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ).

Hedya salicella (Linnaeus, 1758)

Материал: Витебск, 6.07.1977, улица, сад, на ограде, 1 ♀, 28.06.1978, улица, сад, на стволе *Salix* sp., 1 экз., 1.07.1978, сад, на стволе *Salix* sp., 1 ♀, 6.07.1978, сквер, на стволе *Tilia* sp., 1 ♀, 14.06.1988, улица, на стволе *Salix* sp., 1 ♀, 26.06.1992, улица, на стволе *Populus nigra* L.,

1 экз., 20.06.2005, сквер, на стволе *Populus nigra* L., 1 ♀ (В.И. Пискунов); д. Никрополье, р-н Витебска, 16.07.1978, на стволе *Populus* sp., 1 ♀ (В.И. Пискунов); Руба, 12 км NO Витебска, 11.07.1978, улица, на стволе *Populus nigra* L., 1 ♀, 23.06.1979, сквер, на стволе *Populus* sp., 1 ♀ (В.И. Пискунов); д. Шпили, окр. Витебска, 6.07.2002, улица, на стволе *Salix* sp., 1 ♀ (В.И. Пискунов); Гомельская обл., Житковичский р-н, окр. п. Хвоенск, Национальный парк «Припятский», 12.07.1997, на свет, 1 ♂ (П.Н. Шешурак); Гомельская обл., Житковичский р-н, окр. с. Хлупин, Национальный парк «Припятский», 5.07.1998, влажный широколиственный лес, поляна, 1 ♂ (П.Н. Шешурак) (ИЗ НАНУ).

Apotomis betuletana (Haworth, 1811)

Материал: Минск, бот. сад АН, 20.07.1979, аллея, на стволе *Betula* sp., 1 ♂ (В.И. Пискунов); Минская обл., N берег оз. Нарочь, 7.08.1973, сквер, на стволе *Betula* sp., 1 ♂ (В.И. Пискунов); Витебск, 10.07.2006, сквер, на стволе *Malus* sp., 1 ♀ (В.И. Пискунов); Руба, 12 км NO Витебска, 1.08.2002, сквер, на стволе *Betula* sp., 1 ♂ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ).

Stictea mygindiana (Denis et Schiffermüller, 1775)

Материал: р. Лучеса, 4 км SO Витебска, 6.06.1969, смешанный лес, 1 ♂ (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Celypha striana (Denis et Schiffermüller, 1775)

Материал: Гомельская обл., Житковичский р-н, окр. п. Хвоенск, Национальный парк «Припятский», 26.06.1998, сад, на свет, 1 ♂, 27.06.1998, сад, на свет, 1 экз. (П.Н. Шешурак) (ИЗ НАНУ); Витебск, 8.07.1977, 1 экз. (В.И. Пискунов); Тулово, 4 км SO Витебска, 30.06.1977, луг, разнотравье, 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Celypha rufana (Scopoli, 1763)

Материал: Витебск, 27.06.2003, склон оврага, кошение по траве, 5 ♂, 8.07.2003, склон оврага, кошение по траве, 1 ♂, 8.07.2004, склон оврага, кошение по траве, 1 ♂ (В.И. Пискунов); д. Тулово, окр. Витебска, 12.07.2003, склон холма, разнотравье, кошение, 1 ♀ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ); Тулово, 4 км O Витебска, 11.07.1978, луг, разнотравье, кошение, 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Syricoris lacunana (Denis et Schiffermüller, 1775)

Материал: Витебск, 22.06.2005, луг у р. Витьбы, кошение, 1 ♂, 23.06.2008, эк. л., гусеница найдена на пустыре в скруч. листьях растения сем. Asteraceae 10.06.2008, 1 ♂

(В.И. Пискунов); д. Тулово, окр. Витебска, 19.06.2004, разнотравье, кошение, 1 ♂ (В.И. Пискунов); Гомельская обл., Житковичский р-н, окр. п. Хвоенск, Национальный парк «Припятский», 29.06.1998, на свет, 1 ♂ (П.Н. Шешурак); Гомельская обл., Житковичский р-н, окр. с. Хлупинская Буда, Национальный парк «Припятский», 6.07.1998, на свет, 1 ♂ (П.Н. Шешурак) (ИЗ НАНУ); Витебск, 22.06.1977, городской стадион, разнотравье, 1 экз., 24.06.1977, заброшенный сад, разнотравье, 1 экз., 26.06.1977, пойма р. Витьбы, разнотравье, 1 экз., картофельное поле, 1 экз., 28.06.1977, овраг, разнотравье, 1 экз., 30.06.1977, овраг, разнотравье, 1 экз., 5.07.1977, луг, 2 экз., 6.07.1977, кладбище, разнотравье, 1 экз., 10.07.1977, заброшенный сад, 1 экз., 18.07.1977, кладбище, разнотравье, 1 экз., 19.07.1977, лесные поляны, 2 экз.; 16.06.1978, мелколиственный лес, 1 экз., долина ручья, ивняк, 1 экз., 1.07.1978, пойма р. Витьбы, разнотравье, 1 экз., 16.07.1978, пойма р. Лучесы, луг, 1 экз. (В.И. Пискунов); Руба, р-н Витебска, 22.08.1977, пойменный луг, разнотравье, 3 экз. (В.И. Пискунов); Новка, р-н Витебска, 26.08.1977, в поселке, на траве, 1 экз. (В.И. Пискунов); д. Орехово, р-н Витебска, 6.07.1977, сухие луговины S склона, 1 экз., 25.08.1977, пойменный луг, разнотравье, 2 экз. (В.И. Пискунов); р. Лучеса, 6 км SO Витебска, 30.06.1977, лиственный лес, 1 экз., 28.08.1977, долина ручья, разнотравье, 1 экз., 23.06.1978, смешанный лес, 1 экз., поляна в смешанном лесу, 1 экз. (В.И. Пискунов); Тулово, 4 км O Витебска, 29.06.1977, полевая дорога, разнотравье, кошение, 1 экз., 30.06.1977, злаково-осоковый луг, падь, 1 экз., 3.07.1977, ольховый лес, 1 экз., 31.08.1977, пойменный луг, разнотравье, 2 экз., 30.06.1978, луг, кошение, 11.07.1978, луг, разнотравье, кошение, 1 экз. (В.И. Пискунов); Витебская обл., 18 км N Шумилино, 12.09.1977, заброшенный сад, 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Syricoris rivulana (Scopoli, 1763)

Материал: Витебск, 19.07.1977, горелый лес, 1 экз., долина ручья, 1 экз., северн. окраина парка «Мазурино», 1 экз. (В.И. Пискунов); Тулово, 4 км O Витебска, 3.07.1977, 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Syricoris tiedemanniana (Zeller, 1845)

Материал: Гомельская обл., Житковичский р-н, окр. п. Хвоенск, Национальный парк «Припятский», 28.06.1998, сад, на свет, 1 ♂ (П.Н. Шешурак) (ИЗ НАНУ).

Phiaris siderana (Treitschke, 1835)

Матеріал: Витебск, 6.07.1978, парк, аллея, роение, 3 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Триба *Enarmoniini* Diakonoff, 1953

Ancylis badiana (Denis et Schiffermüller, 1775)

Матеріал: Витебская обл., 3 км О Докшицы, 8.08.1998, смешанный лес, на стволе *Betula* sp., 1 ♂ (Васько) (ИЗ НАНУ); 44 км О Сенно, 9.07.1968, 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Ancylis laetana (Fabricius, 1775)

Матеріал: Витебск, 29.05.2004, лесопарк, *Calluna* sp., кошение, 1 ♀ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ).

Enarmonia formosana (Scopoli, 1763)

Матеріал: Витебск, 26.06.2002, лесопарк, на стволе *Tilia* sp., 1 ♂ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ).

Триба *Eucosmini* Meyrick, 1909

Eriopsela quadrana (Hübner, 1811–1813)

Матеріал: Витебск, 24.05.1978, опушка лесопарка, 1 ♂, 31.05.1978, опушка лесопарка, 2 ♂ (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Rhopobota stagnana (Denis et Schiffermüller, 1775)

Матеріал: Витебск, 28.05.1975, окраина города, пустырь у р. Западная Двина, 1 ♂ (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Spilonota ocellana (Denis et Schiffermüller, 1775)

Матеріал: Витебск, 8.07.2006, сквер, на стволе *Malus* sp., 1 ♀ (В.И. Пискунов); Гомельская обл., Житковичский р-н, окр. п. Хвоенск, Национальный парк «Припятский», 26.06.1998, сад, на свет, 2 ♂, 1.07.1998, сад, на свет, 1 ♂ (П.Н. Шешурак); Гомельская обл., Лельчицкий р-н, окр. с. Симонический Млинок, Национальный парк «Припятский», 14.07.1998, на свет, 1 экз. (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ).

Epinotia bilunana (Haworth, 1811)

Матеріал: Минск, 30.06.1999, роща Щёмыслуда, на стволе *Salix* sp., 1 экз. (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ).

Epinotia brunnichiana (Linnaeus, 1767)

Матеріал: Минск, бот. сад АН, 17.08.1979, аллея, на стволе *Tilia* sp., 1 ♀ (В.И. Пискунов); Витебск, 12.08.2004, парк, на стволе *Betula* sp., 1 ♀, 12.08.2005, аллея в парке, на стволе *Tilia* sp., 1 ♀ (В.И. Пискунов); 15 км NW Витебска, 15.08.2004, лиственный лес, на стволе *Betula* sp., 1 ♂ (В.И. Пискунов); Руба, 12 км NO Витебска, 10.08.1999, смешанный лес, на стволе *Betula* sp.,

1 ♂, 1 ♀ (В.И. Пискунов); 10 км NW Витебска, 10.08.1999, лиственный лес, на стволе *Betula* sp., 1 ♂ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ).

**Epinotia gimmerthaliana* (Lienig et Zeller, 1846)

Матеріал: Витебская обл., Миорский р-н, окр. д. Мартиновцы, верховое болото «Урочище Каменполье», 5.07.2007, 1 ♂ (Г.Г. Сушко) (ИЗ НАНУ).

Вид впервые выявлен в фауне Беларуси. Ранее встречался в северной части Европейской России, Прибалтике (Эстония, Латвия), Скандинавии (Финляндия, Норвегия, Швеция), Дании, Австрии, Чехии, Польше и Румынии. Гусеницы этой листовертки, согласно литературным данным, питаются в оплетенных и скрученных листьях голубики (*Vaccinium uliginosum* L.). Окукливаются они на земле, в подстилке [7].

Epinotia immundana (Fischer von Röslerstamm, 1839)

Матеріал: Витебск, 30.05.2004, лесопарк, на стволе *Alnus* sp., 1 ♀ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ).

Epinotia maculana (Fabricius, 1775)

Матеріал: Подберезье, 6 км N Витебска, 2.09.1968, лиственный лес, 1 ♀, 10.09.1968, лиственный лес, 1 ♂ (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Epinotia nisella (Clerck, 1759)

Матеріал: Минск, бот. сад АН, 8.09.1977, аллея, на стволе *Tilia* sp., 1 ♀ (В.И. Пискунов); Витебск, 23.07.1999, лесопарк, на стволе *Acer* sp., 1 экз., 30.07.1999, сквер, на стволе *Betula* sp., 1 ♂, 1 ♀, 19.07.2002, парк, на стволе *Ulmus* sp., 1 ♂, 30.06.2003, сквер, на стволе *Salix* sp., 1 ♀, 31.08.2003, лесопарк, аллея, на стволе *Populus nigra* L., 1 ♀, 14.09.2003, опушка лесопарка, на стволе *Populus nigra* L., 1 ♀, 19.09.2004, парк, на стволе *Tilia* sp., 1 ♀, 30.06.2004, сквер, на стволе *Salix* sp., 1 ♂, 29.06.2005, сквер, на стволе *Salix* sp., 1 ♀, 14.07.2005, лесопарк, кошение по траве, 1 ♂, 21.07.2005, сквер, на стволе *Betula* sp., 1 ♂, 7.07.2007, улица, на стволе *Salix* sp., 1 ♂ (В.И. Пискунов); д. Шпили, окр. Витебска, 6.07.1998, сад, на стволе *Malus* sp., 1 ♀, 22.06.1999, улица, на стволе *Populus nigra* L., 1 ♂ (В.И. Пискунов); д. Тулово, окр. Витебска, 3.09.1979, улица, на стволе *Populus nigra* L., 1 ♀, 4.07.1999, сельское кладбище, на стволе *Tilia* sp., 1 ♂, 9.09.2000, у озера, лиственный лес, на стволе *Quercus* sp., 2 ♀, 1 экз., у озера, лиственный лес, на стволе *Salix* sp., 1 ♀ (В.И. Пискунов); Добромисли, 15 км S Лиозно, 27.07.1999, улица, на стволе *Tilia* sp., 1 ♀ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ).

Epinotia ramella (Linnaeus, 1758)

Материал: Минск, SW окраина, 25.08.2005, дубовая роща, на свет люмин. лампы 400 Вт, 1 ♂ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ).

Epinotia solandriana (Linnaeus, 1758)

Материал: Минск, SW окраина, 10.09.2005, дубовая роща, на свет люмин. лампы 400 Вт, 23⁰⁰, 1 ♂ (В.И. Пискунов); Витебск, 19.09.2004, парк, на стволе *Tilia* sp., 1 ♂ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ); 4 км SO Витебска, 28.07.1968, 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Epinotia tenerana (Denis et Schiffermüller, 1775)

Материал: Тулово, окр. Витебска, 6.08.1999, лиственный лес у озера, на стволе *Quercus* sp., 1 ♀ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ); Витебск, 5.07.1968, 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Epinotia trigonella (Linnaeus, 1758)

Материал: Витебск, 3.09.1968, 1 экз., 6.09.1968, 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Zeiraphera isertana (Fabricius, 1794)

Материал: Витебск, 9.07.2000, сквер, на стволе *Quercus robur* L., 1 ♂, 21.07.2004, сквер, на стволе *Quercus robur* L., 1 ♂, 27.07.2005, сквер, на стволе *Picea* sp., 1 ♀, 28.07.2005, сквер, на стволе *Picea* sp., 1 ♀, 27.06.2006, улица, сад, на стволе *Quercus* sp., 1 ♂, 21.06.2007, сквер, на стволе *Quercus robur* L., 1 ♂ (В.И. Пискунов); Лычковский разъезд, 31 км S Витебска, 3.09.2005, на камнях ручья, сухая станция, 19⁰⁰, 1 ♀ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ); р. Лучеса, 6 км SO Витебска, 30.06.1977, дубовая роща, на стволе *Quercus* sp., 2 экз., 24.07.1977, сельское кладбище, на стволе *Quercus* sp., 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Eucosma aspidiscana (Hübner, 1814–1817)

Материал: Витебск, 30.05.2005, лесопарк, *Calluna* sp., кошение, 1 ♀ (В.И. Пискунов); Лычковский разъезд, 31 км S Витебска, 28.05.1999, опушка соснового леса, *Calluna* sp., кошение, 1 ♀ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ).

Eucosma metzneriana (Treitschke, 1830)

Материал: Витебск, 9.06.2007, заброшенный сад, кошение по траве, 1 ♂ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ).

Gypsonoma minutana (Hübner, 1796–1799)

Материал: Витебск, 25.06.1977, сквер, 1 экз., 6.07.1977, сад, на стволе *Populus nigra* L., 2 экз., 12.07.1977, улица, на стволе *Populus nigra* L., 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

**Gypsonoma oppressana* (Treitschke, 1835)

Материал: Витебск, 30.06.2004, сквер, на стволе *Salix* sp., 1 ♂, 19.06.2005, сквер, на стволе *Tilia* sp., 1 ♀ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ).

Вид впервые выявлен на территории Беларуси. Ареал его простирается через Европу (кроме ее северной части) от Испании и Британских островов до Балканского полуострова, Восточной Европы, Закавказья, Казахстана и Таджикистана. В литературе зафиксированы данные о питании гусениц этой листовертки на различных видах тополей (*Populus* spp.). Гусеницы ранних возрастов питаются почками и минируют молодые листья, а позднее питаются в скрученных и оплетенных шелковиной листьях [7].

Epiblema aquana (Hübner, 1796–1799)

Материал: Гомельская обл., Житковичский р-н, окр. п. Хвоенск, Национальный парк «Припятский», 26.06.1998, сад, на свет, 1 ♂ (П.Н. Шешурак) (ИЗ НАНУ).

Epiblema foenella (Linnaeus, 1758)

Материал: Минск, SW окраина, 25.08.2005, дубовая роща, на свет люмин. лампы 400 Вт, 1 ♂ (В.И. Пискунов); Гомельская обл., Житковичский р-н, окр. п. Хвоенск, Национальный парк «Припятский», 13.07.1997, на свет, 1 ♀, 21.07.1997, на свет, 1 экз. (П.Н. Шешурак); Гомельская обл., Лельчицкий р-н, окр. с. Симонический Млинок, Национальный парк «Припятский», 19.07.1998, на свет, 1 экз., 21.07.1998, на свет, 1 ♀ (П.Н. Шешурак) (ИЗ НАНУ).

**Epiblema sticticana* (Fabricius, 1794)

Материал: Витебск, 26.04.1978, сад, на ограде, 1 ♂ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ); Минск, 14.06.1968, 1 экз. (В.И. Пискунов); Витебск, 28.06.1978, фруктовый сад, 1 экз., 1.07.1978, стадион, разнотравье, кошение, 1 экз., 14.07.1978, фруктовый сад, на ограде, 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Транспалеарктический вид, который впервые выявлен на территории Беларуси. Ареал его охватывает Европу от Испании до Уральских гор и Кавказа, на север доходит до Скандинавии и Карелии. Встречается также в Закавказье, Малой Азии, Иране, Сибири, Казахстане, Дальнем Востоке, Китае и Японии. В литературе имеются данные о питании гусениц этой листовертки на цветочных побегах и корнях мать-и-мачехи (*Tussilago farfara* L.), белокопытника душистого (*Petasites fragrans* (Will.) C. Presl) и лопуха большого (*Arctium lappa* L.). Гусеницы окукливаются весной в корнях кормовых растений [7].

Notocelia uddmanniana (Linnaeus, 1758)

Материал: Гомельская обл., Житковичский р-н, окр. п. Хвоенск, Национальный парк «Припятский», 28.06.1998, сад, на свет, 2 ♂, 29.06.1998, сад, на свет, 2 ♂, 30.06.1998, сад, на свет, 1 ♂, 1.07.1998, сад, на свет, 1 ♂ (П.Н. Шешурак) (ИЗ НАНУ).

Rhyacionia pinicolana (Doubleday, 1850)

Материал: д. Шпили, окр. Витебска, 2.08.1972, в поселке, на *Pinus* sp., 1 ♂ (В.И. Пискунов); Витебская обл., Миорский р-н, гидрологический заказник Ельня, 12.07.2005, болото, 1 ♂ (Г.Г. Сушко) (ИЗ НАНУ).

Триба Grapholitini Guenée, 1845

Cydia pomonella (Linnaeus, 1758)

Материал: Витебск, 4.05.1978, в квартире, 1 ♂, 8.03.2001, эк. 1. (гусеница собр. 18.07.2000 в заброш. саду на стволе *Malus* sp.), 1 ♂, 23.05.2007, в жилом доме, на окне, 1 ♀, 25.05.2007, в жилом доме, на окне, 1 ♀ (В.И. Пискунов); оз. Б. Швакшта, 14.07.1972, лес, 1 ♂ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ); Витебск, 16.06.1978, сад, на ограде, 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Cydia splendana (Hübner, 1796–1799)

Материал: Минск, SW окраина, 25.08.2005, дубовая роща, на свет люмин. лампы 400 Вт, 1 ♂ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ).

Cydia strobilella (Linnaeus, 1758)

Материал: Витебск, 28.12.1979, в здании пединститута, 1 ♂ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ).

Lathronympha strigana (Fabricius, 1775)

Материал: Минск, SW окраина, 25.08.2005, дубовая роща, на свет, люмин. лампа 400 Вт, 1 ♀ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ).

Grapholita compositella (Fabricius, 1775)

Материал: д. Тулово, окр. Витебска, 19.06.1999, разнотравье, кошение, 1 ♂ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ).

Dichrorampha petiverella (Linnaeus, 1758)

Материал: Витебск, 28.07.2003, лесопарк, сухая опушка, кошение, 1 экз. (В.И. Пискунов); д. Тулово, окр. Витебска, 19.06.1999, разнотравье, кошение, 2 ♂, 25.05.2006, разнотравье у железнодорожного полотна, кошение, 1 ♂ (В.И. Пискунов); д. Шпили, окр. Витебска, 5.06.2002, у дороги, кошение по траве, 1 ♂ (В.И. Пискунов); Руба, 12 км NO Витебска, 9.07.2002, луг, кошение, 19⁰⁰ (В.И. Пискунов) (ИЗ НАНУ); Витебск, 3.07.1968, 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Dichrorampha vancouverana McDunnough, 1935

Материал: Витебск, 3.07.1968, 1 экз., 24.07.1968, 1 экз. (В.И. Пискунов) (ЗМ ННПМ НАНУ).

Заключение. В результате проведенных авторами исследований получены современные дополненные и уточненные данные о видовом разнообразии микрочешуекрылых фауны Беларуси в количестве 95 видов из 44 родов, относящихся к семействам Yponomeutidae, Argyresthiidae, Plutellidae, Tortricidae, среди которых есть ряд хозяйственно важных видов-фитофагов. Впервые для фауны Беларуси указаны восемь видов листоверток: *Thyralia nana* (Haworth, 1811), *Aphelia unitana* (Hübner, 1799), *Aphelia viburnana* (Denis et Schiffermüller, 1775), *Bactra robustana* (Christoph, 1872), *Selenodes karelica* (Tengström, 1875), *Epinotia gimmerthaliana* (Lienig et Zeller, 1846), *Gypsonoma oppressana* (Treitschke, 1835) и *Epiblema sticticana* (Fabricius, 1794). Находки этих видов на территории республики значительно дополняют известный раньше список видов Tortricidae фауны Беларуси [9].

Из вышеуказанных видов семейства Yponomeutidae в садово-парковых ценозах Беларуси наиболее часто встречается транспалеарктический вид *Yponomeuta evonymellus* (Linnaeus, 1758), трофически приуроченный к розоцветным, известный как вредитель черемухи, нередко образующий очаги массового размножения в лесах и парках [10]. В аналогичных фитоценозах Беларуси обитает палеарктический вид *Yponomeuta plumbellus* (Denis et Schiffermüller, 1775), гусеницы которого питаются листьями бересклетов, являясь потенциальными вредителями-дендрофагами. В составе семейства Plutellidae необходим мониторинг транспалеарктического вида *Ypsolopha asperella* (Linnaeus, 1761), также известного вредителя плодовых и ценных лесных пород (терна, боярышника, яблони лесной и др.) [10].

Среди вышеуказанных видов листоверток садовым культурам в Беларуси вредят 13 видов: *Acleris bergmanniana* (Linnaeus, 1758), *A. holmiana* (Linnaeus, 1758), *Archips podana* (Scopoli, 1763), *A. rosana* (Linnaeus, 1758), *Ptycholoma lecheana* (Linnaeus, 1758), *Pandemis cerasana* (Hübner, 1786), *P. corylana* (Fabricius, 1794), *P. heparana* (Denis et Schiffermüller, 1775), *Hedya nubiferana* (Haworth, 1811), *Apotomis betuletana* (Haworth, 1811), *Enarmonia formosana* (Scopoli, 1763), *Spilota ocellana* (Denis et Schiffermüller, 1775), *Cydia pomonella* (Linnaeus, 1758) [11]; 25 видов вредят лесопарковым культурам: *Tortrix viridana* (Linnaeus, 1758), *Acleris logiana* (Clerck, 1759), *Archips oporana* (Linnaeus, 1758), *A. podana*, *A. rosana*, *Ptycholoma lecheana*, *Pandemis cerasana*,

P. corylana, *P. heparana*, *Clepsis rurinana* (Linnaeus, 1758), *Hedya nubiferana*, *H. salicella* (Linnaeus, 1758), *Apotomis betuletana*, *Syricoris lacunana* (Denis et Schiffermüller, 1775), *S. rivulana* (Scopoli, 1763), *Spilota ocellana*, *Epinotia immundana* (Fischer von Röslerstamm, 1839), *E. maculana* (Fabricius, 1775), *E. nisella* (Clerck, 1759), *E. tenerana* (Denis et Schiffermüller, 1775), *E. trigonella* (Linnaeus, 1758), *Zeiraphera isertana* (Fabricius, 1794), *Rhyacionia pinicolana* (Doubleday, 1850), *Cydia splendana* (Hübner, 1796–1799), *C. strobilella* (Linnaeus, 1758) [12]. Полевым культурам может вредить *Grapholita compositella* (Fabricius, 1775), но ее вредоносность на территории Беларуси незначительна.

Таким образом, изложенные сведения о видовом составе ипономеутоидных молей-фитофагов и листовёрток, распространенных в конкретных растительных ассоциациях Беларуси, необходимы для научно обоснованного мониторинга и разработки эффективных мер защиты сельскохозяйственных и лесопарковых фитоценозов Беларуси.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пискунов, В.И. Уточнение перечня видов выемчатокрылых молей (Lepidoptera, Gelechiidae) Беларуси / В.И. Пискунов, И.А. Солодовников // Вестн. Віцебск. дзярж. ун-та. – 2004. – № 2(32). – С. 131–138.
2. Пискунов, В.И. Новые и малоизвестные для Беларуси виды выемчатокрылых молей (Lepidoptera, Gelechiidae) / В.И. Пискунов, И.А. Солодовников // Вестн. Віцебск. дзярж. ун-та. – 2005. – № 4(38). – С. 129–134.
3. Пискунов, В.И. Список видов выемчатокрылых молей (Lepidoptera, Gelechiidae) Беларуси по результатам исследований в 1968–2009 годах / В.И. Пискунов // Вестн. Віцебск. дзярж. ун-та. – 2010. – № 5(59). – С. 49–54.
4. Загуляев, А.К. Моли и огневки – вредители зерна и продовольственных запасов / А.К. Загуляев. – М.–Л.: Наука, 1965. – 271 с.
5. Heppner, J.B. Tribal classification of the Lepidoptera / J.B. Heppner // Lepidoptera News. – 2003. – № 1–2. – P. 1–22.
6. Razowski, J. Tortricidae of Europe. Vol. 1: Tortricinae and Chlidanotinae / J. Razowski. – Bratislava: F. Slamka, 2002. – 247 pp.
7. Razowski, J. Tortricidae (Lepidoptera) of Europe. Vol. 2: Olethreutinae / J. Razowski. – Bratislava: F. Slamka, 2003. – 320 p.
8. Brown, J.W. World catalogue of insects. Vol. 5: Tortricidae (Lepidoptera) / J.W. Brown, J. Baixeras, R. Brown [et al.]. – Stenstrup: Apollo Books, 2005. – 741 p.
9. Мержеевская, О.И. Чешуекрылые (Lepidoptera) Белоруссии. Каталог / О.И. Мержеевская, А.И. Литвинова, Р.В. Молчанова. – Минск: Наука и техника, 1976. – 132 с.
10. Загуляев, А.К. Серпокрылые моли / А.К. Загуляев // Насекомые и клещи – вредители сельскохозяйственных культур. – СПб.: Наука, 1994. – С. 259–265.
11. Литвинава, А.М. Некаторыя даныя з біялогіі садовых ліставёртак (Lepidoptera, Tortricidae) Беларусі / А.М. Літвінава // Вестні АН БССР, сер. біялагічных навук. – 1966. – № 2. – С. 89–96.
12. Литвинова, А.Н. Листовёртки (Tortricidae, Lepidoptera) – вредители лесов центральной части Белоруссии / А.Н. Литвинова // Фауна и экология насекомых Белоруссии. – Минск: Наука и техника, 1967. – С. 64–80.

Поступила в редакцию 04.06.2012. Принята в печать 24.08.2012

Адрес для корреспонденции: 01001, г. Киев, ул. Крещатик, д. 22, а/я 338, e-mail: zs.39@mail.ru – Гершензон З.С.



Стратегические основы международной академической мобильности и регионализации подготовки специалистов социальной сферы в контексте принципа поликультурности

А.П. Орлова

Учреждение образования «Витебский государственный университет им. П.М. Машерова»

Статья посвящена раскрытию одной из приоритетных проблем формирования единого европейского образовательного пространства: международной академической мобильности и регионализации подготовки специалистов социальной сферы в контексте принципа поликультурности. Показаны стратегические основы данных образовательных процессов. Акцентируется внимание на принципе поликультурности с учетом этнокультурного своеобразия регионов. Поликультурность образовательного пространства рассматривается в качестве среды непрерывного формирования нравственного здоровья социума. Подчеркивается важность синергетического метопринципа, объединяющего гуманистический, антропологический, аксеологический и культурологический метопринципы в единое целое, в регионализации подготовки специалистов социальной сферы в контексте принципа поликультурности. Синергетический подход определяет стратегические основы международной академической мобильности и регионализации подготовки специалистов социальной сферы, формируя личностные и профессиональные качества, позволяющие современному специалисту органически войти в мировую цивилизацию и культуру.

Ключевые слова: международная академическая мобильность, регионализация подготовки специалистов, принцип поликультурности.

Strategic bases of international academic mobility and region based training of social workers in the context of multicultural principle

A.P. Orlova

Educational establishment «Vitebsk State University named after P.M. Masherov»

The article dwells upon one of the priority issues of the formation of unified European educational environment: international academic mobility and region based training of social workers in the context of multicultural principle. Strategic bases of these educational processes are presented. Attention is drawn to the multicultural principle regarding ethnical and cultural specificity of regions. Multicultural side of the educational space is seen as the environment for non stop formation of moral health of the society. Significance of the synergetic methoprinciple, which joins humanistic, anthropological, axiological and cultural methoprinciple into one whole, in the region based training of social workers in the context of multicultural principle, is stressed. The synergetic approach defines strategic bases of international academic mobility and region based training of social workers; it shapes personality and professional qualities, which make it possible for a modern specialist to enter world civilization and culture.

Key words: international academic mobility, region based training of specialists, multicultural principle.

Цивилизационные изменения в современном мире формируют вызов времени – продвижение конкурентоспособных специалистов на международном рынке труда на основе органического включения личности в мировую цивилизацию и культуру. Это предполагает пристальное внимание ученых-исследователей к проблеме международной академической мо-

бильности и регионализации подготовки специалистов социальной сферы на основе принципа поликультурности. Формируется единое информационное пространство, образование становится непрерывным. Функциональное поле образования претерпевает качественные изменения в сторону социально-педагогического компонента и актуализирует интеграционные

процессы в высшем образовании. Превалирование личностно ориентированного подхода к образованию приводит к его качественному изменению. В рамках Болонского процесса в Европе формируется единое образовательное пространство, характеризующееся развитием академической мобильности в высшем образовании. Международная академическая мобильность способствует повышению качества профессиональной подготовки современных специалистов, обеспечивая конкурентоспособность как систем высшего образования, так и компетентных специалистов на международном рынке труда.

Цель статьи – раскрытие стратегических основ международной академической мобильности и регионализации подготовки специалистов социальной сферы в контексте принципа поликультурности.

Материал и методы. Материалом послужили труды ученых, в которых рассматриваются проблемы международной академической мобильности и регионализации образования. Использован комплекс методов педагогического исследования с акцентом на теоретические методы.

Результаты и их обсуждение. В широком смысле международную академическую мобильность следует рассматривать как комплексный мобильный процесс интеллектуального продвижения студентов вузов, а также свободного перемещения специалистов в целях обмена научным и культурным опытом, ресурсами, технологиями обучения. Многофункциональность международной академической мобильности в высшем образовании позволяет акцентировать внимание на наиболее приоритетных аспектах развития современного образования.

В настоящее время ученые в развитии международной академической мобильности стран Европы выделяют три базовые модели: западноевропейскую, скандинавскую и восточноевропейскую. Восточноевропейская модель (к ней относится большинство стран на постсоветском пространстве) находится в стадии становления. В этом заключается определенная сложность осуществления международной академической мобильности. Между тем уровень развития образования и перспективы дальнейшего развития общества актуализируют проблему интеграции, активизации академической мобильности названных стран в области образования на основе диалогового подхода к культуре и межкультурному образованию.

Диалоговый подход к культуре и межкультурному образованию акцентирует внимание ученых и практиков на проблеме определения типа отношений между культурами. На основе принятой ЮНЕСКО «Декларации Мехико по политике в области культуры» в качестве определяющего типа межкультурного образования признаны отношения взаимодействия и взаимообогащения. В документах ООН и ЮНЕСКО, в том числе в докладе Международной комиссии по образованию для XXI века, подчеркивается, что важнейшей задачей является подготовка человека к жизни в поликультурном мире. В связи с этим значимым и своевременным является объединение усилий ученых и практиков России и Беларуси в совершенствовании процесса развития международной академической мобильности в образовании специалистов социальной сферы на основе принципа поликультурности с учетом этнокультурного своеобразия народов, населяющих данные страны. В русле названного подхода одной из перспективных форм развития академической мобильности в образовании можно рассматривать объединение ученых и практиков России и Беларуси в целях реализации индивидуальной траектории профессионального становления будущего специалиста социальной сферы в условиях поликультурной среды вуза.

В современном мире роль образования в значительной степени определяется перспективами дальнейшего развития общества. Качественное изменение функционального поля образования коснулось компонентов, позволяющих активно и профессионально влиять на социальную практику. Этнопедагогика как важнейший феномен современности существенно влияет на модернизацию общества, что актуализирует проблему включения этнопедагогического компонента в формирование индивидуальной траектории профессионального становления будущего специалиста социальной сферы в условиях поликультурной среды вуза: особенностью современной социальной среды является ее полиэтничность, что создает определенные сложности в адаптации в данной среде и определяет значимость этнопедагогики в подготовке специалистов социальной и образовательной сфер.

В середине XX столетия мы имели дело с выраженной гомогенностью культурного потребления и самовыражения. В это время в

научной и общественной среде сформировались две противоположные позиции на культуру и образование как феномен культуры. С одной стороны, опора на западную философию жизни и образования привела к неверному пониманию стратегии дальнейшего развития культуры и образования. Техногенизация жизни приводит к стремлению унификации, культурному равенству, превращению культурных ценностей в инструмент социального сплочения. Это выражается в потребности нивелирования этнокультуры и этнонауки, в том числе этнообразования. В данном случае речь идет о перспективе социокультурной стерильности образовательных систем. С другой стороны, условия полиэтнической среды приводят ученых к вопросу формирования этнокультурной компетенции. Формирование этнокультурной компетенции предполагается путем усвоения традиций этнопедагогики. Модернизация традиций этнического воспитания, по мнению целого ряда ученых, помогает в условиях полиэтнической среды сформировать взаимопонимание и взаимодействие между народами, т.е. толерантную модель поведения, и обеспечивает понимание своеобразия и ценностей других народов. Однако плодотворная мысль деятелей науки о необходимости формирования этнокультурной компетенции не нашла верного пути реализации в советской школе. Достижение поставленной цели осуществлялось через дискурсивно-фольклорное национальное воспитание. Модернизированный «традиционализм» в этнообразовании воспринимался как понимание ценности иной культуры через ценность собственной (с учетом только положительного). Результат подобного рода этнообразования – культурное забвение.

Качественно новый уровень понимания этнообразования в полиэтнической среде наблюдается в современных условиях. Ряд ученых, в соответствии с Концепциями воспитания и образования суверенных стран постсоветского пространства (прежде всего следует говорить о России и Беларуси), свидетельствуют о необходимости формирования личности на этнокультурной основе, способной органически вписаться в мировую цивилизацию и культуру. С этой точки зрения, в основе этнообразования – этническая идентичность и культурная толерантность. Полиэтническое общество, в соответствии с законом единства и борьбы противо-

положностей, предполагает признание как положительного, так и негативного в этнокультурах поликультурной среды. Принцип «золотого правила нравственности», сформулированный Э. Кантом, в данном случае может и должен быть применен в отношении перспектив дальнейшего развития этнообразования и этнокультуры в целом. При этом одним из ведущих методологических принципов является принцип поликультурности, что актуализирует взаимосвязь и взаимодействие полиэтнического и поликультурного образования.

Актуализация взаимосвязи и взаимодействия полиэтнического и поликультурного образования – новая реальность. Это, с одной стороны, должно гармонизировать отношения между этническими группами, с другой – способствовать гуманизации отношений между людьми одной и разных социокультурных групп. Такой подход к организации образования в определенной мере помогает преодолеть негативные тенденции в образовании (национализм, дискриминация по различным признакам и т.п.). Поликультурность, как мы отмечали, следует рассматривать в качестве одного из ведущих дидактических принципов. Этот методологический принцип дает возможность говорить о том, что поликультурные основы этнопедагогики могут выступать как фактор, позволяющий эффективно решать проблему гармонизации отношений между этническими группами и гуманизации отношений между людьми как одной, так и разных этнических групп.

Принцип поликультурности и диалоговый подход к культуре позволяют разработать механизм проектирования поликультурного пространства России и Беларуси, воссоздающего национальные культуры на основе принципа преемственности, т.е. взаимосвязи и взаимодействия культур. Поликультурность образовательного пространства при этом становится средой непрерывного формирования нравственного здоровья социума, где главным является нравственное совершенствование личности.

Международная академическая мобильность предполагает пристальное внимание ученых-исследователей уделить регионализации этнопедагогической подготовки специалистов социальной сферы. В условиях поликультурного мира и диалогового подхода к образованию появилась потребность в сочетании традиционной

и личностно ориентированной парадигм. Подобный подход актуализировал проблему регионализации образования: реальная потребность разработки данной проблемы сфокусировала внимание педагогов-исследователей на вычлениении ее в разряд приоритетных проблем современности.

Определяя понятийно-терминологический аппарат изучения регионализации образования, ученые особое внимание обращают на необходимость построения системы образования и индивидуальной профессионально-личностной траектории в соответствии с особенностями региона и общей установкой на построение образования на основе социального заказа общества. При этом акцент делается на социально-педагогический аспект, включающий этнопедагогический компонент, перспективный в свете личностно ориентированного направления развития человека в современном обществе.

Личностно ориентированный подход в сочетании с гуманитаризацией образования в контексте социально-педагогического аспекта определяют вектор региональной интерпретации образовательного пространства. Традиционное понимание образовательного пространства сводилось к тому, что это – определенная траектория или линия, по которой должно осуществляться нормативное движение ученика. В рамках новой образовательной парадигмы ученые, в соответствии с социальным заказом общества, рассматривают образовательное пространство как место в социуме, где субъективно задаются множество отношений и связей, осуществляется специальная деятельность определенных систем по развитию личности и ее социализации. В этом ключе понимается и внутренне формируемое, индивидуальное образовательное пространство.

Знаковость обращения к новому толкованию образовательного пространства определяется целым рядом обстоятельств: динамикой социальной ситуации (новой социально-культурной, в том числе образовательной политикой), ценностно-нормативной неопределенностью и переоценкой ценностей (размытостью нравственного идеала, отсутствием нравственного стержня у отдельных представителей современной молодежи), внедрением западных ценностей и моделей развития, стихийностью целеполагания педагогической деятельности и адекватной сложившейся ситуации стратегии образования.

Здесь представлен ряд социально-педагогических условий, ставших факторами, стимулирующими реализацию понятия «образовательное пространство» в педагогическую науку и практику.

Рассмотрение идеи образовательного пространства в контексте новой образовательной ценности акцентирует внимание ученых на особенностях социокультурных условий, в которых осуществляется личностное и профессиональное развитие человека, формируются его специфические качества. Такой подход согласовывается с потребностью вхождения в мировое образовательное пространство на основе принципов поликультурности и диалога культур.

Объективная реальность привела к необходимости создания целостной системы профессиональной подготовки и переподготовки специалистов социальной сферы с целью обретения социально-педагогической компетентности. Речь идет об осуществлении непрерывной социально-педагогической подготовки данных специалистов с учетом региональной специфики и возможностей развития международной академической мобильности.

Определяет акцент на регионализацию подготовки специалистов социальной сферы в контексте принципа поликультурности синергетический метопринцип, объединяющий гуманистический, антропологический, аксеологический и культурологический метопринципы в единое целое. Это обусловлено прежде всего тем, что синергетический метопринцип является ключом к решению современной проблемы образования. Синергетический метопринцип предполагает, что синергетически-холистская парадигма образования имеет преемственную связь с классической, технократической и гуманистической парадигмами. Преемственность, прежде всего, проявляется в форме синтеза технократической и гуманистической парадигм образования, а в целом – в форме синтеза классической и синергетической парадигм как ядра постнеклассической науки. Обращение к социально-педагогическому аспекту и выделение данной тенденции детерминировано рядом объективных причин. Трансляция знаний перестала быть единственной функцией образования. Изменившиеся социально-экономические условия поставили перед системой образования новые задачи, одной из которых является формирование у специалистов социальной сферы навыков

социализации, адаптации в изменяющейся среде в соответствии со своей профессиональной деятельностью.

Социально-педагогическое образование в контексте синергетики предполагает процесс взаимодействия и взаимосвязи ряда сопряженных подсистем – педагогики личности и педагогики социума, преподавания и учения, воспитания и самовоспитания. В идеале результатом должно стать новообразование – переход от развития к саморазвитию путем повышения творческого потенциала саморазвивающихся подсистем.

Современное общество находится в поиске выхода из глобального кризиса, прежде всего в области духовности, философии социального устройства. В этих условиях социально-педагогическое образование может выступать одним из столпов синергетической модели дальнейшего цивилизационного развития общества. В подобном плане следует рассматривать вышеназванные метопринципы образования. Поиск путей сближения цивилизаций, культур, разных народов реально приводит к философскому осмыслению в контексте синергетики культурологического метопринципа. Культурологический принцип следует рассматривать через призму поликультурности. Полиэтничность современного общества, наметившаяся тенденция международной академичности, формируемое мировое образовательное пространство реально акцентируют внимание на межэтнических контактах, проецируя его (внимание) на профессионализм специалистов социальной сферы, предполагающий формирование социально-педагогической компетентности на основе принципа поликультурности. Принцип поликультурности и диалоговый подход к культуре позволяют разработать механизм проектирования поликультурного пространства современного социума, воссоздающего национальные культуры на основе принципа преемственности, т.е. взаимосвязи и взаимодействия культур. Поликультурность образовательного пространства при этом становится средой непрерывного формирования нравственного здоровья социума, где главным является нравственное совершенствование на основе толерантности. Толерантность – важнейшая ценностная установка современного общества. Декларация принципов толерантности (1995) определяет толерантность как уважение, принятие и правильное понима-

ние богатого многообразия культур современного мира, форм самовыражения и способов проявления человеческой индивидуальности. Ученые рассматривают толерантность как основанную на ценностных ориентациях готовность субъекта к осознанным личностным действиям, направленным на выстраивание отношений с представителями иной социальной, нравственной, культурной среды на конструктивной основе; на достижение гуманистических отношений между людьми, обладающими неодинаковым мировоззрением и ценностной ориентацией, разным стереотипом поведения; на расширение собственного опыта путем приобщения к иным культурам, взглядам, окружающей среде, самому себе.

Синергетизм антропологического, культурологического, аксеологического и гуманистического метопринципов проявляется в духовно-нравственном самосовершенствовании объектов и субъектов социально-педагогического образования. Это дает возможность гармонично строить взаимодействие интересующих нас подсистем исходя из высокогуманных основ этнокультуры и общечеловеческих ценностей. Прогнозируемый результат такого взаимодействия – возможность формирования самодостаточного, самоорганизующегося, саморазвивающегося, самосовершенствующегося специалиста. Главное достоинство социально-педагогического образования специалиста социальной сферы в свете синергетического подхода – формирование личностных и профессиональных качеств, позволяющих современному специалисту органически войти в мировую цивилизацию и культуру.

Социально-экономические и этнополитические изменения, происходящие на всем постсоветском пространстве в последние годы, повлекли за собой определенные трансформации в сознании и поведении молодых людей, что, несомненно, не могло не сказаться на построении их жизненных и профессиональных планов. В этой связи становится все более актуальным изучение условий, факторов и механизмов формирования и реализации индивидуальной траектории профессионального становления будущего специалиста в условиях поликультурной среды вуза, а также выявление универсального и специфического в воздействии поликультурной среды на данные процессы, что позволит прогнозировать социальное поведение

молодежи как на рынке труда, так и в области социальных, в том числе межэтнических, отношений.

Проводимое исследование направлено на сравнительное изучение влияния поликультурной среды на процесс становления молодых специалистов в условиях системы высшего профессионального обучения, создание научно обоснованной и методически подкрепленной модели реализации индивидуальной траектории профессионального становления будущего специалиста социальной сферы в поликультурной среде вуза.

Заключение. Таким образом, в настоящее время реально назрела необходимость регионализации индивидуальной траектории профессионального становления будущего специалиста социальной и образовательной сфер в поликультурной среде вуза. Регионализация педагогики личности и педагогики социума, т.е. сферы социальных отношений на основе принципа поликультурности, в современных условиях развития общества должна стать основой, определяющим стержнем будущей профессиональной деятельности специалистов социальной

сферы. Акцент на рассмотрение поликультурной среды вуза как условия реализации индивидуальной траектории профессионального становления будущего специалиста социальной сферы с учетом региональной специфики становится в разряд приоритетных направлений развития современного образования. Теоретико-методологическое видение развития международной академической мобильности в образовании позволяет прогнозировать дальнейшее развитие данного феномена. Реализация международной академической мобильности в рамках концепции индивидуализации профессионального становления будущего специалиста в контексте поликультурности обеспечит решение трех важнейших задач в образовании, выдвинутых в рамках Болонской декларации и Пражского коммюнике: академическое качество; способность выпускников вузов найти работу на международном рынке труда в течение всей жизни; мобильность во всех смыслах – пространственная, временная (т.е. непрерывность образования и повышение квалификации), программная мобильность.

Поступила в редакцию 26.06.2012. Принята в печать 24.08.2012
Адрес для корреспонденции: e-mail: annaor39@yandex.ru – Орлова А.П.

Социальная активность будущих специалистов социальной работы как основа эффективного осуществления социально- профессиональных функций и ролей

Г.А. Качан, Н.С. Семенова

Учреждение образования «Витебский государственный университет им. П.М. Машерова»

Теоретическое осмысление проблемы социальной активности вызывает большой научный интерес не только в связи с высокой социальной востребованностью ее в современном обществе, но и потому, что она представляет собой своеобразный педагогический контекст разработки основных положений подготовки высококвалифицированного, конкурентоспособного, готового к инновационной деятельности специалиста. Особое значение развитие социальной активности приобретает при подготовке специалистов социальной работы, что обуславливается спецификой профессиональной деятельности, ее целями и задачами, а также функционально-ролевым репертуаром специалиста в области социальной работы.

В статье рассматриваются различные подходы к трактовке понятия «социальная активность», анализируются факторы, влияющие на ее формирование. Приводятся результаты исследования. Авторы приходят к заключению, что проблема формирования социальной активности будущих специалистов требует разработки ее концептуальных основ в условиях вуза.

Ключевые слова: активность, социальная активность, уровни социальной активности, познавательная активность.

Social activity of would be specialists in social work as basis for effective implementation of the social and professional functions and roles

G.A. Kachan, N.S. Semenova

Educational establishment «Vitebsk State University named after P.M. Masherov»

Theoretical understanding of the issue of social activity is of great scientific interest not only in connection with its high social demand in modern society but also because it presents a certain pedagogical context for the development of key ideas of training highly qualified, competitive, ready for innovative activity specialist. The development of social activity acquires special importance while training social sphere specialists. It is conditioned by the specificity of the professional work, its goals and tasks as well as functional and role repertoire of a social sphere worker.

The article considers different approaches to the interpretation of the concept of social activity; it analyzes factors which influence its formation. Findings of the study are presented. The authors come to the conclusion that the issue of the formation of the social activity of would be specialists requires development of its conceptual bases in the university environment.

Key words: activity, social activity, levels of social activity, cognitive activity.

Социальная работа как вид профессиональной деятельности сегодня становится одним из главных способов организационного и социально-технологического реагирования общества на новую социокультурную ситуацию. Ее роль в жизни современного общества определяется тем, что она выступает в качестве фактора социальной стабильности и социальной безопасности. Сегодня специалист по социальной работе играет активную роль в структурировании, программировании, координации действий различных систем социальной помощи населению. Он оказывает существенное влияние на личность, группу людей, общности, оказавшиеся в сложной жизненной ситуации, ре-

шает вопросы их успешной социальной адаптации и реабилитации, защиты и поддержки, участвует в работе по созданию центров, служб социальной помощи различным категориям населения. Вследствие этого приоритетной задачей инновационного высшего профессионального социального образования на сегодняшний день является подготовка специалиста, обладающего помимо профессиональных знаний и умений также способностью использовать их на практике, быть конкурентоспособной, самосовершенствующейся личностью. В этом контексте особое значение приобретает исследование проблемы формирования социальной активности будущих специалистов по соци-

альной работе как основы успешного и эффективного осуществления профессиональных функций и ролей.

Целью данной работы стало рассмотрение социальной активности будущих специалистов социальной сферы как конструктивной основы эффективного осуществления профессиональных функций и ролей.

Материал и методы. Для достижения поставленной цели использовались следующие методы исследования: анализ философской, социологической, психолого-педагогической литературы по проблеме, анкетирование, контент-анализ полученных данных, тест-опросник КОС.

Результаты и их обсуждение. Российские и зарубежные ученые неоднократно обращались к проблеме социальной активности личности и рассматривали различные аспекты данного феномена. Так, А.Н. Ломов в своих исследованиях уделял внимание проблеме проявления уровней социальной активности; Л.А. Шаламова, В.Б. Волков изучали процесс формирования социальной активности; А.А. Файзуллаев акцентировал внимание на психологических аспектах социальной активности; Т.Н. Мальковская исследовала социальную активность старшеклассников, а Е.Л. Омельченко – социальную активность молодежи [1–5].

Указанные работы способствуют обобщению накопленных знаний и опыта по проблеме социальной активности человека. Вместе с тем, социальной активности как конструктивной основе жизнедеятельности студенческой молодежи уделяется недостаточно внимания как в теоретических изысканиях, так и в практической деятельности. Существующие на сегодняшний день разработки не учитывают в полной мере особенность сложившейся социально-педагогической и экономической ситуации, недостаточно исследованы роль и возможности вуза в формировании социальной активности студенчества.

В научной литературе имеет место неоднозначность в трактовке понятия «социальная активность», что объясняется сложностью самого объекта исследования, в частности, разнообразием его форм, вариантов. Для конкретизации понятия «социальная активность» мы использовали системный анализ, что позволило рассмотреть изучаемое явление с позиций разных наук: философии, социологии, психологии, педагогики.

Так, в философии социальная активность представляет собой тип активности, характерный для человека, соответствующий социаль-

ному уровню организации материи, обусловленный и проявляющийся при взаимодействии субъекта с социальной средой в социальной деятельности, в процессе которого происходит преобразование субъекта и среды. Направления изучения социальной активности в философских науках связаны либо с собственно социальной активностью, либо с образом жизни, либо с активной жизненной позицией. С философской точки зрения, социальная активность – это понятие, отображающее характер функционирования индивидов и социальных групп в обществе.

В социологии исследование социальной активности связано с изучением социальных механизмов активности людей, установлением причин и путей повышения социальной активности человека. Социальная активность рассматривается как социологическая категория, характеризующаяся совокупностью свойств (качеств) социального субъекта (личности, группы, общества в целом), посредством которых субъект саморазвивается к определенной для него цели, отражающей объективные законы общественного развития [6]. С точки зрения социологии, социальная активность – это общая интегративная характеристика внутренних возможностей субъекта в осуществлении деятельности, направленной на поддержание и развитие социальной целостности.

В психологической литературе внимание уделяется изучению внутренних факторов развития социальной активности (в качестве источника выступают потребности), которая рассматривается как сложное состояние и одновременно свойство человека – представителя социального мира, взаимодействующего с окружающей действительностью, средой [7]. В работах известных психологов внимание обращается на диалектику социальной активности: активность вызывает развитие; развитие повышает уровень активности, которая приводит к дальнейшему развитию личности. С психологической точки зрения, социальная активность – это одна из сфер проявления темперамента человека, определяющая интенсивность и объем взаимодействия человека с социальной средой; инициативное воздействие социальных субъектов на окружающую среду, на других людей и себя, воспроизводящее или изменяющее условия их жизнедеятельности и развивающее их собственную организационную структуру и психику.

В педагогике развитие социальной активности является одной из важнейших задач воспи-

тания личности и рассматривается как деятельное отношение личности к миру, способность производить общественно значимые преобразования материальной и духовной среды на основе исторического опыта человечества, проявляясь в творческой деятельности, волевых актах, общении. С точки зрения педагогической науки социальная активность понимается как совокупность форм человеческой деятельности, сознательно ориентированной на решение задач, стоящих перед обществом, социальной группой. Суть педагогического аспекта изучения проблемы социальной активности заключается в поиске путей развития этого качества личности [2, с. 14].

Контент-анализ авторских подходов к определению сущности социальной активности (Е.А. Ануфриев, Г.С. Арефьева, В.Ф. Бехтерев, Т.С. Лапина, Т.В. Тищенко, Т.Н. Мальковская, В.Г. Мордкович и др.) позволил выделить такие характеристики категории «социальная активность»: ценностное понимание социальной действительности; социально значимые действия; социально-психологическая готовность к деятельности; творческое отношение к деятельности; энергичная самостоятельность личности, направленная на преобразование действительности и самого субъекта.

Очевидно, что социальная активность – многоаспектное понятие. Ее можно рассматривать как: сложное общественное явление; свойство личности; состояние деятельности; организационное и направленное взаимодействие социального субъекта с окружающим миром по созданию и развитию системы жизнедеятельности; меру деятельности социального субъекта (личности, организации, группы, общества в целом). Мы понимаем социальную активность студента как динамическое качество личности, способствующее реализации социальной направленности личности и ее готовности проявлять себя в различных аспектах жизнедеятельности, в том числе социально-профессиональной деятельности.

Социальная активность не носит произвольного характера, а определяется исторической необходимостью и представляет собой процесс созидания целеполагающим субъектом новых общественных форм, условий собственного существования. Под направленностью социальной активности понимают систему потребностей, интересов, взглядов, идеалов, выступающих в качестве мотивов индивидуального поведения и определяющих специфическое отношение личности к динамике общественного процесса.

Социальная активность личности связана с внутренней мотивацией поведения индивида, его устремлениями, потребностями, интересами. Она проявляется в социальной деятельности, и соответственно с тремя ее формами различаются три основных вида социальной активности: трудовая, общественно-политическая и познавательно-творческая. Ряд исследователей выделяет и иные виды социальной активности: производственную, культурно-познавательную, семейно-бытовую и досуговую.

Невозможно понять сущность социальной активности, не обратившись к рассмотрению ее структурных компонентов. Р.П. Попок выделяет такие структурные компоненты социальной активности, как нормативно-оценочный, мотивационно-побуждающий и практически-действенный [8]. Нормативно-оценочный включает в себя устойчивые и всесторонне развитые знания, убеждения, отношения личности; мотивационно-побуждающий компонент содержит социально и личностно значимые ведущие потребности, установки, склонности, идеалы и характеристики личности, а практически-действенный – отражает постоянную готовность человека к действиям, его устойчивые волевые усилия и высокую эмоциональную выдержанность.

В качестве основных компонентов социальной активности студенческой молодежи мы будем рассматривать самостоятельность, социальную ответственность, инициативность личности в достижении общественно значимых целей, социально значимые потребности, ориентацию на социальные ценности, жизненные принципы личности, активность психических процессов, результат социальной активности.

Показателями сформированности социальной активности на разных этапах развития личности выступают: изменение мотивации; направленность этой мотивации на удовлетворение потребности в общественно значимой деятельности и социально ценном общении; целеустремленность и сознательность в действиях и поступках; ответственность и активность в различных видах деятельности; результаты деятельности и общественной активности; реальные действия, поступки и образ жизни человека [1]. Наряду с вышеперечисленными, показателями социальной активности, с нашей точки зрения, являются позитивное отношение к выполняемой деятельности, удовлетворенность ее процессом и результатами, добровольность участия в деятельности. В основе проявления социальной активности студенческой мо-

лодежью должен лежать принцип добровольности.

Формирование социальной активности личности – сложный процесс, обусловленный разнородными факторами. Во-первых, это факторы, связанные с культурно-исторической средой, возрастными, половыми особенностями индивида, этнокультурными характеристиками. Все они образуют и характеризуют внешнее пространство личности. Другой уровень факторов связан со структурно-содержательными характеристиками самой социальной активности, которая зависит от степени выраженности целей, потребностей, мотивов, личностных качеств.

Сознательность личности и мотивы ее деятельности трудно измерить, поэтому при определении уровня социальной активности следует исходить из того, что дает представление о степени развития этих качеств. Такой предпосылкой может стать отношение к практической деятельности, которое выражается, во-первых, в выдвижении конкретной идеи и соответствующей ей цели; во-вторых, в определении пути реализации этой идеи – активности; в-третьих, в выборе самой личностью различных способов осуществления поставленной цели – самостоятельности; в-четвертых, в отборе наиболее рациональных методов для выполнения конкретного задания – творчестве. Совокупность названных качеств обуславливает поступательный характер самой деятельности. Любое действие начинается с инициативы; для формирования практических умений и навыков необходима самостоятельность; творчество предполагает ориентацию человека в действии и ярко выраженные в нем волевые усилия. С точки зрения выделенных признаков первый, начальный уровень социальной активности предполагает добросовестное выполнение поручаемого без собственной инициативы, самостоятельности и тем более творчества. Второй, средний уровень социальной активности характеризуется сочетанием активности и самостоятельности с наличием или отсутствием инициативы. Третьему, высокому уровню свойственно сочетание всех указанных признаков при наличии активного творческого начала [9].

Исходя из выделенных уровней социальной активности, студентов, ее проявляющих, можно условно разделить на три группы: потенциально активные, активные, творчески активные. Вне этих уровней – безынициативная, пассивная группа. Существуют различия между выде-

ленными группами не только по степени сочетания признаков социальной активности, но и по практическим умениям и навыкам студента, его отношению к учебному труду и другим видам социально значимой деятельности, внутриколлективному общению, эмоционально волевому состоянию.

Студенческой молодежи присущ весь диапазон социальной активности: общественно-политическая, трудовая, познавательная активность, активность в сфере культурно-досуговой деятельности. В последнее время социальная активность молодежи все интенсивнее разворачивается в новой информационной среде, т.е. в виртуальном социальном пространстве.

В условиях вуза студенческая молодежь имеет реальную возможность проявить высокую социальную активность в учебно-познавательной, научно-исследовательской, культурно-досуговой деятельности. Познавательная активность способствует формированию научного мировоззрения и предполагает наличие познавательной самостоятельности, интереса к познавательной деятельности, потребность в постоянном самосовершенствовании. Одним из путей формирования познавательной активности является гармонизация учебной, научно-исследовательской и внеаудиторной деятельности студентов.

Значимость познавательной активности подтолкнула ряд ученых при определении уровней социальной активности личности взять за основу такой критерий, как проявление активности в образовательном процессе, что и позволило выделить низкий, средний и высокий уровни проявления социальной активности [8, с. 21]. Низкий уровень характеризует то, что субъектная позиция студента в образовательном процессе выражена слабо либо практически отсутствует. Студент занимает чаще всего пассивную позицию, активность проявляет крайне редко, предпочитает быть в роли исполнителя, к самостоятельности не стремится, так как сориентирован на традиционное выполнение роли обучающегося как объекта педагогических воздействий. При среднем уровне социальная активность в определенной степени присуща студенту как его личностное качество, выражена у него в достаточной мере. Студент стремится к проявлению своей активности, но инициативным бывает редко. Выборочно относится к участию в самостоятельных заданиях. Пытается вырабатывать собственную позицию в тех или иных вопросах, но далеко не всегда стремится выражать свое отношение к тем или иным аспектам орга-

низации образовательного процесса. Студенту с высоким уровнем социальной активности присуща как внутренняя активность (переживание своей причастности к процессу образования, осознание того, что результат учебной деятельности будет зависеть от личных усилий, интеллектуальная включенность в предлагаемый учебный материал), так и внешняя (выражение собственного мнения по поводу обсуждаемой проблемы, обращение к преподавателю с вопросами и уточнениями, внесение предложений по организации учебного процесса). Студент с высокой степенью инициативен, самостоятелен в освоении учебной деятельности, ориентирован на выполнение различных видов самостоятельных работ.

На основании вышеизложенного можно констатировать, что при измерении уровней социальной активности приходится иметь дело с субъективными оценками, что и обуславливает отсутствие общепринятой, обоснованной системы и критериев измерения социальной активности. Кроме того, критерии и показатели будут различными для разных видов деятельности, в которых человек проявляет социальную активность. Различной также будет система индикаторов измерения социальной активности и для разных социальных групп: подростки, молодежь, пожилые люди и т.д. Что не вызывает сомнений при измерении социальной активности, так это учет фактора, свидетельствующего о том, что деятельность социального субъекта добровольна и что она вызвана собственными потребностями индивида.

По уровню социальной активности личность не может быть однозначной. Любого человека отличает определенный уровень социальной активности, детерминированный различной степенью сознания, наличием внутренних побуждений, реальное воплощение которых в действительности проходит через проявление инициативы, активности, самостоятельности и творчества. Личность, находящаяся на разных уровнях социальной активности, обладает системой специфических свойств, имеющих практическое преломление в деятельности: поступках, отношениях, общении.

Социальная активность может диагностироваться через экспертную оценку интенсивности освоения социального пространства, степени участия в общественной жизни, социальной инициативности, причем большинство практиков, как педагогов, так и психологов, поступают именно так, оценивая социальную активность в различных конкурсах и поощряя ее в обще-

ственной жизни. Однако этого показателя недостаточно. Несмотря на доступность и ясность, он, на наш взгляд, не отражает субъективную сторону активности. Известно, что разные люди от природы имеют разный уровень потребности в социальных контактах и, исходя из этого, внешнее проявление социальной активности также будет неодинаковым, поэтому важно, как сам человек оценивает свою социальную активность и какое место она занимает в структуре его личности. Кроме того, каждый социальный контакт имеет различную степень социальной значимости.

Для изучения уровней социальной активности можно также использовать изучение мотивов ее проявления. В основе диагностики мотивов социально-психологической активности личности лежит тестирование как процесс количественного измерения индивидуально-психологических различий, включающий репрезентативность, надежность, валидность, достоверность. В целом можно сделать вывод, что универсальной методики для определения уровня социальной активности личности не существует. Разработаны различные методики для изучения тех или иных аспектов, составляющих социальную активность (мотивация, самооценка, изучение коммуникативных, организаторских способностей и т.д.).

Нами для изучения уровня социальной активности будущих специалистов социальной работы была создана комплексная методика, включающая в себя несколько параметров: самооценку социальной активности, экспертную оценку социальной активности, уровень коммуникативных способностей, уровень организаторских способностей. Методика была апробирована на студентах третьего курса Витебского государственного университета им. П.М. Машерова (факультет социальной педагогики и психологии, специальность «Социальная работа»). Актуальность изучения уровня социальной активности студентов данной специальности, по нашему мнению, связана со спецификой профессии, которая предполагает постоянный контакт с различными категориями людей, инициативность, высокий уровень организаторских и коммуникативных умений и т.д.

В изучении уровня социальной активности приняло участие 49 человек. Первый блок методики включает в себя изучение самооценки социальной активности и оценки уровня социальной активности студента экспертом. Данная анкета включает в себя 10 вопросов и ответы на эти вопросы, среди которых необходимо выбрать

наиболее подходящий для себя. Каждый ответ оценивается от 1 до 5 баллов. В результате все ответы суммируются, и выводится средний балл самооценки социальной активности. Эксперт (им является куратор студенческой группы) оценивает уровень социальной активности по пятибалльной шкале. Итоговой оценкой уровня социальной активности в данном блоке является среднее значение самооценки и экспертной оценки.

Второй и третий блоки включают в себя изучение коммуникативных и организаторских способностей. Данное исследование было выполнено с помощью теста-опросника КОС (коммуникативно-организаторские способности). По его результатам студент мог получить от 1 до 5 баллов, что свидетельствовало о том или ином уровне проявления коммуникативных и организаторских способностей. В 65% случаев оценка эксперта совпадает с самооценкой студента, в 14% – оценка экспертов ниже самооценки обследуемых и в 21% – оценка эксперта выше самооценки студентов. Из данных результатов можно сделать вывод, что в целом самооценка студентов является адекватной, совпадая в большинстве случаев с оценкой эксперта.

Также со студентами была проведена методика КОС. Обоснованность ее включения в изучение уровня социальной активности связана с тем, что данные способности представляют собой важный компонент социальной активности, так как от их уровня зависит способность человека общаться, устанавливать необходимые социальные связи, организовывать как свою личную, так и общественную деятельность. Уровень развития коммуникативных и организаторских склонностей студентов характеризовался с помощью оценок по шкале. Испытуемые, получившие оценку 1, – это люди с низким уровнем проявления коммуникативных и организаторских склонностей (12% – коммуникативные и 14% – организаторские).

Испытуемые, получившие оценку 2 (18% – коммуникативные и 12% – организаторские), имеют коммуникативные и организаторские склонности ниже среднего уровня. Они не стремятся к общению, чувствуют себя скованно в новой компании, коллективе, предпочитают проводить время наедине с собой, ограничивают свои знакомства, испытывают трудности в установлении контактов с людьми и выступлении перед аудиторией, плохо ориентируются в незнакомой ситуации, не отстаивают собственное мнение, тяжело переживают обиды, предпочитают избегать проявления самостоятельных решений и инициативы.

Для испытуемых, получивших оценку 3 (37% – коммуникативные и 29% – организаторские), характерен средний уровень проявления коммуникативных и организаторских склонностей. Студенты, вошедшие в данную группу, стремятся к контактам с людьми, не ограничивают круг своих знакомств, отстаивают собственное мнение, планируют свою работу, однако потенциал их склонностей не отличается высокой устойчивостью. Таким образом, со студентами, получившими в ходе исследования оценки 1, 2, 3, необходимо проводить серьезную и планомерную учебно-воспитательную работу по формированию и развитию коммуникативных и организаторских умений и навыков.

Испытуемые, получившие оценку 4 (10% – коммуникативные и 26% – организаторские), относятся к группе с высоким уровнем проявления коммуникативных и организаторских склонностей. Они не теряются в новой обстановке, быстро находят друзей, постоянно стремятся расширить круг своих знакомых, занимаются общественной деятельностью, помогают близким, друзьям, проявляют инициативу в общении, с удовольствием принимают участие в организации общественных мероприятий, способны принимать самостоятельное решение в трудной ситуации. Все это они делают не по принуждению, а согласно внутренним устремлениям.

Испытуемые, получившие высшую оценку 5 (23% – коммуникативные и 19% – организаторские), обладают очень высоким уровнем проявления коммуникативных и организаторских склонностей. Они испытывают потребность в коммуникативной и организаторской деятельности и активно стремятся к ней, быстро ориентируются в трудных ситуациях, непринужденно ведут себя в новом коллективе, это инициативные люди, которые предпочитают в важном деле или в создавшейся сложной ситуации принимать самостоятельные решения, отстаивают свое мнение и добиваются, чтобы оно было принято другими. Они могут внести оживление в незнакомую компанию, любят организовывать разные игры, мероприятия, настойчивы в деятельности, которая их привлекает, и сами ищут такие дела, которые бы удовлетворяли их потребность в коммуникации и организаторской деятельности. В результате проведения всех методик была подсчитана комплексная оценка уровня социальной активности студентов. У 35% студентов уровень социальной активности выше среднего, у 33% – средний, 24% – ниже среднего, 8% – высокий. В целом можно

сделать вывод, что у основной части студентов третьего курса, обучающихся по специальности «Социальная работа», уровень социальной активности достаточно высокий, что является очень важным показателем успешности их учебной, а также будущей профессиональной деятельности.

Заключение. Теоретический анализ предмета нашего рассмотрения, а также анализ данных исследования позволяют сделать следующие выводы.

Теоретическое осмысление проблемы социальной активности вызывает большой научный интерес не только в связи с высокой социальной востребованностью ее в современном обществе, но и потому, что она представляет собой своеобразный педагогический контекст разработки основных положений подготовки высококвалифицированного, конкурентоспособного специалиста, готового к инновационной деятельности. Вместе с тем, имеет место противоречие между потребностями общества в гражданах с высоким уровнем социальной активности и недостаточным уровнем ее развития у студентов.

В научной литературе сложилось множество подходов к определению понятия «социальная активность», но все они сводятся к тому, что социальная активность – это качество личности, которое позволяет ей проявить себя. Социальная активность включает в себя такие компоненты, как нормативно-оценочный, мотивационно-побуждающий, практически-действенный. Социальная активность имеет определенные показатели, позволяющие говорить об уровне ее сформированности: целеустремленность, мотивация, сознательность, активность, ответственность, добровольность деятельности.

Существует ряд факторов, которые определяют формирование и развитие социальной активности студенческой молодежи. Основными из них являются общество, семья, государство, группы сверстников, СМИ, деятельность обще-

ственных и государственных организаций. У современной молодежи есть потребность и социальная мотивация к проявлению социальной активности в различных сферах жизнедеятельности общества и государства.

Благоприятные условия для формирования социальной активности будущих специалистов социальной работы создает волонтерство, так как оно предоставляет дополнительные возможности для духовного и социального развития, удовлетворения творческих и образовательных, социальных и личностных потребностей, а также является хорошей возможностью проверить правильность профессионального выбора и закрепить профессиональную мотивацию. Участие в волонтерской деятельности требует от личности проявления ее социальной активности, которая реализуется через социальное творчество, через стремление к самоорганизации и самоутверждению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Качан, Г.А. Тенденции развития социальной активности молодежи в условиях вуза / Г.А. Качан, С.А. Моторов, Н.С. Моторова // Весн. Віцебск. дзярж. ун-та. – 2008. – № 2(48). – С. 14–18.
2. Ломов, А.Н. Педагогика высшей школы / А.Н. Ломов // Республиканский межведомственный сборник. Вып. 9. – Минск: Вышэйшая школа, 1985. – С. 14–19.
3. Лядник, Т.Н. Социальная активность подростков: современный взгляд на проблему / Т.Н. Лядник // Сацыяльна-педагагічная работа. – 2005. – № 3. – С. 21–26.
4. Мартынова, М.Д. Развитие лидерства и социальной активности молодежи в системе высшего образования как основание для формирования управленческих качеств будущего специалиста / М.Д. Мартынова // Университетское образование. – 2003. – № 5–6. – С. 129–133.
5. Шаламова, Л. Социальная активность молодежи: принципы управления / Л. Шаламова // Высшее образование в России. – 2005. – № 7. – С. 96–99.
6. Социологическая энциклопедия / под общ. ред. члена-корреспондента Национальной академии наук Беларуси А.Н. Данилова. – Минск: Беларус. энцыкл., 2003. – С. 234.
7. Немов, Р.С. Психология: в 3 кн. / Р.С. Немов. – М.: Просвещение: Владос, 1995. – Кн. 1: Общие основы психологии – С. 41.
8. Попок, Р.П. Социальная активность и ее компоненты / Р.П. Попок // Пазашкольнае выхаванне. – 2004. – № 7. – С. 22.
9. Мальковская, Т.Н. Социальная активность старшеклассников / Т.Н. Мальковская. – М.: Педагогическая наука, 1988. – С. 14.

Поступила в редакцию 25.06.2012. Принята в печать 24.08.2012
Адрес для корреспонденции: e-mail: kspr@ysu.by – Качан Г.А.

Формирование социально-инновационной компоненты в выпускном резюме студентов специализации «Физика (управленческая деятельность)»

А.С. Ключников, Ю.М. Чирвоная

Учреждение образования «Витебский государственный университет им. П.М. Машерова»

В данной статье ставится задача и излагаются методы формирования профессиональных качеств выпускников физического факультета, необходимых для работы в условиях рыночной экономики, основанной на знаниях. Основной компонентой комплексной проблемы инновационной направленности выпускного резюме молодого специалиста авторы считают его способность к управлению стремительно нарастающим объемом знаний, умение применить их в сфере наукоемких инвестиций. В условиях конкуренции научно-технологических новшеств необходимо на стадии обучения овладеть горизонтальными и вертикальными качествами менеджера для успешной коллективной работы над проблемами промышленно-технологического развития экономики Витебского региона и Республики Беларусь. При этом наряду с традиционными аудиторными занятиями предлагается шире использовать внеаудиторные самостоятельные задания студентам по работе с интернет-ресурсами, научной и периодической печатью, участие в выставках-презентациях, научных исследованиях, а также практику проведения лабораторных и практических занятий на промышленных предприятиях.

Ключевые слова: социально-профессиональные навыки, наукоемкость, научно-технологический уклад, рыночная экономика, конкурентоспособность, менеджмент.

Formation of social and innovative component in the final résumé (CV) of students majoring in Physics (Management activity)

A.S. Kluchnikov, Y.M. Chyrvonaya

Educational establishment «Vitebsk State University named after P.M. Masherov»

The problem is set and the methods of professional quality formation, which is necessary for Physics Department graduates work in the market economy environment based on knowledge, are stated in the article. The authors consider that the basic component of the innovative direction of the graduate CV of a young specialist is his ability to manage the rapidly growing amount of knowledge, his ability to apply it in the sphere of science based investments. In the situation of competitive scientific and technological innovations the authors consider it necessary during the university course to master the horizontal and vertical managerial qualities for successful collaboration on problems of industrial and technological development of economy of the Vitebsk region and the Republic of Belarus. Meanwhile along with traditional academic classes the increasing use of extracurricular assignments for students' work with the Internet resources, scientific journals and periodicals, the participation in presentation exhibitions, scientific investigations as well as the practice of conducting laboratory and practical classes at industrial enterprises is also proposed.

Key words: social and professional skills, research intensity, research and technological system, market economy, competitiveness, management.

Перспектива развития экономики и промышленности любого государства особенно в наше время интенсивной модернизации и увеличения наукоемкости выпускаемой продукции целиком и полностью определяется профессиональной компетентностью специалистов. Смена поколений, сопутствующая эволюции научно-технологического и социально-культурного уклада общества, требует надлежащих изменений в педагогике высшей школы, которая готовит для этого соответствующих специалистов. Представляются актуальными разработка и использование новых педагогических приемов и методов с целью подготовки для современного производства физи-

ков-менеджеров с выпускным резюме, содержащим социально-инновационные знания и навыки. С этой целью авторы считают необходимым более активно использовать новые формы внеучебного процесса (изучение информации по структуре, наукоемкости и экспортному потенциалу промышленности Витебского региона и Республики Беларусь), а также на основе учебных дисциплин специализации формировать у студентов активную жизненную позицию и навыки управления научно-технологической информацией и коллективной работой по выработке путей проблем импортозамещения и увеличения наукоемкости продукции.

В качестве цели, объединяющей усилия преподавателей и студентов как на время учебы, так и на последующую профессиональную деятельность последних, декларируется осознание государственной важности инновационного развития научно-технологического потенциала государства и формирование современного управленческого персонала на основе экономики знаний.

Целью настоящей статьи является формирование у выпускников физических специальностей инновационно-инвестиционных навыков, способствующих их восприимчивости к технологическим инновациям и конкурентоспособности на современном рынке привлечения инвестиций в наукоемкий сектор экономики. Сейчас в сфере управления инновациями и инвестициями на основе достижений науки и экономики знаний доминируют следующие направления:

- производство экологически чистых продуктов питания с рынками сбыта в СНГ, Азию, Африку, Латинскую Америку;
- техническое и комплектационное перевооружение жилищно-коммунального хозяйства, источников энергии на местных ресурсах, местная промышленность, придорожный сервис и агротуризм;
- разработка и изготовление спецтехнологического оборудования, включая склады и создание логистических центров, реконструкция аэропортов, создание совместных автотранспортных производств;
- обширный спектр медицинского оборудования и лекарственных препаратов;
- информатизация образования, создание информационно-программных средств, техническое перевооружение связи, кино, телевидения и современных научно-технологических центров.

В целом требуется капитальный реинжиниринг всего производственно-технологического хозяйства, который в рамках существующих госпредприятий невозможен без свободных рыночных процедур и создания протекционных и благоприятных законодательных условий для стимулирования и развития предпринимательства.

Для притока инвестиций и грамотной оценки их целесообразности необходима восприимчивость среды к ним, которая определяется наличием специалистов с соответствующим образованием.

Особую сложность всем этим процессам придает происходящий в настоящее время процесс глобализации, затрагивающий не только экономику и политику, но и практически все другие сферы духовной и практической деятельности человека. Благодаря развитию новых информационных и коммуникационных техно-

логий теряют значение государственные границы и определения территориальной юрисдикции, основанные на географии. Новые технологии создают действительно международную и независимую территорию деятельности, на которой практически невозможно эффективное применение того или иного национального законодательства. Это заставляет говорить о глобальной системе знаний, выходящей за пределы локальных, узконациональных контекстов. Эти знания объединяют культуры разных народов, характеризуются разнообразием источников, строятся на базе глобальной информационной инфраструктуры и охватывают такие сферы человеческой деятельности, как наука и техника, политика и экономика, гуманитарные и социальные дисциплины, культура и образование.

Весьма важно, что процесс глобализации происходит одновременно с переходом к информационному обществу, т.е. к новому мировому сообществу, основанному на информации, что влечет за собой кардинальные изменения в сфере производства и деловой активности людей. Стремительное развитие информационной составляющей общества резко меняет структуру занятости и трудоустройства, создает новые профессии и рабочие места. Все больше и больше людей становятся членами информационного общества в качестве учащихся, производителей или потребителей товаров и услуг. В этой связи новое разрешение получает противоречие, которое всегда существовало между фундаментальным образованием и профессиональным обучением. Ориентация на узких профессионалов отражает уровень понимания социальной защищенности личности в предыдущие десятилетия. Ныне ситуация меняется. Реально защищенным в социальном отношении может быть лишь широкообразованный человек, способный гибко перестраивать направление своей профессиональной деятельности в сторону увеличения наукоемкости выпускаемой продукции. Наиболее подходящей специальностью для такой деятельности является «Физика (управленческая деятельность)».

В соответствии со сформулированной проблемой и поставленной целью в нашей статье обобщены и изучены следующие задачи:

1. Оценить роль знаний в экономическом росте государства и социально-культурном развитии общества.
2. Привести примеры внедрения научных новшеств, приводящих к существенному увеличению прибыли и брендовой известности предприятий (фирм).

3. Обобщить процесс информатизации общества и развития информационно-аналитических систем управления.

4. Отрастить роль научного и стратегического менеджмента в практическом руководстве деятельностью трудовыми коллективами.

Материал и методы. Материалом для данной работы явились учебные планы специальностей физического факультета, научные статьи и доклады конференций [1–3]. Для решения поставленных задач был проведен анализ:

- деятельности всех видов студенческих научных кружков;
- организации научно-практических конференций;
- практических занятий на промышленных предприятиях («Монолит», ВЗЭП, «Фортекс – водные технологии», «Витязь» и др.);
- номенклатуры технических характеристик и ценового спектра современной наукоемкой продукции торговой сети г. Витебска.

В работе исследовалось содержание:

- дисциплин учебного плана по общей физике, информатике и математическому моделированию, специальным разделам физики и автоматизации технологических процессов;
- дисциплин социально-гуманитарного блока и факультативов по этике, эстетике, религиоведению и другим общественным дисциплинам;
- спецдисциплин по менеджменту, наукоемкому бизнесу и информационно-аналитическим системам управления, а также курсовых работ.

Методами данного исследования явились системный анализ научной литературы, методы систематизации, обобщения, интерпретации полученных результатов.

Результаты и их обсуждение. Примеры культурно-духовных и научно-промышленных ценностей Витебщины. В качестве таких примеров по Витебскому региону, существенно влияющих на известность и успехи социально-культурной и экономической жизни страны, можно привести:

- «Славянский базар в Витебске», являющийся центром притяжения талантов в сфере музыкальной культуры и народного творчества со всего мира;
- предприятия «Нафтан» и «Доломит» с высоким экспортным потенциалом, Новолукскую ГРЭС;
- туристическо-охотничьи угодья и санаторно-курортные учреждения;

– производство кабельной продукции, ковровых изделий, очистных сооружений в свободной экономической зоне «Витебск»;

– ОАО «Дисплей» с новыми наукоемкими изделиями специального назначения;

– творчество витебских художников и дизайнеров, опирающихся на традиции всемирно известных школ М. Шагала и К. Малевича;

– возрождение православных и католических храмов, существенно влияющих на духовность местного населения вообще и молодежи в частности;

– спортивно-туристический потенциал Браславщины в частности и Витебского Поозерья вообще;

– культурно-духовное наследие (Софийский собор, витебские и полоцкие монастыри и храмы, другие исторические реликвии региона);

– широкое освещение в средствах массовой информации культурно-духовной жизни, научных, учебных новостей и достижений передовых менеджеров и отдельных успешных работников всех сфер деятельности Витебщины, памятных дат, наградений и перспектив развития региона.

Знание вышеперечисленных фактов придает нам уверенность в завтрашнем дне и побуждает к активным коллективным и индивидуальным стремлениям пропагандировать и укреплять положительный имидж и достижения Витебского края вообще и Республики Беларусь в частности:

– в региональной программе инновационного и инвестиционного развития Витебщины на 2011–2015 годы важное место занимает программа «Витебский мех» (организация нового мехового производства и зверофермы на 13 тысяч голов, что обеспечит выработку шкурок в промышленных масштабах + упростит их приобретение);

– следует задействовать аэропорт г. Витебска. Например, инвестор из Чехии заинтересован в создании транспортно-логистического центра на базе аэропорта г. Витебска (посадка самолетов, которые перевозят грузы в Европу, но по экологическим требованиям не могут там приземляться);

– необходимо как можно больше использовать такой природный ресурс, как вода, которым так богата наша область. Допустим, строительство гидроэлектростанций;

– как известно, будущее за новыми технологиями. Речь идет о диодах, диодных лампах и вообще о всей продукции, которая с этим свя-

зана. Зачем нам использовать лампы накаливания, если можно экономить с долговечными, безопасными и компактными светодиодами. Во всем мире подобное направление в светотехнике сейчас развивается особенно стремительно. Мягкий свет, длительный срок службы и высокая экономия – главные причины по их использованию. Почему же нельзя привлечь инвесторов и построить завод по светодиодной продукции, который будет вовремя отслеживать современные тенденции и активно внедрять качественную и выгодную продукцию.

Инновации дают фирме (предприятию) толчок в развитии, продвижении и закреплении своих позиций на рынке. Каждая компания или фирма обладает собственной изюминкой, которая привлекает инвесторов, покупателей. Это и является инновациями (нововведениями). Они необходимы в следующих сферах:

- водный туризм;
- охота;
- развитие деревообрабатывающей промышленности и строительство мебельного предприятия ісеа, которое, кстати, заинтересовано в потенциале нашего региона;
- дистанционное управление военной техникой;
- инновационное развитие нашего университета (например, переход библиотеки на электронную форму обслуживания).

Роль информационных технологий в развитии общества. Информационные технологии (ИТ) в жизни самого обыкновенного человека играют огромное значение, оспаривать которое уже никто не осмелится. ИТ стимулируют развитие самых разнообразных сфер деятельности человека, начиная с узкоспециализированных областей тяжелой промышленности вплоть до социальных сетей.

Даже самые простые операции на современном предприятии принято проводить при помощи компьютеризированных систем. Использование последних разработок в области технологий и технических средств коллектив не всегда в состоянии решить из-за ряда возникших проблем, но упростить их в значительной степени с помощью ИТ под силу. Более четко этот процесс прослеживается на сложных участках аналитической деятельности в ходе формирования отчетов и справок различного характера. Особенный вклад ИТ внесли в сферу образования, где были полностью компьютеризированы все учебные заведения, что в конечном итоге позволило в значительной степени облегчить

процесс обучения и образования. Благодаря ИТ современный человек имеет практически мгновенный доступ к необходимой информации.

Предприятия или организации, какой бы величины они ни были, стараются создать свой сайт в глобальной сети, чтобы упростить доступ простого обывателя к информации об их сфере деятельности и оказываемых услугах. Ведь для человека гораздо проще набрать пару слов на клавиатуре, чем в поиске нужной информации или предмета объездить весь город, в котором он живет, а то и страну, потратив на это уйму времени и сил. В будущем без ИТ все тяжелее будет конкурировать предприятиям, которые отстают в их развитии. Обобщим сказанное следующими аргументами:

1. Нужна ориентировка на поток информации, а не на движение материалов. С каким бы капиталом (человеческим, структурным, потребительским или их объединением) мы бы не имели дело, нельзя путать «реальную» экономику с «экономикой неосязаемого».

2. Необходимо взаимодействие человеческого, структурного и потребительского капиталов друг с другом. Нецелесообразно вкладывать средства в людей, системы и потребителей отдельно. Приведем некоторые виды их взаимодействия. Человеческий и структурный капиталы укрепляют друг друга, когда:

- у сотрудников общая цель, а в компании царит дух инициативы;
- администрация уповает скорее на пряник, чем на кнут;
- руководство старается взять и выдержать быстрый темп развития.

3. Необходим повторный анализ ценообразовательной цепочки в своей отрасли, от сырья до конечного пользователя, – с целью определить самую насущную информацию. Как правило, для интеллектуальной работы она находится «внизу», на потребительском конце цепочки.

4. Информация и знания способны заменять собой дорогостоящие физические и финансовые ресурсы. Каждой компании полезно проверять собственные затраты на основной капитал и спрашивать себя: нельзя ли заменить их более дешевыми материальными источниками?

5. Принадлежность структурного капитала к нематериальным активам, которым компания непосредственно владеет. Его легко контролировать. Парадокс состоит в том, что потребителям – а ведь они-то и платят деньги – нет до него никакого дела. Если верно, что лучшее руководство – то, которое меньше правит, то и из

структур предпочтительнее те действия, что не бросаются в глаза.

Значение научного и стратегического менеджмента в практическом руководстве коллективами. Социально-культурная и деловая активность региона приобрела новую положительную динамику с приходом к руководству председателя облисполкома профессора А.Н. Косинца. Имея существенные достижения международного масштаба на посту ректора Витебского государственного медицинского университета, он использует свой опыт и потенциал ученого-менеджера во всех сферах стратегического менеджмента региона – от образования, здравоохранения до культурно-социальной сферы, промышленности и агропромсектора. Под его руководством существенно укрепляются социально-культурные и экономические связи с Латвией, Московской, Смоленской и Псковской областями России. Свидетельством тому могут служить культурно-обменные мероприятия с Даугавпилсским регионом.

Однако в рамках стратегического менеджмента в сфере науки и образования наметились следующие проблемы, требующие кардинального изменения в части привлечения современных молодых управленцев-физиков. Основной проблемой является распыление бюджетных средств на огромное число приоритетных научных проектов. Их, к примеру, в нашем государстве сформировано и финансируется 200 по 13 направлениям и 1500 заданиям. В России же 5 направлений, составляющих лишь 30 проектов. При этом выделяется на них в России 26 млрд долларов в год, а у нас – 3. Естественно, что при этом страдает качество выполняемых исследований. Считаем, что приток молодых физиков-управленцев позволит перенести центр тяжести научных исследований в университеты и объединить их усилия на прикладных научно-технологических проблемах. Теоретические же научные темы нужно проанализировать, укрупнить и выбрать наиболее конкурентоспособные с их финансированием пропорционально доходам бюджета и экономики страны от импорта высокотехнологичной наукоемкой продукции. Мы приветствуем также решаемую в наше время руководством страны цель вступления Беларуси в Болонскую структуру образовательной системы, так как наши партнеры по Таможенному союзу и Единому экономическому пространству (Россия и Казахстан) уже к ней перешли.

Авторы убеждены, что данная реформа станет решающим стимулятором в культурно-духовном развитии и формировании общего исторического наследия народов этих стран в процессе совместной экономической деятельности и неформального общения.

Значение научного предвидения и стратегического менеджмента в руководстве трудовым коллективом. Роль научного предвидения и стратегического менеджмента в руководстве трудовыми коллективами можно сравнить с ветром в открытом море. Стратегический менеджмент – это система управления процессом выработки долгосрочных целей. Задача стратегического менеджмента – обеспечить ее процветание. Максимально эффективное управление какими бы то ни было коллективами, независимо от того, коллектив ли это из трех человек либо крупный завод, корпорация, невозможно без анализа рынка, стратегического видения, постановки целей, разработки стратегий и путей их реализаций, а также других мер и действий стратегического менеджмента для того, чтобы вовремя заметить проблемы, недостатки и своевременно принять меры, тем самым обезопасить себя от возможных угроз и обойти конкурентов.

Заключение. Трудовые и неформальные отношения в коллективах строятся на основе современных принципов менеджмента, которые определяют социально-культурные и морально-нравственные ценности общества, которое мы формируем и в котором живем. Эти ценности в учебно-воспитательном процессе реализуются в выпускном резюме молодых специалистов методами современной педагогики высшей школы. Важной ее задачей является формирование выпускного резюме молодого специалиста – физика (менеджера). Для решения этой задачи предлагается шире использовать изложенные выше возможности промышленности, культурно-духовного потенциала общества, информационных технологий и учебных программ дисциплин специализаций за счет расширения их практических разделов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сб. статей X(55) Регион. науч.-практ. конф. преподавателей, научных сотрудников, аспирантов и студентов университета. – Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2008. – 390 с.
2. Актуальные проблемы бизнес-образования: материалы X Междунар. науч.-практ. конф. – Минск: Издательский центр БГУ, 2011. – 215 с.
3. Предпринимательство в Беларуси: опыт, становление и перспективы развития: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. – Минск: БГПУ, 2011. – 256 с.

Поступила в редакцию 17.04.2012. Принята в печать 24.08.2012
Адрес для корреспонденции: e-mail: ybagira@gmail.com – Чирвоная Ю.М.

Развитие быстроты у детей старшего дошкольного возраста на основе использования подвижных игр

Н.В. Минина*, Е.И. Плыгавко**

*Учреждение образования «Витебский государственный университет им. П.М. Машерова»

**Учреждение образования «Ясли-сад № 30 г. Полоцка»

Работа посвящена разработке оптимального двигательного режима детей дошкольного возраста. Решение проблемы в условиях низкой двигательной активности может обеспечить специальная направленность средств физической культуры: использование подвижных игр на быстроту в режиме дня.

По мере взросления как мальчиков, так и девочек темпы прироста физической подготовленности постоянно изменяются в сторону увеличения с достоверными различиями по абсолютному большинству показателей, достигая максимума в 6-летнем возрасте. Вышеперечисленные факты позволяют сделать вывод о чувствительности всего возрастного диапазона от 3 до 6 лет. Разработанная и обоснованная система применения в режиме дня подвижных игр, направленных на развитие быстроты, позволяет увеличить двигательную активность детей и повысить уровень физической подготовленности.

Ключевые слова: дошкольное воспитание, двигательная активность, дошкольный возраст, физическая подготовленность, подвижные игры, быстрота.

Development of quickness of preschool children on the basis of quick movement games

N.V. Minina*, E.I. Plygavko**

*Educational establishment «Vitebsk State University named after P.M. Masherov»

**Educational establishment «Nursery-kindergarten № 30 of the city of Polotsk»

The article is devoted to the development of optimal movement regime of preschool children. The solution of the problem in conditions of low movement activity can be provided by special aiming means of physical training: using quick movement games during the day routine.

When both girls and boys grow, the rate of the growth of physical preparedness constantly increases, with reliable differences in biggest number of parameters, and reaches its maximum at the age of 6. The above mentioned facts allow us to make the conclusion on the sensitivity of the whole age range of 3 to 6. The developed and grounded system of using quick movement games during the day routine, which are aimed at development of quickness, makes it possible to increase movement activity of children as well as the level of physical preparedness.

Key words: preschool education, movement activity, preschool age, physical preparedness, quick movement games, quickness.

Двигательная активность считается врожденной потребностью человеческого организма. Основу физической культуры в детском саду составляет оптимальная двигательная активность детей, представленная разными видами двигательной деятельности и формами ее организации. Программой воспитания в детском саду выделено два основных компонента двигательного режима: организованная и самостоятельная двигательная деятельность. Потребность в движении индивидуальна, поэтому условно можно выделить в каждой группе детей большой, малой и средней подвижности.

В программе «Пралеска» определены основные задачи двигательной деятельности в старшей группе: воспитывать устойчивый интерес к организации по собственной инициативе подвижных игр, потребность в двигательной деятельности; стимулировать двигательную активность малоподвижных детей; обеспечить суммарную продол-

жительность двигательной активности каждого из детей в течение дня в пределах 4–4,5 часа [1].

Двигательная активность может быть оценена в объеме (с помощью шагометра) и во времени (по моторной плотности). Объем двигательной активности на занятии составляет 900–1500 шагов в младших группах, 1400–2500 – в средней и старшей. Основными приемами повышения двигательной активности детей на занятии являются: четкость, краткость речи взрослого, использование наиболее рационального способа организации детей (поточный, фронтальный, групповой), многократное повторение движений, эффективное использование физкультурного оборудования [2].

Подвижные игры создают атмосферу радости и потому делают наиболее эффективным комплексное решение оздоровительных, образовательных и воспитательных задач.

Подбирая игру, педагог обращается прежде всего к программе воспитания и обучения

в детском саду, где перечень игр составлен с учетом общей двигательной подготовленности детей конкретного возраста и направлен на решение соответствующих учебно-воспитательных задач. Но, как показали предварительные результаты, реализация работы в детском дошкольном учреждении по физическому воспитанию не всегда обеспечивает полноценное выполнение задач программы «Пралеска».

Двигательное содержание игр должно согласовываться с условиями их проведения. При повторении игры варьируют и сами задачи. Например, если игра «Ловишки» проводится первый раз, педагог учит детей играть, разъясняет содержание, правила игры. Проводя игру во второй раз, воспитатель может использовать ее как средство для развития быстроты. Для этого он ставит перед детьми задачу как можно быстрее убежать от «ловишки». При третьем повторении может быть выдвинута новая задача – развивать у детей преимущественно ловкость. Для этого игра должна проводиться на ограниченной площадке. Кроме того, могут быть выбраны 2–3 «ловишки», и, чтобы увернуться от них, детям придется проявлять большую активность.

Повышение эффективности подвижных игр достигается следующими путями: увеличением расстояния для пробега в играх с перебежками; увеличением продолжительности интенсивных движений в играх с увертыванием; рациональным использованием текста игр. Это дает возможность увеличить время для интенсивных действий детей. Во многих играх правилами предусмотрено, что осаленные дети выходят из игры. Но осаленными, как правило, бывают ма-

лоактивные ребята, с плохой координацией. Целесообразно не выводить таких детей из игры или во время паузы выполнять физические упражнения под контролем педагога [3].

По наличию и степени выраженности внешних признаков утомления можно судить о предъявляемой физической нагрузке и вносить в занятие необходимые коррективы (табл. 1).

Упражнения скоростного характера должны быть хорошо освоены, движения в них нужно довести до автоматизма, чтобы занимающийся не концентрировал внимания на преодолении сложностей построения движений. Основное правило тренировки на быстроту заключается в обязательном выполнении упражнений со скоростью, близкой к максимальной [4].

Дети в возрасте шести лет часто переоценивают свои физические возможности, поэтому нужно внимательно следить за их состоянием, вовремя снижать нагрузки или создавать условия для хорошего восстановления после них [5].

В этой связи необходимо разрабатывать специальные практические мероприятия, направленные на получение оптимальной двигательной активности на занятиях физическими упражнениями. Необходим поиск путей, средств и методов по обеспечению двигательной активности детей.

Задача физкультурных занятий состоит в подготовке физиологической организации ребенка, его мышц и связок, психики к предстоящему в недалеком будущем значительному повышению физических и умственных нагрузок в связи с началом учебы в школе. В этой связи становится понятной актуальность нашего исследования.

Таблица 1

Внешние признаки утомления при занятиях физическими упражнениями

Признак	Степень утомления (нагрузка)		
	легкая	значительная	очень большая
Окраска кожи лица и туловища	небольшое покраснение	сильное покраснение	резкое покраснение, побледнение, синюшность губ
Потливость	небольшая (лица)	большая (головы и туловища)	очень сильная (выступление соли)
Дыхание	ровное, учащенное	значительно учащенное, периодически через рот	резко учащенное, поверхностное, появление одышки
Движения	не нарушены	неуверенные	покачивания, нарушения координации, дрожание конечностей
Внимание	безошибочное	неточность выполнения команд	замедленное выполнение заданий, часто – на повторную команду
Самочувствие	жалоб нет	жалобы на усталость, сердцебиение	сильная усталость, боль в ногах, головокружение, одышка, шум в ушах, головная боль, тошнота и др.

Цель статьи – организация повышения двигательной активности детей старшего дошкольного возраста путем использования подвижных игр на быстроту.

Задачи:

- выявить уровень физического состояния детей младшего, среднего и старшего возраста;
- разработать оптимальный режим двигательной активности детей 6-ти лет посредством использования подвижных игр на быстроту в режиме дня;
- экспериментально апробировать разработанный режим и его эффективность.

Материал и методы. В работе дана оценка физическому состоянию и двигательной активности детей младшего, среднего и старшего дошкольного возраста, а также разработаны организационно-методические основы использования подвижных игр на быстроту в старшей группе детского дошкольного учреждения, позволяющих значительно увеличить объем двигательной активности.

Практическая значимость исследования состоит в том, что разработанная система применения в режиме дня подвижных игр, направленных на развитие быстроты, позволяет увеличить двигательную активность детей и повысить уровень физической подготовленности. Оно проводилось с детьми 3–6 лет УО «Ясли-сад № 30 г. Полоцка».

Предметом исследования стал процесс повышения двигательной активности детей дошкольного возраста. При его проведении мы руководствовались современными принципами и требованиями, предъявляемыми к методам, которые были подобраны в соответствии с целью и задачами исследования.

Для решения поставленных задач в работе использовались следующие методы: теоретический анализ и обобщение, социологические методы, педагогическое наблюдение, антропометрия, педагогический эксперимент, методы математической статистики.

Для получения субъективных данных о социально-гигиенических условиях, физкультурно-спортивной активности детей использовался метод опроса, который проводился с родителями.

Педагогическое наблюдение применялось для сбора первичной информации; педагогической оценки фактов, полученных в результате беседы; для оценки эффективности существующих подходов в организации и планировании процесса физического воспитания дошкольни-

ков; обобщения передового опыта работы.

Объектом наблюдения являлись средства физического воспитания, характер и величина физических нагрузок. По форме наблюдения носили включенный характер. Исследователь принимал активное участие в учебно-воспитательном процессе, который в дальнейшем анализировался и оценивался. Наибольшая эффективность педагогического наблюдения была достигнута при использовании его в комплексе с другими методами исследования. Педагогическое наблюдение проводилось в дошкольном учреждении г. Полоцка.

Оценка физического развития испытуемых проводилась по общепринятой методике (антропометрия) в начале и конце учебного года. Изучались: длина тела, см; масса тела, кг; окружность грудной клетки, см; частота сердечных сокращений, уд/мин.

Метод контрольных испытаний применялся для определения физической подготовленности участников эксперимента с целью выявления сходства и различий между контрольной и экспериментальной группами, а также для оценки эффективности используемых средств и методов физического воспитания. Данный метод включал в себя набор стандартизированных информативных двигательных тестов. Сравнение прироста результатов производилось по исходным и конечным результатам средних данных отдельно для мальчиков и девочек. Оценивались: скоростно-силовые способности по прыжку в длину с места, см; быстрота движений и ловкость – по результату бега на 10 м, с; 30 м, с.

В соответствии с целью исследования использовались констатирующий и преобразующий педагогические эксперименты. В ходе первого были проверены имеющиеся сведения о состоянии здоровья и физического развития дошкольников, получены данные физической подготовленности.

Преобразующий эксперимент предусматривал разработку нового нетрадиционного подхода к практике физического воспитания в соответствии с выдвинутой гипотезой. При подборе исследуемых мы исходили из главного требования, что сравниваемые группы должны быть максимально идентичны по своим характеристикам. При этом учитывали пол, паспортный возраст, физическое состояние детей. При отборе экспериментальной и контрольной групп мы исходили из того, что более однородный состав обуславливает меньший разброс снимаемых

показателей. Учитывалось также, что чем большим количеством исходных данных располагает экспериментатор, тем меньшее количество испытуемых ему может потребоваться для получения статистически достоверных результатов. Присутствие исследователя не вызывало у детей отрицательных реакций, так как он являлся работником данного дошкольного учреждения. Это способствовало созданию нейтральной установки в ходе педагогического эксперимента.

Полученные в результате исследования материалы подверглись математико-статистической обработке. При этом статистические методы применялись в соответствии с характером экспериментальных данных и задачами исследования. Для определения динамики развития контролируемых признаков определялись средние значения параметров (M) в каждой группе по всем изучаемым показателям. Определение разброса значений параметров относительного среднего в пределах каждой опытной группы проводилось при оценке среднего квадратического отклонения (G). Устойчивость оценки среднего характеризовалась средней ошибкой среднего арифметического (m). Выявление статистической разницы в сдвигах средних величин за период между двумя контрольными замерами параметров (значимость величины улучшения изучаемых качеств) производилось при помощи t -критерия Стьюдента. Параметр оценивался по таблице с учетом числа степеней свободы «С» при 5%-ном уровне значимости.

Результаты и их обсуждение. Исследование выполнено в течение 2007–2012 гг. в четыре этапа.

Первый этап (сентябрь–ноябрь 2007 года) – изучение литературных источников, отражающих состояние проблемы. В этот период была определена экспериментальная база и разработана программа исследования.

На втором этапе (сентябрь 2008 г. – май 2009 г.) проводилось исследование физического состояния детей младшего и среднего дошкольного возраста. Было обследовано 39 испытуемых (20 мальчиков и 19 девочек). На протяжении двух лет мы проводили наблюдения за физическим развитием и физической подготовленностью детей младшей, а затем средней групп. По многим показателям в основном отмечались низкий и средний уровни физической подготовленности. Затем с этими же детьми в старшей группе был проведен педагогический эксперимент.

Третий этап исследования осуществлялся в период с сентября 2009 г. по май 2010 г. В

начале учебного года, в сентябре месяце, было продиагностировано 39 человек.

Были сформированы экспериментальная и контрольная группы. В первую группу вошли дети 1-й старшей группы (20 человек), во вторую – 2-й (19 человек). Педагогический эксперимент проводился с детьми 1-й группы, по состоянию здоровья отнесенными к основной медицинской группе, не занимающимися спортом. Для наблюдений за двигательными умениями и навыками и развитием физических качеств детей старшей группы были использованы показатели документа «Образовательный стандарт» – специальной готовности шестилетних детей к обучению в школе. Результаты тестирования показателей в беге на 10 м, 30 м и прыжке в длину с места до эксперимента у мальчиков и девочек как контрольной, так и экспериментальной групп статистически достоверно не различались ($p > 0,05$). Дети контрольной группы занимались в соответствии с требованиями программы «Пралеска» по традиционной методике, экспериментальная группа – по специальной программе, содержащей большее количество подвижных игр в режиме дня, направленных на развитие быстроты. В течение года с детьми экспериментальной группы «Фантазеры» проводилась индивидуальная и коррекционная работа.

На основе анализа научно-методической литературы были выявлены основные параметры содержания, объема и интенсивности учебно-тренировочной нагрузки при стимулировании развития физического качества быстроты у старших дошкольников [6].

Нами были выбраны подвижные игры, направленные на развитие быстроты: «Стань первым!», «Быстро возьми предмет», «Ловишки», «Мы веселые ребята», «Догони соперника», «Два мороза», «День и ночь», «Третий лишний» и др. Игры проводились в начале основной части физкультурного занятия, а также во время прогулок. Физкультурные занятия проводились три раза в неделю: два занятия в зале и одно на улице. Игра на быстроту длилась 3–5 повтора с 2–3-минутным интервалом отдыха или прекращалась, когда снижалась скорость бега и появлялись первые внешние признаки утомления. По среднему подвижному ребенку систематически замерялся пульс, частота сердечных сокращений не превышала 150 уд/мин.

Динамика показателей физической подготовленности детей от 3 до 6 лет ($M \pm m$)

Тесты	Пол	Младшая группа	Средняя группа	Старшая группа контрольная		Старшая группа экспериментальная	
		сентябрь	сентябрь	сентябрь	май	сентябрь	май
Бег 10 м, с	М	4,0 $\pm$ 1,03	3,2 $\pm$ 0,95	2,9 $\pm$ 0,98	2,7 $\pm$ 0,92	2,8 $\pm$ 1,02	2,5 $\pm$ 0,94*
	Д	4,1 $\pm$ 1,06	3,0 $\pm$ 0,87	2,9 $\pm$ 0,87	2,8 $\pm$ 0,99	3,0 $\pm$ 0,89	2,7 $\pm$ 0,97*
Бег 30 м, с	М	11,3 $\pm$ 0,14	9,1 $\pm$ 0,12	7,5 $\pm$ 0,15	7,1 $\pm$ 0,12**	7,55 $\pm$ 0,10	6,8 $\pm$ 0,09**
	Д	11,4 $\pm$ 0,12	9,9 $\pm$ 0,11	8,0 $\pm$ 0,13	7,7 $\pm$ 0,1*	7,9 $\pm$ 0,14	7,5 $\pm$ 0,11**
Прыжок в длину с места, см	М	61,2 $\pm$ 1,39	97,6 $\pm$ 1,40	115,2 $\pm$ 1,32	128,0 $\pm$ 1,33*	116,5 $\pm$ 1,4	132 $\pm$ 1,3**
	Д	66,5 $\pm$ 1,41	79,2 $\pm$ 1,28	100,8 $\pm$ 1,26	106,1 $\pm$ 1,3*	109,9 $\pm$ 1,35	119 $\pm$ 1,42**

Примечание: достоверность различий: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$.

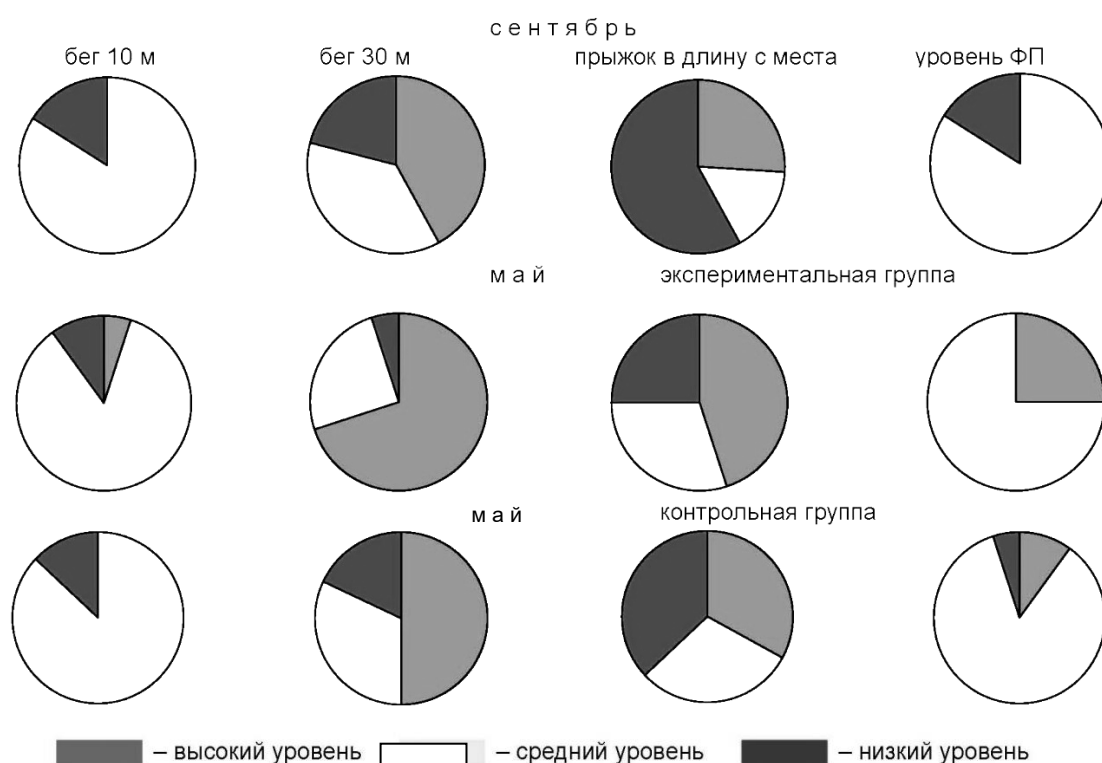


Рис. Динамика уровня физической подготовленности детей старшего дошкольного возраста в течение года, %.

Четвертый этап (октябрь 2011 г. – январь 2012 г.) – обработка результатов исследований, обобщение и систематизация собранного материала. Оценка физического развития мы проводили по 3-м показателям: измерялись масса тела, рост, окружность грудной клетки. Анализ антропометрических данных свидетельствует о неравномерности процессов роста и развития детей, что подтверждается и другими авторами. Следует отметить достоверный прирост всех показателей физического развития. Наибольший прирост массы и длины тела приходится на возраст 6-ти лет.

Уровень физической подготовленности детей оценивался по результатам контрольных испытаний, которые включали 3 упражнения. Уровень подготовленности и динамика изучаемых показателей представлены на табл. 2 и рис.

Результаты педагогического эксперимента показывают, что по мере взросления как мальчиков, так и девочек темпы прироста физической подготовленности постоянно изменяются в сторону увеличения с достоверными различиями по абсолютному большинству показателей, достигая максимума в 6-летнем возрасте. Вышеперечисленные факты позволяют сделать

вывод о чувствительности всего возрастного диапазона от 3 до 6 лет.

Введение в режим двигательной активности детей старшего дошкольного возраста дополнительных подвижных игр на быстроту позволило повысить общий уровень физической подготовленности в экспериментальной группе на 25%, в беге на 10 м на 5%, в беге на 30 м на 28%, в прыжке в длину с места на 19%, что в первую очередь связано с повышением их двигательной активности в режиме дня. В контрольной группе эти показатели были значительно ниже (рис.).

Таким образом, направленное использование подвижных игр в большей степени повлияло на развитие показателей в беге на 30 м: у мальчиков экспериментальной группы результат улучшился на 0,75 с и 0,4 с в контрольной группе, у девочек на 0,4 с и 0,3 с соответственно. Показатели результатов в прыжке в длину с места (см) были также выше в экспериментальной группе: $132,0 \pm 1,30$ против $128,0 \pm 1,33$ у мальчиков и $119,0 \pm 1,42$ против $106,1 \pm 1,30$ у девочек.

Данные нашего исследования тем самым подтверждают мнение, что такие двигательные качества, как быстрота, начинают интенсивно развиваться в старшем дошкольном возрасте.

Мы считаем, что разработанная и обоснованная система применения в режиме дня подвижных игр, направленных на развитие быстроты, позволяет увеличить двигательную активность детей и повысить уровень физической подготовленности. Подвижные игры в сочетании с другими средствами физического воспитания создадут благоприятные возможности для решения оздоровительных и воспитательных задач физической культуры и тем самым будут способствовать оптимизации процесса физического воспитания в целом.

Заключение. Именно в дошкольном возрасте в результате целенаправленного педагогического воздействия формируются здоровье, общая выносливость и работоспособность организма.

Цель организации двигательного режима состоит в том, чтобы, удовлетворяя естественную биологическую потребность детей в движении, добиться хорошего уровня их здоровья, всестороннего физического развития; обеспечить овладение двигательными умениями и навыками, элементарными знаниями по физической культуре. Чтобы исключить утомление детей, следует создать условия для разнообразных движений в физкультурной, игровой, трудовой, индивидуальной, коллективной деятельности с различным физкультурным и игровым материалом.

Как показали наши педагогические наблюдения, не всегда обеспечиваются оптимальная двигательная активность на занятиях физическими упражнениями, выполнение всех задач программы «Пралеска».

Результаты исследования свидетельствуют о том, что решение проблемы в условиях низкой двигательной активности может обеспечить специальная направленность средств физической культуры: использование подвижных игр на быстроту в режиме дня.

В процессе ежедневного проведения подвижных игр и физических упражнений расширялся двигательный опыт детей старшей группы УО «Ясли-сад № 30 г. Полоцка», совершенствовались имеющиеся у них навыки в основных движениях: ходьбе, беге, прыжках; формировались самостоятельность, активность, ориентировка в пространстве, положительные взаимоотношения со сверстниками.

По результатам диагностических данных двигательных умений и навыков в группе «Фантазеры» повысился уровень физической подготовленности воспитанников шестилетнего возраста. Число детей, имеющих высокий уровень, увеличилось на 25%, значительно снизилось количество детей, имеющих низкий уровень физической подготовленности, – в среднем на 16%.

Оптимальный двигательный режим является важным условием разностороннего развития и воспитания у детей потребности к систематическим занятиям физическими упражнениями. Разработанная система применения в режиме дня подвижных игр, направленных на развитие быстроты, позволяет увеличить двигательную активность детей и повысить уровень физической подготовленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пралеска: программа дошкольного образования / Е.А. Панько [и др.]. – Минск: НИО, 2007. – 320 с.
2. Смирнов, Р.И. Физкультура для дошкольников / Р.И. Смирнов. – 2-е изд. – Мозырь: Содействие, 2009. – 64 с.
3. Лихадиевская, Т.Г. Подвижные игры в детском саду: пособие для педагогов дошкольных учреждений / Т.Г. Лихадиевская, И.М. Ивановская. – Минск: Беларусь, 2002. – 240 с.
4. Развитие основных физических качеств и координационных способностей детей: практ. пособие для педагогов / сост. Н.А. Кирченко. – Мозырь: Белый Ветер, 2011. – 150 с.
5. Нарский, Г.И. Физическая реабилитация и укрепление здоровья дошкольников: пособие для педагогов дошкольных учреждений / Г.И. Нарский. – Минск: Полымя, 2002. – 176 с.
6. Шпак, В.Г. Основы теории и методики преподавания физической культуры: учеб. пособие для учащихся специальности «Начальное образование» учреждений, обеспечивающих получение сред. спец. образования / В.Г. Шпак. – Минск: Беларус. энцыкл. імя П. Броўкі, 2010. – 110 с.

Поступила в редакцию 12.06.2012. Принята в печать 24.08.2012
Адрес для корреспонденции: e-mail: mininata@mail.ru – Минина Н.В.

Обучение светской беседе специалиста по международным отношениям

О.В. Васильева

Белорусский государственный университет

Автор статьи анализирует речевые особенности формальной, полужформальной и неформальной светской беседы в сфере международных отношений. Характеризует структуру светской беседы с точки зрения последовательности различных видов реплик, которые объединяются в группы стимулирующих, реагирующих, восклицательных и сигнальных реплик. Выявляет логические схемы развития замысла светской беседы, типичные рече-мыслительные операции и речевые задачи воздействия на партнера по общению. Классифицирует приемы управления светской беседой и описывает особенности речевого поведения специалиста в ходе светской беседы. Обосновывает методику и этапы обучения светской беседе на иностранном языке и предлагает оригинальный комплекс упражнений.

Ключевые слова: формальная, полужформальная, неформальная светская беседа, логические схемы развития замысла светской беседы, рече-мыслительные операции, методика и этапы обучения.

Small talk discourse in education of foreign relations specialists

O.V. Vasilieva

Belarusian State University

The author analyses speech patterns of formal, semiformal and informal small talk in the sphere of foreign relations. Small talk is described in terms of sequence of various types of speech lines, incorporated in several groups: stimulating, responding, exclamatory and signaling. The article covers logical schemes of small talk concept development, typical speech and cognitive effect on the interlocutor. The author classifies the methods of small talk control and describes the peculiarities of specialist's verbal behavior in the process of small talk, establishes the methods and stages of small talk mastering in a foreign language and proposes original set of exercises.

Key words: formal, semiformal and informal small talk, logical schemes of small talk, typical speech and cognitive effect on the interlocutor, methods and stages of small talk.

Профессиональная деятельность специалиста по международным отношениям предполагает использование иностранного языка как инструмента международного взаимодействия. В связи с этим языковая подготовка будущего специалиста-международника охватывает обучение различным видам общих и специальных речевых высказываний, например, публичному высказыванию в форме монолога, профессиональной беседе в форме полилогического высказывания, аналитической записке в форме экспертной дискуссии, полилогу раунда переговоров и пр.

Обучение светской беседе специалиста-международника нашло свое отражение в образовательных программах только в последние пять лет, так как этот вид речевой деятельности в виду общих демократических общественных преобразований стал больше тяготеть к подвиду профессиональной коммуникации специалиста, нежели относиться к жанру светского общения.

Исследований данного вида речевой деятельности специалиста-международника не

проводилось. Светской беседе и как речевому жанру в российской и зарубежной науке уделялось мало внимания. Хотя такие ученые, как М.М. Бахтин [1], Т.Г. Винокуров [2], В.В. Дементьев [3], И.А. Стернин [4], Т.В. Шмелева [5], неоднократно указывают в своих работах на малоизученность специфической структуры, смысловой целенаправленности и логики светской беседы как вида рече-мыслительной деятельности и необходимость глубокого и детального изучения.

Соответственно целью настоящей статьи является описание структурных и логических особенностей светской беседы в сфере международных отношений, вычленение логико-смысловых рече-мыслительных операций светской беседы и разработка комплекса упражнений, позволяющего развивать навыки и умения светской беседы как вида профессионального речевого высказывания специалиста-международника в рамках взаимообусловленных этапов обучения.

Материал и методы. В качестве материала для исследования мы использовали транскрипции и стенограммы, переданные в наше распо-

ряжение Министерством иностранных дел Республики Беларусь, видеозаписи светской беседы представителей дипломатического корпуса Беларуси, Германии, Российской Федерации, Украины и др. Было проанализировано 114 речевых высказываний, относящихся к жанру светской беседы.

Методами исследования послужили: структурный, операционный, коммуникативно-целевой анализ речевых высказываний, сравнительный и описательный методы.

Результаты и их обсуждение. Светская беседа как элемент дипломатического этикета оформилась при дворах европейской (в первую очередь французской) знати в эпоху Просвещения и вместе с французским языком пришла в другие страны Европы. В Россию она проникла во времена Петра I из стран Западной Европы, и, как вид дипломатического общения, официально закрепились к началу XVIII века. Но, несомненно, светская беседа специалистов-международников в XXI веке имеет ряд принципиальных отличий от тех форм светского общения, которыми славилась Европа прошлых веков.

Светская беседа – неотъемлемая часть не только этикета и культуры, но и профессионального взаимодействия специалистов-международников. Она строится по определенным правилам в зависимости от стиля и ситуации общения, степени формальности, социального статуса и пола коммуникантов, речевой задачи воздействия на партнера.

Светская беседа может развиваться как в диалогической, так и в полилогической речи. Но в настоящее время наибольшую популярность в данной профессиональной среде завоевала светская беседа в форме *диалога*, который подразумевает не только разговор двух людей, но и является специфической формой организации профессиональной коммуникации специалистов.

Светская беседа двух партнеров характеризуется рядом свойств: 1) *ситуативностью* (прямая или косвенная зависимость от обстановки разговора); 2) *контекстуальностью* (обусловленность предыдущими высказываниями); 3) *непроизвольностью* (реплики участников общения являются неподготовленными); 4) *малой степенью организованности* (беседа может носить частично запланированный или незапланированный характер).

Несмотря на то, что диалогическая речь светской беседы в сфере международных отношений реализуется в процессе *непосредствен-*

ного общения между собеседниками, тем не менее, она имеет стройную, логическую структуру, так как состоит из последовательного чередования *стимулирующих* и *реагирующих* реплик. Кроме того, диалогическая речь характеризуется обилием вопросительных и побудительных предложений среди стимулирующих реплик, наличием повторов и переспросов в реагирующих репликах, достаточным количеством синтаксически неполных речевых конструкций, которые компенсируются за счет предыдущей реплики, а также включенных в диалог фрагментов небольших (по количеству предложений) монологов различного вида. Наиболее популярными в сфере международных отношений являются следующие мини-монологи: *монолог-сообщение, монолог-характеристика, монолог-рассуждение* [6].

Обобщенная логическая схема развития замысла в монолог-сообщении имеет такой вид: *факт 1 объективной действительности + факт 2 в сравнении или противопоставлении с фактом 1 + факт 3... + ... → обобщение → формулирование выводов.*

Обобщенная логическая схема развития замысла монолога-характеристики: *описание свойства 1 + описание свойства 2 + описание свойства 3 + ... → обобщение свойств → формулирование системного вывода.*

Обобщенная логическая схема развития замысла монолога-рассуждения: *довод 1 + контрдовод 1 + довод 2 + ... → аналитическое обобщение → формулирование выводов.*

В беседах с сотрудниками дипломатических учреждений, со специалистами-международниками, общественными и политическими деятелями мы выявили, что в сфере международных отношений, как правило, тематика светских бесед строго регламентирована и определяется стилем беседы.

По стилю, по нашему мнению, следует различать такие виды, как *формальная, полужформальная и неформальная светская беседа*. Тематическое поле каждого вида беседы отличается по объему и глубине обсуждаемых тем, степени личного доверия, допускаемого в ходе общения.

Соответственно, *формальная светская беседа* может быть посвящена таким темам, как культура, архитектура, литература, искусство, спорт, природа и пр.

Полужформальная светская беседа – культура; архитектура; литература; искусство; философия; религия; спорт; природа и окружающая среда; геополитика; культурные, языковые,

национальные достопримечательности стран; этнолингвокультурные особенности стран; национальные кулинарные традиции; национальные праздники; международные симпозиумы и фестивали и пр.

Неформальная светская беседа – культура; архитектура; литература; искусство; философия; религия и религиозные отличия; спорт; природа и окружающая среда; геополитика и политика отдельных стран; культурные, языковые, национальные достопримечательности стран; этнолингвокультурные особенности стран; национальные кулинарные традиции; национальные праздники; международные симпозиумы и фестивали; личные хобби и увлечения участников светской беседы, пристрастия в различных областях человеческой деятельности; собственная точка зрения по профессиональным вопросам, бизнесу и пр.

Разнообразна палитра участников светской беседы. Специалист по международным отношениям может вступать в беседу с:

- 1) коллегой, т.е. со специалистом-международником, дипломатом, сотрудником специальных учреждений, профессиональным политиком;
- 2) политическим деятелем, не являющимся специалистом-международником;
- 3) журналистом или корреспондентом средств массовой информации;
- 4) членами семей и личным окружением специалистов-международников, дипломатов, профессиональных политиков;
- 5) общественным деятелем, специализирующимся по вопросам международного взаимодействия;
- 6) представителем гражданского общества, не специализирующегося в области международного сотрудничества и политики и др.

В зависимости от социального, политического, общественного статуса и уровня профессиональной компетенции партнера по общению специалист-международник выбирает ту или иную *тему, структуру и речевую задачу* светской беседы.

Но, в отличие от светской беседы вне профессиональной среды, в сфере международных отношений она всегда строго соотнесена с *речевой задачей* и *замыслом* участников коммуникации. Именно речевая задача движет и контролирует обмен мнениями в репликах разных видов.

Наиболее типичными речевыми задачами в *формальной светской беседе* являются:

- установить общий контакт и выявить возможные пути и формы дальнейшего общения;

- ближе познакомиться с участником беседы, его взглядами по широким проблемам, чтобы создать общий, психологический, коммуникативный портрет партнера по общению, что крайне важно для организации и ведения в дальнейшем переговорных процессов и других видов профессиональной коммуникации, для поисков оптимальных путей международного взаимодействия;

- представить себя как умного, тактичного партнера по общению, которому свойственны толерантность и широта взглядов, даже если взгляды участников светской беседы по многим вопросам принципиально различаются; познакомиться с собственным мнением по широкой проблематике, чтобы заинтересовать и мотивировать партнера к сближению в общении.

Полуформальная беседа часто характеризуется следующими речевыми задачами:

- установить общий и/или личный контакт и определить пути и формы дальнейшего углубления в общении и развитии отношений между участниками беседы;
- обсуждая более узкие проблемы с партнером, выявить особенности его речевого поведения, приоритеты в системе интересов, личностные качества, уточнить уровень его осведомленности по кругу общих вопросов;
- представить себя как партнера по эффективной и плодотворной коммуникации, с которым возможно обсуждать сложные проблемы, и познакомиться со своей позицией относительно более узкой проблематики для обнаружения общих интересов, взглядов, приоритетов.

Неформальная беседа имеет такие речевые задачи, как:

- установить личный контакт и определить возможные перспективы дальнейшего общения на взаимовыгодных условиях;
- выявить личное мнение партнера по интересующей узкой проблематике, выслушать и оценить комментарии партнера в рамках определенной проблемы, проследить стратегические и тактические особенности мышления партнера, обнаружить его личную мотивацию в конкретных вопросах;
- представить себя как интересного и полезного партнера по тесному личному общению, познакомиться с собственными личными оценками по узкой проблематике, проявить свои личностные особенности как участника по диалогическому общению.

Даже при анализе речевых задач видно, что в светской беседе в сфере международных отно-

шений широко представлены экспрессивные, социально и индивидуально окрашенные элементы. Но при этом специалисту-международнику необходимо помнить, что они несут особую конструктивную и идеологическую нагрузку, что привносит дополнительный подтекст как в реагирующие, так и стимулирующие реплики.

В сфере международных отношений светская беседа имеет особенный действенный и целенаправленный характер. В данной профессиональной среде она всегда носит политический характер и является официальным актом. Поэтому специалист-международник должен относиться к светскому общению как к форме профессионального международного взаимодействия, хотя в ходе такой коммуникации непосредственные профессиональные проблемы не рассматриваются или обсуждаются в общих чертах на неформальном уровне.

Структура светской беседы, по нашему мнению, характеризуется последовательностью конкретных видов реплик, таких, как:

- *стимулирующие*: побудительные и вопросительные реплики; реплика-переспрос; реплика-контрвопрос; реплика риторического вопроса; реплика перехвата речевой инициативы; реплика ухода от темы; реплика тактичного отказа от развития данной темы и перехода к другой теме и пр.;

- *реагирующие*: повествующие, оценивающие, уточняющие, поясняющие, описывающие, комментирующие, цитирующие и пр.;

- *восклицательные*: реплики-приветствия, реплики-обращения, комплименты, пожелания, поздравления и пр.;

- *сигнальные*: реплики введения в проблему, тему; реплики начала и завершения общения; реплики обнаружения конфликтной ситуации; реплики-реакции на запретную тему; реплики перехода к другой теме и пр.

Сигнальные реплики, в свою очередь, могут расширять высказывание до мини-монологов: монолога-сообщения, монолога-характеристики, монолога-рассуждения, монолога-описания и пр. Повествование в них может развиваться в прямой, обратной и смешанной хронологии.

Ввиду многообразия реплик, включаемых в структуру диалога, логические схемы светской беседы могут быть самыми разнообразными. Приведем пример логической схемы светской беседы:

Участник А: восклицательная реплика приветствия + реплика, стимулирующая развитие темы → участник В: реагирующая реплика

приветствия → А: стимулирующая реплика-вопрос → В: реагирующая реплика-ответ (или реплика-переспрос / уточнение вопроса / расширение вопроса / сужение вопроса / уход от вопроса / реплика контрвопроса / реплика риторического контрвопроса и пр.) → А: уточняющая реагирующая реплика → В: описательная стимулирующая реплика → А: пояснительная реагирующая реплика → В: стимулирующая реплика-комментарий с расширением в микромонолог-сообщение → А: реагирующая реплика с расширением в микромонолог-рассуждение → В: оценивающая реагирующая реплика + стимулирующая уточняющая реплика и т.д. ... → А: сигнальная реплика о завершении общения + восклицательная реплика-благодарность за содержательное общение → В: реагирующая реплика + восклицательная реплика-благодарность.

Несомненно, в виду структурной, целевой и смысловой сложности такого вида речевой деятельности, как светская беседа, специалист по международным отношениям должен владеть комплексом взаимообусловленных речевых умений [7]. Назовем основные из них:

- умения устанавливать контакт посредством реплик приветствия, знакомства, пожелания плодотворного общения или хорошего настроения;

- управлять светской беседой посредством целевых реплик в соответствии с речевой задачей;

- развивать, расширять и сужать тематическое поле беседы;

- стимулировать партнера к развитию тематического поля, ориентируясь на задуманную речевую задачу;

- следить за ситуативным насыщением диалогического общения и управлять им;

- определять уровень эмоционального реагирования партнера на ряд обсуждаемых проблем;

- следить за оценкой своих реплик участником общения;

- создавать благоприятную доверительную атмосферу светского общения посредством восклицательных реплик;

- выявлять и компенсировать *враждебные, конфликтные, недоверительные, подозрительные ситуации* светского общения различными речевыми приемами;

- предлагать, поддерживать и развивать дружественные и доверительные ситуации светского общения;

- адекватно реагировать на сигнальные реплики, реплики-комплименты, нетактичные реплики, реплики-оскорбления и пр.;
- выделять оценочные комментарии партнера по общению;
- определять психологические особенности и корректировать речевое поведение партнера;
- поддерживать интерес партнера к общению различными речевыми приемами;
- реагировать на контекст и подтекст реплик и контролировать их;
- контролировать и управлять собственным речевым поведением.

Но светская беседа требует не только тематического развития, но и *ситуативного расширения*, которое поддерживает интерес участников к беседе. Лишь в этом случае специалист-международник может рассчитывать на успех в реализации своих речевых задач. Поэтому в непринужденной светской беседе всегда присутствует особенная логика, которая развивается обоими участниками общения непосредственно в процессе расширения тематического поля беседы.

В то же время в ходе общения оба партнера формируют *контекст* и *подтекст* диалогического высказывания. Понимать контекст и подтекст реплик беседы и адекватно на них реагировать – это, без сомнения, умение опытного специалиста-профессионала.

Понимание контекста осуществляется на трех уровнях: 1) понимание контекста отдельной реплики; 2) понимание контекста группы реплик; 3) понимание контекста всего высказывания. При этом, как выяснилось в беседе с сотрудниками МИД Республики Беларусь, часто понимание контекста отдельных реплик и группы реплик происходит одномоментно, в ходе беседы, и не представляет особой сложности. Но анализ контекста всей светской беседы требует некоторого времени и осуществляется, как правило, только после завершения общения.

Понимание подтекста светской беседы осуществляется в процессе анализа развития тематического и ситуативного поля. Этот вид речемыслительной деятельности, по нашему мнению, имеет следующую последовательность: *анализ развития общей темы → анализ уточнений по определенным проблемам → анализ личной позиции участников общения по конкретным вопросам и выявление проявленного и/или скрытого отношения участника к определенному вопросу → формулирование смысла*

подтекстовой информации в виде заключения.

Следует отметить, что контекстная информация партнерами всегда осознается и формируется обоими участниками открыто. Подтекст же в диалогической речи чаще всего оформляется непроизвольно и/или скрыто. При этом каждый из партнеров может реализовывать осознанно или неосознанно свой собственный подтекст светской беседы. И если контекст беседы общий для двух партнеров, то подтекст может разделяться на две позиции: подтекст, реализуемый одним партнером, и подтекст, формируемый другим участником. Каждый из этих подтекстов может нести *сходную, различную, противоположную, принципиально отличную смысловую нагрузку*.

В формальной и полужформальной светской беседе, как правило, подтекстовый уровень высказывания не присутствует, но в неформальной беседе он всегда закладывается. При этом он может серьезно противоречить общей логической схеме развития замысла участников и формироваться независимо и неосознанно. Поэтому подтекстовый уровень светской беседы в среде международного взаимодействия специалист обязан анализировать и осмысливать.

Для успешного ведения светской беседы большую роль играет *речевое поведение партнеров*, которое характеризуется речевыми особенностями, адекватными речевыми приемами и манерами, речевой гибкостью и мобильностью, а также речевым самообладанием и контролем, личными качествами собеседников.

Для речи участников светской беседы в сфере международных отношений крайне важны: приятный, не резкий голос; не громкая, но и не тихая речь; достаточный, но не быстрый темп речи; яркий интонационный рисунок; отчетливое и ясное произнесение реплик; высокая эмоциональность. Специалист-международник обязан в ходе беседы следить за своим голосом, мелодикой речи и правильной интонацией. Перечисленные элементы речи играют принципиальную роль в восприятии партнерами друг друга как собеседников.

В светской беседе по-особому проявляются и личные качества собеседников: наличие такта, любезность и деликатность в общении. Традиционно ведущими чертами, определяющими успех светского общения, в европейской дипломатической культуре считают *толерантность и тактичность*. Именно они больше всего привлекают внимание окружающих. Тактичный собеседник не будет назойливым, не утомит, не обидит. Толерантный партнер ува-

жает собеседника, кем бы он ни был, проявляет заинтересованность к проблемам другого, умеет сопереживать.

Адекватное речевое поведение специалиста-международника в светской беседе – это важнейшая составляющая успешной коммуникации. Речевое поведение характеризуется отсутствием поучительного тона и резких осуждающих реплик; избеганием неприятных и запретных тем; способностью принаравливаясь к партнеру, входить в интересы партнера, не выпячивать собственную личность и не опускаться до личностей; а также отсутствием уныния, даже если партнер непримирим к суждениям, и наличием непременно хорошего бодрого настроения.

На наш взгляд, можно выделить ряд обязательных *правил речевого поведения*, которых специалист обязан придерживаться в ходе развития светской беседы: 1) смотреть в глаза собеседнику, но не разглядывать партнера; 2) не перебивать собеседника, 3) давать время собеседнику на обдумывание ответа; 4) сохранять позитивное настроение, несмотря ни на что; 5) обязательно делать перерыв в беседе, если чувствуется такое желание с обеих сторон; 6) контролировать появившийся дискомфорт в беседе и анализировать его причины; 7) не давать советы и не критиковать; 8) не позволять светской беседе превращаться в слишком личный разговор; 9) не лстить; 10) не использовать жесты, желая лучше выразить свои чувства и переживания, а обходиться интонационным рисунком и модуляцией голоса; 11) не пытаться оживить умирающую беседу.

Современный международный речевой этикет в светской беседе позволяет обсуждать самый широкий круг тем, но не углубляться в проблемы, не разбирать конкретные вопросы всесторонне, а рассуждать кратко, емко, но не поверхностно. Диалогическому общению в светской беседе в сфере международных отношений присущи: особая гибкость, эрудиция и профессиональная интуиция партнеров. Именно они выступают своеобразным компасом, отражающим уровень речевых умений светской беседы специалиста-международника.

Понимание речевой структуры светской беседы позволяет специалисту применять различные *приемы управления общением*, которые, по нашему мнению, можно свести к определенным группам, например:

1) использование различных видов вопросов (неожиданный вопрос, вопрос-переспрос, вопрос не в тему, отвлекающий вопрос и пр.);

2) уход от нежелательного вопроса/темы путем введения шутки;

3) сглаживание противоречий в общении с помощью цитаты, анекдота, пословицы и пр.;

4) озвучивание комплиментов, оценивающих реплик похвалы партнеру с целью изменения акцента внимания собеседника;

5) введение в канву светской беседы мини-монолога с целью углубления в обсуждение конкретного вопроса или выяснения личного мнения партнера по общению;

6) демонстрация личной эрудиции или достаточной информированности по конкретному вопросу с целью установления более доверительных отношений в ходе светской беседы;

7) высказывание своей личной позиции по вопросу для развития тематического поля светской беседы и подтверждения доверительных отношений с партнером и пр.

Ввиду компонентной сложности этого вида речевой деятельности обучение светской беседе в сфере международных отношений, как показало проведенное нами опытное обучение специалистов на факультете международных отношений БГУ, необходимо осуществлять в три этапа в рамках дисциплины «Язык специальности: международные отношения».

Первый этап имеет следующие цели:

1) овладение студентами речевыми задачами, логической структурой формальной, полужформальной и неформальной светской беседы;

2) овладение стимулирующими, реагирующими, восклицательными и сигнальными репликами метакоммуникативного характера;

3) формирование и развитие языковых и речевых навыков и умений светской беседы, обслуживающих такие речемыслительные операции, как: установление формального контакта; определение темы беседы; введение в тему, проблему; поддержание речевого контакта; развитие тематического поля; расширение ситуативного поля беседы.

Приведем примеры упражнений, используемых на этом этапе обучения.

- *Ознакомьтесь с транскрипцией светской беседы по теме «Политическая история Республики Беларусь». Классифицируйте стимулирующие, реагирующие, восклицательные и сигнальные реплики партнеров. Определите логическую структуру беседы и речевые задачи собеседников. Определите стиль светской беседы: формальная, полужформальная, неформальная. Какие языковые и речевые средства позволили Вам это сделать?*

- *Ознакомьтесь с транскрипцией светской*

беседы по теме «Политические рекорды Республики Беларусь и Федеративной Республики Германия». Определите, какую речевую функцию выполняют реплики партнеров. Дополните отсутствующие реплики, ориентируясь на речевую задачу каждого партнера.

- Ознакомьтесь с транскрипцией светской беседы по теме «Европейские политические традиции в Республике Беларусь». Выделите стимулирующие, реагирующие, восклицательные и сигнальные реплики партнеров. Определите стиль светской беседы. Выявите сигнальные реплики, развивающие тематическое поле и расширяющие ситуативное поле. Определите логическую схему светской беседы. Дополните отсутствующие реплики, ориентируясь на задачи сигнальных реплик, развивающих и расширяющих тематическое и ситуативное поле беседы.

Целями второго этапа являются:

- 1) овладение студентами логическими схемами развития замысла формальной, полуформальной и неформальной светской беседы;

- 2) овладение стимулирующими, реагирующими, восклицательными и сигнальными репликами для управления логикой беседы и развития тематического и ситуативного поля, расширения высказывания приемом введения монологов различных видов;

- 3) развитие речевых умений светской беседы, обслуживающих такие речемыслительные операции и действия, как: установление полуформального контакта; тематическое и ситуативное насыщение; развитие тематического поля; расширение ситуативного поля; оценочное комментирование; поддержание интереса к беседе путем использования различных речевых приемов; определение психологических особенностей партнера и его речевого поведения; реагирование на контекст и подтекст реплик; контроль и управление собственным речевым поведением.

Приведем примеры упражнений, обслуживающих этот этап обучения.

- Вступите и расширьте (или сузьте, конкретизируйте) тематическое поле формальной светской беседы по теме «Европейская политика добрососедства», используя предложенные стимулирующие, реагирующие реплики и заданную логическую схему развития замысла формальной светской беседы. Завершите беседу, предложив партнеру продолжить общение в ходе дальнейшего профессионального взаимодействия.

- Поддержите полуформальную светскую

беседу с партнером по теме «Современное европейское демократическое общество», используя предложенную логическую схему развития замысла беседы, заданные стимулирующие, реагирующие реплики и применяя прием введения косвенных цитат известных европейских политиков.

- Вступите, участвуйте и завершите неформальную светскую беседу, посвященную истории национальной символики Республики Беларусь и Федеративной Республики Германия, используя предложенную логическую схему беседы, стимулирующие, реагирующие, восклицательные и сигнальные реплики для управления логикой беседы с целью выявления личной позиции партнера по вопросу современного национал-социализма в Германии.

Третий этап имеет цели:

- 1) овладения студентами логическими схемами неформальной светской беседы, расширенной монологическими высказываниями;

- 2) овладения речевыми приемами мотивирования и управления неформальной светской беседой;

- 3) развития и совершенствования умений неформальной светской беседы, обслуживающих такие речемыслительные операции и действия, как: установление личного контакта; определение логики развития беседы; уход от нежелательной темы; введение новой темы; постановка проблемы для обсуждения; контроль за появившимся дискомфортом; выявление и/или уточнение смысловой нагрузки подтекста; реагирование на оценочные комментарии партнера; выявление приоритетов в системе интересов партнера, его личной позиции.

Приведем примеры упражнений, применяемых на этом этапе обучения.

- Участвуйте в неформальной светской беседе по теме «Политический диалог между Западом и Востоком» с целью установления более доверительных отношений с партнером, используйте прием введения мини-монолога-рассуждения, реагируйте на оценочные комментарии партнера с помощью восклицательных реплик (в том числе комплиментов).

- Организуйте неформальную светскую беседу по теме «Перспективы сотрудничества между Республикой Беларусь и Федеративной Республикой Германия в структуре ООН» путем выбора конкретной логической схемы развития замысла и управляйте ею с целью выявления доминирующих интересов партнера в этой области.

Заключение. Несомненно, рассмотренные

выше упражнения не охватывают всего арсенала комплекса упражнений для формирования и развития умений светской беседы в сфере международных отношений. Ведущим признаком этого комплекса является варьирование условно-речевыми и речевыми упражнениями на каждом этапе обучения, которое позволяет специалисту-международнику охватить всю палитру возможных сочетаний речевых компонентов светской беседы и приемов управления ею для достижения речевой задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бахтин, М.М. Проблема речевых жанров: собр. соч.: в 7 т. / М.М. Бахтин. – М., 1996. – Т. 5.
2. Винокур, Т.Г. Говорящий и слушающий. Варианты речевого поведения / Т.Г. Винокур. – М., 1993.
3. Дементьев, В.В. Светская беседа: жанровые доминанты и современность / В.В. Дементьев // Жанры речи. – Саратов, 1999.
4. Стернин, И.А. Введение в речевое воздействие / И.А. Стернин. – Воронеж, 2001.
5. Шмелева, Т.В. Модель речевого жанра / Т.В. Шмелева // Жанры речи. – Саратов, 1997.
6. Васильева, О.В. Коммуникативная компетентность специалиста-международника / О.В. Васильева // Актуальные проблемы организации учебного процесса и обучения иностранных граждан в высших учебных заведениях: сб. науч. ст.; редкол.: С.И. Лебединский (отв. ред.) [и др.]. – Минск: Изд. центр БГУ, 2010. – С. 148–153.
7. Васильева, О.В. Содержание обучения монологическому высказыванию специалистов по международным отношениям / О.В. Васильева // Вестн. МГЛУ. Сер. 2. – 2010. – № 1(17). – С. 121–128.

Поступила в редакцию 26.06.2012. Принята в печать 24.08.2012
Адрес для корреспонденции: e-mail: wowpost@list.ru – Васильева О.В.

Интерактивные формы обучения как средство эффективной организации образовательного процесса в вузе

Е.А. Капранова

Государственное учреждение образования «Академия последипломного образования»

В статье раскрывается проблема эффективной организации образовательного процесса в высшей школе в современных условиях. Анализируются зарубежный опыт и взгляды специалистов на резервы повышения эффективности образовательного процесса в вузе. Показываются сущность и направления инновационных поисков зарубежных вузов, связанных с использованием интерактивных форм и методов обучения студентов. На основе сравнительного анализа продемонстрированы отличия организации образовательного процесса в западных и белорусских университетах. Выявлены отношение вузовских преподавателей к интерактивным формам и методам обучения, оценка их дидактического потенциала и способов применения. Раскрываются факторы (личностные, социально-психологические, объективные), влияющие на выбор интерактивных технологий, называются причины, сдерживающие их использование в образовательном процессе вуза.

Ключевые слова: *высшее образование, эффективность образовательного процесса, зарубежный и отечественный опыт, образовательная модель, интерактивные формы и методы обучения.*

Interactive forms of teaching as a means of effective organization of the educational process at the university

E.A. Kapranova

Educational establishment «Academy of postgraduate studies»

In the article the problem of effective organization of the educational process at the university level in modern conditions is tackled. Foreign experience as well as opinions of specialists on the resources of the improvement of efficiency of the educational process at the university level is analyzed. The essence and directions of innovative search of foreign universities are shown which are connected with the use of interactive forms and methods of teaching students. On the basis of comparative analysis the differences in the organization of educational process at Western and Belarusian universities are presented. The approach of university teachers to interactive forms and methods of teaching is found out, as well as the assessment of their didactic potential and means of implementation. Factors (personal, social and psychological, objective) are revealed, which influence the choice of interactive technologies; causes that hamper their usage in educational process at the university level are outlined.

Key words: *higher education, efficiency of educational process, foreign and Belarusian experience, educational model, interactive forms and methods of teaching.*

На протяжении столетий университеты являлись чрезвычайно консервативными системами, демонстрировавшими незыблемость устоев и традиций. Однако процессы глобализации, бурное развитие информационно-коммуникационных технологий, быстро меняющиеся потребности рынка труда заставили их адаптироваться к происходящим изменениям. Развитие сети Интернет, изменение способов и сроков обработки информации оказали не только значительное влияние на организацию и методику вузовского обучения, но и способствовали внедрению информационных технологий в образовательный процесс вуза. Исторически сложившаяся модель получения высшего образования, когда набор студентов осуществлялся по аттестатам и результатам вступительных экзаменов, а дисциплины преподавались в рамках хорошо отлаженной учебной программы в тра-

диционных форматах лекции, семинара, лабораторного занятия, статичной технологической базы (аудитория, лаборатория, библиотека, учебник), ушла в прошлое. Расширение доступа к высшему образованию, диверсификация студенческого контингента, увеличение спроса на программы второго высшего образования, коммерциализация образовательных услуг потребовали поиска новой модели организации учебного процесса, коррекции форм и методов вузовского преподавания в целях соответствия требованиям потребителей.

Поиск модели обучения в вузе, позволяющей выстраивать индивидуальные образовательные траектории еще на первой ступени обучения, сопровождается экспериментальной апробацией различных ее вариантов. В зарубежных вузах используются индивидуализированная, проектно-исследовательская, интерактивная андраго-

гическая и другие модели обучения. В отличие от традиционной в рамках данных моделей иначе строится взаимодействие «преподаватель–студент», вместо трансляции готовых знаний дается установка на их самостоятельный поиск, делается акцент на интерактивные формы и методы обучения. Сегодня повышение эффективности вузовской подготовки многими учеными связывается с использованием потенциала интерактивного обучения, внедрением в образовательный процесс интерактивных форм и методов. В последние десятилетия в педагогике стран СНГ стало активно разрабатываться новое направление, получившее название «интерактивное обучение». Проблема применения интерактивных форм и методов обучения в системе образования нашла отражение в исследованиях российских (П.Д. Гаджиева, В.В. Гузеев, Л.К. Гейхман, Т.Н. Добрынина, В.К. Дьяченко, Н.П. Колесник, М.В. Кларин, И.В. Курышева, Т.С. Панина, А.В. Хуторской и др.) и белорусских педагогов (А.И. Жук, С.С. Кашлев, Н.Н. Кошель, С.А. Пуйман, В.В. Чечет и др.). Между тем, нельзя не заметить, что внедрение в образовательный процесс технологий интерактивного обучения осуществляется в значительной степени стихийно. Активность и энтузиазм отдельных специалистов не могут компенсировать инертность и настороженность части преподавателей в вопросе использования интерактивных форм в вузовской практике преподавания. В этом плане интерес представляет, с одной стороны, обращение к зарубежным наработкам, с другой – изучение причин и факторов, влияющих на использование преподавателями интерактивных форм и методов обучения в вузе.

Целью статьи является раскрытие сущности и характера изменений в университетских системах подготовки специалистов стран дальнего и ближнего зарубежья, связанных с поиском путей эффективной организации образовательного процесса на основе инновационных моделей и технологий; выявление отношения вузовских преподавателей к интерактивным формам и методам обучения, факторов, влияющих на их выбор, причин, сдерживающих их использование в вузовской практике.

Материал и методы. При написании статьи были использованы следующие источники: труды российских и белорусских авторов по проблеме интерактивных форм и методов обучения, материалы педагогической периодики стран ближнего и дальнего зарубежья, образовательные сайты Интернета. Автор опирался на комплекс теоретических и эмпирических мето-

дов исследования: изучение и анализ научной литературы по проблеме исследования, сравнительный анализ, классификацию, обобщение массового опыта, наблюдение, личный опыт знакомства с образовательным процессом в современных зарубежных вузах, беседу, анкетирование преподавателей отечественных вузов. Данные анкетирования преподавателей столичных вузов получили подтверждение в ходе выборочного опроса преподавателей региональных вузов на курсах повышения квалификации.

Результаты и их обсуждение. В настоящее время перед университетской системой образования остро стоит вопрос о повышении качества, которое понимается двояко: как повышение качества подготовки кадров, ее соответствие реальным потребностям общества; и как повышение эффективности самой системы подготовки специалистов, то есть соответствие содержания и форм обучения в вузе последним научным достижениям и разработкам. Проблема качества подготовки будущего специалиста неразрывно связана с модернизацией образовательного процесса, поиском новых подходов к его организации.

Как показывает анализ зарубежного опыта, повышение качества обучения в высшей школе осуществляется, в основном, за счет пересмотра традиционных форм и методов преподавания, использования новых образовательных технологий, применения новых студентоцентрированных стратегий, облегчения условий для занятий студентов путем индивидуализации обучения, увеличения комплекса новейших технических средств.

Время, когда университетские преподаватели могли пользоваться теми же методами обучения, которые практиковались в их студенческие годы, уходит в небытие. Есть несколько основных причин, объясняющих эти процессы. Во-первых, уменьшение государственного финансирования на душу студента, во-вторых, повышенное внимание к качеству преподавания. Ввиду того, что в статье общих расходов университетов оплата труда преподавателей занимает значительную долю, учреждения образования заинтересованы уменьшать преподавательский штат, одновременно увеличивая при этом эффективность обучения. Очевидно, что это требует новых подходов к организации образовательного процесса.

В ряде стран предпринимаются конкретные шаги в данном направлении. Более эффективная организация образовательного процесса поощряется как на национальном, так и на ло-

кальном уровне. Так, например, в Великобритании на *национальном уровне* Комитет по качеству в высшем образовании (Higher Education Quality Committee) уже долгое время работает над внедрением новых образовательных технологий, которые позволили бы снизить себестоимость обучения. Для того чтобы понять, какие инновационные методы и формы организации учебного процесса следует применять, зарубежные исследователи пришли к выводу о том, что нужно изначально определить обучающие цели, которые ставит перед собой система высшего образования. В итоге были сформулированы следующие цели:

- распространение знаний;
- формирование у студентов навыков работы с информацией;
- развитие критического мышления и творческого подхода в решении проблем;
- содействие личностному развитию студентов;
- развитие навыков самоорганизации и самоконтроля [1].

Вышеназванные цели диктуют необходимость поиска средств их достижения в виде соответствующих форм и методов организации образовательного процесса в вузе. В табл. представлена точка зрения британского ученого С. Тарлинга на формы и методы обучения, максимально соответствующие достижению сформулированных выше целей обучения в высшей школе.

Поиски путей эффективной организации учебного процесса ведутся не только на национальном, но и на локальном уровне. В качестве примера последнего может служить деятельность отдельных зарубежных университетов, направленная на поиск и апробацию новых образовательных моделей. В США многие престижные университеты в своей деятельности руководствуются интерактивной андрагогической образовательной моделью. Так, один из крупнейших американских вузов университет Феникса, расположенный в Силиконовой долине, строит процесс обучения студентов, основываясь на данной модели. В отличие от традиционной образовательной модели, ориентированной на обучение учащейся молодежи, андрагогическая модель учитывает особенности обучения взрослых (студентов, слушателей системы дополнительного образования). Данная образовательная модель базируется на принципах андрагогики, разработанных еще Платоном (428–348 до н.э.), и адаптирована применительно к современным условиям основателем университета Дж. Сперлингом. Обучение ведется

через интерактивный процесс, включающий в себя дискуссии, презентации с обсуждением, моделирование, групповые упражнения, результатом которого является интегрирование информации, которой обладает сам студент (через самостоятельное изучение), его собственного профессионального опыта с информацией, полученной от преподавателя и однокурсников/одногоруппников в результате аудиторных обсуждений и групповых заданий, а также и электронных ресурсов с аудиторным доступом. С помощью интегрированного процесса обучения достигаются новые интегрированные знания, поэтому данная модель получила название «интерактивная, интегрированная модель обучения».

Традиционная система обучения в современных вузах в настоящее время подвергается пересмотру. Наметилась тенденция к сокращению учебных часов, отводимых на лекции, широкое распространение получают методы активного обучения (проекты, интерактивные игры, кооперированное и дистанционное обучение), которые отличаются большим разнообразием. В престижных американских вузах учебные занятия часто проходят с приглашением специалистов, что обеспечивает их проведение в интерактивном режиме. Выступления лектора и приглашенных перемежаются вопросами студентов и ответами, критическим анализом современных теорий и концепций, фактов и статистических данных. Форма организации занятия с приглашением специалиста-эксперта в определенной области представляет собой синтетическую форму, сочетающую элементы традиционной лекции, презентации, пресс-конференции. Такая интерактивная форма обучения очень популярна в американских вузах, особенно в элитарных университетах (Гарвард, Стэнфорд, Принстон) и помогает понять суть любой проблемы и пути ее решения гораздо лучше, чем монотонные лекции.

В ряде американских университетов, например в Массачусетском технологическом институте (MIT), происходят серьезные изменения в технологии обучения: большие поточные лекции на 300 человек заменяют интерактивные занятия в небольших группах. Вместо традиционной доски в аудитории установлено множество интерактивных досок и дисплеев. Преподаватель делает краткую презентацию, которую можно смотреть на всех дисплеях, а затем студенты совместно с ассистентами преподавателя работают в небольших группах, используя доски, компьютеры и другое оборудование [2].

Таблица

**Формы и методы организации образовательного процесса,
максимально способствующие достижению целей обучения в вузе**

Цели обучения в высшей школе	Распространение знаний	Формирование навыка работы с информацией	Развитие критического мышления и творческого подхода	Содействие личностному развитию студентов	Форсирование навыка самоорганизации и самоконтроля
Формы и методы обучения	Лекции. Современные учебники. Работа с первоисточниками. Раздаточный материал. Упражнения, требующие обращения к актуальной информации. Развитие навыков нахождения источников. Работа с тьютором. Использование Интернета	Кейс-стади. Семинары. Проекты. Опыт работы по специальности. Демонстрации. Работа в группе. Дискуссия и дебаты. Мастерские. Написание эссе	Семинары и тьюториалы. Презентации. Эссе. Обзор литературы по проблеме. Самооценка. Взаимоконтроль. Исследовательские проекты. Творческие мастерские. Мозговой штурм. Методика «Mind map»	Обратная связь. Обучение на практике. Обучение в действии. Ролевая игра. Саморефлексия. Самооценка	Проекты. Обучение в действии. Мастерские. Дневники саморефлексии. Составление портфолио. Курсовые и дипломные работы. Прохождение практики

Одним из отличий организации образовательного процесса в зарубежных и белорусских университетах является соотношение аудиторной нагрузки и самостоятельной работы студентов. Аудиторная нагрузка в западных университетах составляет примерно 20–25% учебного времени студента, в то время как основная ставка делается на различные формы самостоятельной работы. Так, в Великобритании студент проводит в аудитории (включая лекции, тьюторские занятия, практикумы, контрольные и т.п.) в среднем 16 часов в неделю, у нас – 36–40 часов. Перегруженность учебного процесса в высшей школе стран СНГ аудиторными занятиями отмечается многими специалистами. Кафедры вузов, опасаясь «потерять» часовую нагрузку, неохотно идут на модернизацию способов подачи материала и диверсификацию форм преподавания. По-прежнему в учебных планах и программах преобладают лекционные и семинарские практические занятия, предполагающие одновременную работу преподавателя с группой студентов в количестве 25–30 человек, а также лабораторные работы рутинного характера. Нередко при преподавании ряда дисциплин имеют место чисто механическое

дублирование материала, изучение различных аспектов одной и той же темы, неоправданное количество курсовых работ и рефератов, как следствие – у студентов не хватает времени на творческое осмысление изучаемого материала.

В то время как в отечественной высшей школе преобладают поточные лекции, ведущие университеты мира сокращают их до минимума, делая ставку на обучение студентов небольшими группами. В зарубежной вузовской практике наметилась тенденция перехода от фронтальных и групповых форм и методов обучения к индивидуально-групповым: тьюторским занятиям, тренингам, работе с малыми группами, стажировкам и практикам под руководством преподавателя-ментора. Считается, что работа с небольшими группами студентов (до 6 человек) создает оптимальные условия для подготовки специалистов, способных ориентироваться в возникающих проблемных ситуациях, принимать неординарные решения. Широкое распространение получили практико-ориентированные формы обучения: микропреподавание, моделирование педагогических ситуаций, ролевые игры и др. [3].

Хотя в отечественной практике высшего образования лекции по-прежнему остаются основной формой обучения, традиционная лекция в эпоху информационных технологий постепенно утрачивает свои лидирующие позиции. Так, в Российской Федерации в соответствии с требованиями образовательного стандарта лекции должны занимать не более 50% аудиторных занятий в бакалавриате и не более 20% в магистратуре [4]. За последние 20 лет лекция как классическая форма обучения не только существенно трансформировалась в плане структуры, содержания, но и в плане методики чтения и технического представления лекционного материала. Все большее значение в процессе чтения лекции придается такой ее характеристике, как обратная связь лектора с аудиторией. В ходе лекционного занятия большое значение имеет способ взаимодействия преподавателя и студентов. С позиции студентоцентрированного обучения и степени взаимодействия преподавателя с аудиторией, на наш взгляд, можно выделить несколько типов лекций:

- *традиционные* (информационные, обзорные), которые построены на монологе лектора и характеризуются пассивной позицией студентов;
- *комбинированные* (бинарные, проблемные и др.), основанные на сочетании монолога и диалога и подразумевающие вовлечение студентов в беседу или дискуссию по ходу лекции;
- *инновационные* (интерактивные, лекции-консультации, лекции-дискуссии и др.), которые строятся на основе активного взаимодействия студентов с преподавателем.

Особого внимания заслуживает последний тип лекций. Так, в частности, интерактивная лекция отличается от обычной двусторонним потоком информации (от преподавателя и от студентов), включает проблемные вопросы со стороны лектора, эвристический тип обучения, допускает прерывание лекции и обсуждение вызвавшей затруднения или заинтересовавшей темы, импровизированное выступление студента или нескольких студентов по теме лекции. Считается, что при переходе к последующим этапам обучения лекционная форма должна постепенно заменяться дискуссиями, докладами, обсуждениями и иными формами обучения, делающими процесс освоения знаний и навыков более активным и передающими часть функций управления обучением в руки самих обучающихся.

Сегодня повышение эффективности университетской системы подготовки специалистов многими учеными связывается с использовани-

ем потенциала интерактивного обучения, внедрением в образовательный процесс интерактивных форм и методов. Ныне в педагогической науке сложилась любопытная ситуация: существует множество методических разработок по проблеме интерактивного обучения, в то время как целостная общепризнанная теория интерактивного обучения отсутствует. Между тем, современные приоритеты развития высшего образования предполагают разработку и внедрение новых концептуальных подходов и методических систем обучения дисциплинам, направленных на развитие личности, активизацию познавательной деятельности и формирование профессиональных компетенций. В качестве одного из таких подходов, несомненно, выступает интерактивное обучение. При определении сущности интерактивного обучения мы исходим из распространенной в научной литературе его трактовки как типа обучения, основанного на прямом взаимодействии учащихся с учебным окружением с целью получения нового опыта [5]. В отличие от традиционного интерактивному обучению присущи такие характеристики, как личностная ориентированность, активность, деятельность, рефлексивность, коммуникативность, наличие прямой или опосредованной средствами обучения обратной связи между субъектами обучения, как по вертикали, так и по горизонтали, профессиональная направленность. Российский педагог Ю.Ю. Гавронская подчеркивает, что интерактивное обучение связано с активным участием обучающегося в процессе обучения; высокой мотивацией; полным личностно-эмоциональным включением всех субъектов образовательного процесса в продуктивную совместную деятельность и общение; опорой обучения на опыт обучающегося; актуализацией полученных знаний; взаимодействием студентов с преподавателем, друг с другом, с учебным окружением [6].

Очевидно, что интерактивные формы и методы обучения обладают значительным потенциалом и имеют ряд преимуществ перед традиционными. В связи с этим возникает вопрос: как сами преподаватели белорусских вузов оценивают возможности интерактивных форм и методов обучения и реализуют их в образовательном процессе? В целях получения полной и достоверной информации нами был использован комплекс методов: наблюдение, анкетирование, беседа. Мы выделили несколько аспектов проблемы:

- теоретический (отношение преподавателей к использованию интерактивных форм

и методов обучения, оценка их возможностей, источники информации о них);

- практический (частота и сфера практического использования интерактивных форм и методов, индивидуальные предпочтения, факторы, влияющие на их выбор).

Исследованием были охвачены преподаватели гуманитарных дисциплин в возрасте от 25 до 60 лет отечественных столичных вузов. Стаж их педагогической деятельности варьировал от 1 года до 35 лет. Выборка составила 69 человек.

В целом вузовские преподаватели гуманитарных дисциплин демонстрируют положительное отношение к интерактивным формам и методам обучения. Половина опрошенных однозначно оценивают интерактивные технологии как продуктивные, позволяющие достигать поставленных целей обучения благодаря мобилизации интеллектуальных, эмоциональных и волевых ресурсов обучающихся. Около 25% преподавателей рассматривают интерактивные технологии в качестве вспомогательного средства, позволяющего в отдельных ситуациях повысить эффективность учебного занятия. Респонденты считают, что интерактивные технологии обучения не только повышают эффективность образовательного процесса, но и способствуют формированию таких личностно значимых качеств студентов, как креативность, коммуникабельность, умение вести диалог, формулировать проблему и видеть пути ее решения.

Основными источниками информации об инновационных технологиях обучения, в т.ч. интерактивных, для вузовских преподавателей являются: педагогическая литература (периодика, учебные пособия), курсы повышения квалификации, научно-практические конференции, методологические семинары, мастер-классы, открытые занятия коллег.

Судя по ответам респондентов, одна треть используют интерактивные формы и методы обучения постоянно, 20% – от случая к случаю, около 40% допускают обучение студентов на интерактивной основе с оговорками.

Нами замечено, что преподаватели в возрастной группе от 27 до 45 лет, имеющие опыт работы в вузе от 5 до 15 лет, охотнее обращаются в обучении к интерактивным технологиям, в то время как преподаватели в возрасте от 50 и старше в большей степени являются сторонниками традиционных учебных занятий. Молодые преподаватели со стажем работы в вузе до 3-х лет, проявляя интерес к интерактивному формату учеб-

ных занятий, признают недостаток собственного практического опыта для их проведения.

Что касается факторов, влияющих на выбор преподавателями интерактивных форм и методов обучения, отметим, что они изучены в научной литературе недостаточно. Отдельными авторами высказывается мысль, что вузовские преподаватели, обладающие такими качествами, как педагогическое мастерство, открытость новшествам, чаще других используют интерактивные формы и методы обучения [7]. Основываясь на своих наблюдениях, мы выделили факторы, влияющие на выбор и использование преподавателями интерактивных технологий в процессе преподавания. Рассмотрим их более подробно.

1. *Личностные особенности* (общительность, доминантность, активность, уверенность в себе и др.). Данные черты личности преподавателя способствуют расширению социальных контактов, развитию умений работать с социальным окружением, стимулируют поиск новых методик работы со студентами.

2. *Мотивы профессионально-педагогической деятельности* (сознание полезности своей деятельности, важности обучения и воспитания студенческой молодежи, интерес к педагогической деятельности, увлеченность профессией). Данные мотивы предполагают постоянное взаимодействие со студентами, коллегами, стремление к профессиональному росту и совершенствованию.

3. *Удовлетворенность преподавательской деятельностью*: профессиональной и методической подготовкой, своими достижениями, взаимоотношениями со студентами, коллегами, администрацией вуза. Удовлетворенность результатами собственного труда придает преподавателю уверенность в выборе индивидуального стиля деятельности, эффективных технологий обучения.

4. *Возраст и педагогический стаж*. Замечено, что с увеличением возраста и педагогического стажа преподаватели реже используют новые технологии обучения, отдавая предпочтение привычным для них формам и методам преподавания. Это можно объяснить тем, что с возрастом и стажем, под влиянием профессиональной деятельности формируются определенный педагогический стиль, стереотип подачи учебного материала, которые практически не претерпевают изменений в последующем.

На наш взгляд, использование в образовательном процессе вуза интерактивных технологий обучения наталкивается на определенные

трудности, которые мы подразделяли на общие и специфические. К общим трудностям, характерным для всех участников образовательного процесса, относятся: неготовность к работе в интерактивном режиме, отсутствие предыдущего положительного опыта использования интерактивных технологий обучения, неготовность к диалогу, недостаточное владение коммуникативными умениями, приверженность традиционным стереотипам обучения «учитель диктует – студент записывает, запоминает, воспроизводит» и формам подачи и усвоения учебной информации, смутное представление о формах и методах интерактивного обучения. Что касается специфических трудностей, испытываемых преподавателями, к ним можно отнести: недостаточную дидактическую и методическую подготовку, слабую мотивацию, недостаточное владение способами активизации учебной работы, взгляд на обучаемых как на объект педагогической деятельности, скептическое отношение к интерактивным технологиям обучения, трудоемкость в их использовании, неумение адаптировать описанный в литературе опыт интерактивного обучения применительно к специфическим условиям конкретного учреждения образования и др.

Таким образом, в ходе проведенного пилотажного исследования нами было выявлено отношение вузовских преподавателей к интерактивным формам и методам обучения, факторы (личностные, социально-психологические, объективные), влияющие на выбор интерактивных технологий, и причины, сдерживающие их использование в образовательном процессе вуза.

Заключение. Высшее образование XXI века предполагает опору на новые методологические основания и инновационные образовательные технологии, которые направлены на: формирование механизмов самообучения и самовоспитания; смещение приоритетов с лекционных форм обучения к самостоятельной работе студентов в процессе решения их профессиональных и личностных проблем; обучение студентов в соответствии с их индивидуальными образовательными траекториями; развитие не только абстрактно-логического, но и практического мышления, способности к решению кон-

кретных проблем; мотивацию студентов к учебной деятельности посредством грамотной организации межличностных отношений между студентами и преподавателями, создание условий для развития личности, предполагающих удовлетворение ее базовых потребностей. Очевидно, что изменение акцентов в современном образовательном процессе в высшей школе предполагает новые формы его организации, новые способы осуществления педагогической деятельности, предусматривающие согласованность позиций, сотрудничество между его участниками. Интерактивные формы и методы, направленные на развитие личности студента, формирование профессиональных качеств и способностей к интеллектуальной и коммуникативной деятельности, значительно повышают качество обучения в профессиональном контексте. Способность преподавателя раскрыть внутренние резервы студента, используя в обучении интерактивные формы, может обеспечить конструктивные изменения в образовательном процессе, помочь молодому человеку оценить свои возможности, правильно определить собственное место в жизни и открыть ему пути для осуществления полноценной профессиональной карьеры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tarling, S.E. Teaching and learning methods in higher education: a glimpse of the future/http [Электронный ресурс]. – 2004. – Режим доступа: <http://www.bbk.ac.uk/Learning>. – Дата доступа: 15.03.2012.
2. At M.I.T. large lectures are going away at the blackboard [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <http://www.nytimes.com/2009/01/13/us/13physics.html>. – Дата доступа: 11.03.2011.
3. Корневский, А.В. Модернизация образования: индивидуализация и междисциплинарность / А.В. Корневский, И.М. Узародов // Высшее образование в России. – 2010. – № 11. – С. 114.
4. Красинская, Л.Ф. Учимся по-новому, или О неиспользованных возможностях лекции / Л.Ф. Красинская // Высшее образование в России. – 2011. – № 2. – С. 99.
5. Кларин, М.В. Интерактивное обучение – инструмент освоения нового опыта / М.В. Кларин // Педагогика. – 2000. – № 7. – С. 13.
6. Гавронская, Ю.Ю. Интерактивное обучение химическим дисциплинам студентов педагогических вузов на основе компетентного подхода: монография / Ю.Ю. Гавронская. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2008. – С. 29–30.
7. Колесник, Н.П. К вопросу о применении традиционного и интерактивного обучения педагогике в вузе / Н.П. Колесник // Alma mater. – 2006. – № 9. – С. 34–39.

Поступила в редакцию 26.06.2012. Принята в печать 24.08.2012
Адрес для корреспонденции: fiona-ea@yandex.ru – Капранова Е.А.

Переходные процессы в электрических цепях постоянного тока в школьном курсе физики

В.И. Жидкевич

Учреждение образования «Витебский государственный университет им. П.М. Машерова»

В статье рассматриваются стационарный и переходный режимы работы цепи постоянного тока. Приведены краткие сведения о переходных процессах: причины их возникновения, основные определения и законы коммутации, на которых основаны исследования данных процессов. Причинами возникновения переходных процессов могут быть включение и выключение источников питания, изменение параметров элементов цепи, короткие замыкания на участках электрических цепей. Рассмотрены примеры расчета цепей постоянного тока, содержащих емкость или индуктивность. Показано, что в момент замыкания или размыкания цепи возможны резкие увеличения токов и напряжений.

Ключевые слова: источник тока, резистор, конденсатор, катушка, переходный процесс.

Transition processes in electric current chains of constant current in school course of Physics

V.I. Zhidkevich

Educational establishment «Vitebsk State University named after P.M. Masherov»

The article considers stationary and transitional modes of the operation of constant current chain. Brief data on transitional processes are presented: reasons for their emergence, basic definitions and commutation laws, on which studies of transitional processes are based. The reasons for the emergence of transitional processes can be plugging in and out sources of power, changing the parameters of the elements of chain, power outage at sections of electric current chain. Examples of calculation of constant electric current chains, which contain capacity or inductivity, are considered. It is shown that at the moment of closing or disruption of the chain great increases of currents and voltage are possible.

Key words: source of current, resistor, condensator, roll, transition process.

В школьном курсе физики рассматривается только стационарный, или установившийся, режим работы электрической цепи постоянного тока. В этом режиме напряжения и токи во всех участках электрической цепи остаются неизменными в течение сколь угодно большого промежутка времени. При переходе от одного установившегося режима к другому в электрических цепях возникают электромагнитные процессы, которые называются переходными, или неустановившимися, процессами.

Учащиеся, которые принимают участие в олимпиадах и готовятся к поступлению в ведущие вузы республики, должны иметь представление о переходных процессах в электрических цепях постоянного тока. Рассмотрим эти процессы подробнее.

В электрической цепи переходный процесс возникает при изменении режима ее работы: включении или отключении цепи, изменении параметров элементов R , L или C . Указанные действия, вызывающие переходные процессы в электрических цепях, получили название *коммутации* [1–2].

Переход от исходного режима работы цепи к последующему установившемуся процессу происходит не мгновенно, а в течение некоторого времени и чаще всего составляет десятые и сотые доли секунды. Объясняется это тем, что каждому состоянию цепи, обладающей индуктивностью L и емкостью C , соответствуют определенные запасы энергии электрического поля $W_e = \frac{Cu_C^2}{2}$ и магнитного поля $W_m = \frac{Li_L^2}{2}$. Эти запасы энергии, связанные с элементами электрической цепи, неодинаковы при различных состояниях и режимах работы цепи [2]. Переход к новому режиму связан с нарастанием или убыванием энергии данных полей. Энергия, запасенная в магнитном поле индуктивности L , и энергия, запасенная в электрическом поле емкости C , не может изменяться мгновенно. Внезапное, скачкообразное изменение энергии равносильно тому, что мощность источника, равная производной энергии по времени, достигала бы бесконечных значений, что физически невозможно. В связи с этим скачкообразные изменения тока в катушке и напряжения на конденсаторе невозможны.

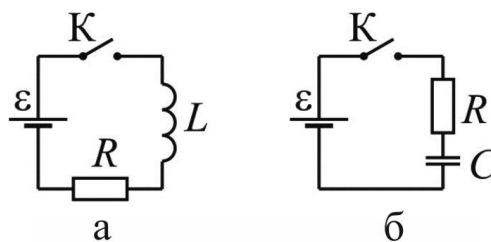


Рис. 1.

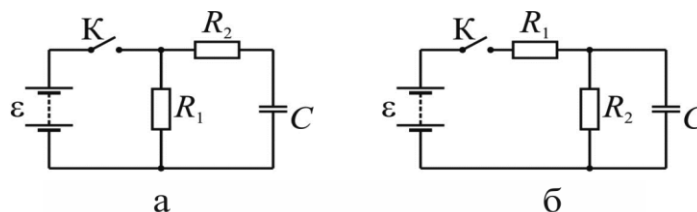


Рис. 2.

Принцип, согласно которому ток в цепи с индуктивностью не может изменяться скачком и в начальный момент переходного процесса сохраняет свое предшествующее значение, а затем плавно изменяется, называют *первым законом коммутации*. Аналогичный принцип, согласно которому напряжение на зажимах конденсатора не может изменяться скачком и в начальный момент переходного процесса сохраняет свое предшествующее значение, а затем плавно изменяется, называют *вторым законом коммутации*.

Математический анализ переходных процессов в электрических цепях базируется на том, что закон Ома и правила Кирхгофа применимы как к установившимся, так и к неуставившимся режимам работы цепи.

Рассмотрим включение катушки индуктивности на постоянное напряжение (рис. 1, а).

До замыкания ключа К ток в цепи, напряжения U_R и U_L на активном сопротивлении R и индуктивности L равны нулю. Из первого закона коммутации следует, что в начальный момент времени после замыкания ключа (при $t = 0$) ток в цепи равен нулю ($i_0 = 0$), падение напряжения на сопротивлении $i_0 R = 0$, а напряжение на катушке равно напряжению источника $U_{0L} = \varepsilon$ и цепь как бы разомкнута индуктивностью.

Рассмотрим включение цепи с активным сопротивлением R и емкостью C на постоянное напряжение (рис. 1, б).

До замыкания ключа К в установившемся режиме ток в цепи, напряжения на резисторе и конденсаторе равны нулю. Из второго закона коммутации следует, что в начальный момент переходного периода после замыкания цепи (при $t = 0$) напряжение на конденсаторе равно

нулю (конденсатор как бы замкнут накоротко). Напряжение на резисторе равно напряжению источника $i_0 R = \varepsilon$, а ток в цепи $i_0 = \varepsilon/R$.

Одним из вопросов, вызывающих затруднения у студентов физических специальностей и молодых преподавателей, является расчет переходных процессов в электрических цепях постоянного тока.

Целью настоящей статьи является оказание методической помощи студентам физических специальностей и начинающим преподавателям в изучении переходных процессов в электрических цепях постоянного тока.

Материал и методы. Для этого исследовали стационарный и переходный режимы работы электрических цепей постоянного тока, содержащих емкость или индуктивность. Основным методом исследования являлось решение задач.

Результаты и их обсуждение. Рассмотрим примеры решения некоторых задач с учетом законов коммутации [3].

1. В электрической схеме (рис. 2, а), состоящей из источника тока с $\varepsilon = 12$ В, резисторов $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 20$ Ом и конденсатора C (большой емкости), замыкают ключ. Найти ток через батарею сразу после замыкания ключа, в тот момент, когда напряжение на конденсаторе равно $\varepsilon/3$ и в установившемся режиме. Внутренним сопротивлением батареи пренебречь.

Решение. В момент замыкания ключа К, согласно второму закону коммутации, напряжение на конденсаторе равно нулю. Тогда разность потенциалов на резисторе R_2 равна ε . Ток через резистор R_2 равен: $I_2 = \frac{\varepsilon}{R_2} = \frac{12}{20} = 0,6$ А,

а ток через батарею равен

$$I = I_1 + I_2 = \frac{\varepsilon}{R_1} + \frac{\varepsilon}{R_2} = 1,8 \text{ А.}$$

После замыкания ключа К конденсатор начнет заряжаться, и напряжение на нем будет увеличиваться. Токи через резистор R_2 и в общей цепи в рассматриваемом переходном процессе будут изменяться. Согласно закону Ома, $\varepsilon = I_2 R_2 + U_C$.

Когда $U_C = \frac{\varepsilon}{3}$, ток I_2 равен

$$I_2 = \frac{\varepsilon - U_C}{R_2} = \frac{2}{3} \cdot \frac{\varepsilon}{R_2} = \frac{2}{3} \cdot \frac{12}{20} = 0,4 \text{ А.}$$

Ток в общей цепи

$$I = I_1 + I_2 = \frac{\varepsilon}{R_1} + I_2 = 1,2 + 0,4 = 1,6 \text{ А.}$$

В установившемся режиме ток через конденсатор и резистор R_2 равен нулю, а ток через батарею равен $I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1} = \frac{12}{10} = 1,2 \text{ А.}$

Таким образом, ток через батарею в переходном режиме изменяется от 1,8 А до 1,2 А.

2. В электрической схеме (рис. 2, б), состоящей из батареи с $\varepsilon = 12 \text{ В}$, резисторов $R_1 = 50 \text{ Ом}$ и $R_2 = 100 \text{ Ом}$ и конденсатора С (большой емкости), замыкают ключ К. Найти напряжение на конденсаторе в установившемся режиме. Найти ток через батарею сразу после замыкания ключа, в тот момент, когда напряжение на конденсаторе достигло значения $\varepsilon/2$ и в установившемся режиме. Внутренним сопротивлением батареи пренебречь.

Решение. В установившемся режиме ток через конденсатор равен нулю, а ток через батарею равен $I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2} = 0,08 \text{ А}$. Напряжение на конденсаторе равно напряжению на сопротивлении R_2 : $U_C = I_2 R_2 = \frac{\varepsilon R_2}{R_1 + R_2} = 8 \text{ В}$.

В момент замыкания ключа конденсатор не заряжен, напряжение на конденсаторе, согласно

первому закону коммутации, равно нулю. Следовательно, напряжение на резисторе R_2 также равно нулю. Ток через батарею равен

$I = \frac{\varepsilon}{R_1} = 0,24 \text{ А}$. Конденсатор и резистор R_2 со-

единены параллельно. Поэтому в тот момент, когда напряжение на конденсаторе достигло значения $\varepsilon/2$, напряжение на сопротивлении R_1 будет равно $U_1 = \varepsilon - \frac{\varepsilon}{2} = \frac{\varepsilon}{2}$. Ток через батарею равен току через резистор R_1 :

$$I = \frac{U_1}{R_1} = \frac{\varepsilon}{2R_1} = 0,12 \text{ А.}$$

Таким образом, в момент замыкания цепи, содержащей конденсатор, ток через батарею значительно превышает установившийся ток.

3. В схеме, изображенной на рис. 3, а, в начальный момент ключи K_1 и K_2 разомкнуты, а конденсатор С (большой емкости) не заряжен. После замыкания ключа K_1 амперметр показывает ток $I_1 = 3 \text{ мА}$. Затем замыкают ключ K_2 . Чему будет равно показание амперметра сразу после замыкания ключа K_2 , если известно, что $R_2 = 2R_1$? Внутренним сопротивлением батареи и амперметра пренебречь.

Решение. После замыкания ключа K_1 ток в цепи $I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2} = \frac{\varepsilon}{3R_1}$. Напряжение на резисторе R_2 будет равно $U_2 = I_1 R_2 = \frac{2}{3} \varepsilon$. В момент

замыкания ключа K_2 конденсатор С не заряжен, напряжение на нем, согласно первому закону коммутации, равно нулю. Значит, и напряжение на резисторе R_2 в этот момент станет равным нулю. Тогда ток в цепи будет равным

$$I_2 = \frac{\varepsilon}{R_1} = \frac{I_1(R_1 + R_2)}{R_1} = I_1 \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) = 9 \text{ мА.}$$

Таким образом, включение конденсатора параллельно сопротивлению R_2 приводит к увеличению тока через батарею в начале переходного периода с 3 мА до 9 мА, т.е. в три раза.

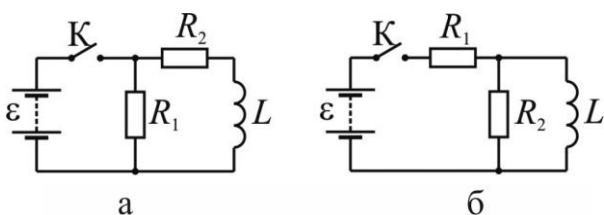


Рис. 3.

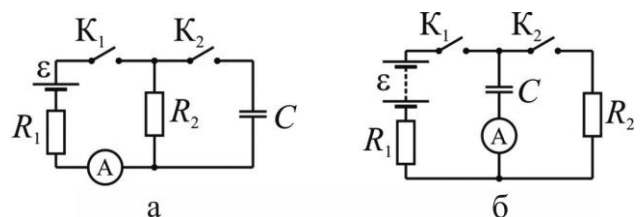


Рис. 4.

4. В схеме, изображенной на рис. 3, б, в начальный момент ключи K_1 и K_2 разомкнуты, а конденсатор C (большой емкости) не заряжен. Через некоторое время после замыкания ключа K_1 амперметр показывает ток $I_1 = 1$ мкА. В этот момент замыкают ключ K_2 . Чему будет равно показание амперметра сразу после замыкания ключа K_2 , если известно, что $R_2 = 2R_1 = 10^8$ Ом? ЭДС батареи $\varepsilon = 100$ В. Внутренним сопротивлением батареи и амперметра пренебречь.

Решение. После замыкания ключа K_1 конденсатор начнет заряжаться. По мере зарядки конденсатора ток будет уменьшаться, а напряжение на конденсаторе будет расти. К моменту замыкания ключа K_2 напряжение на конденсаторе будет равно

$$U_C = \varepsilon - I_1 R_1 = 100 - 10^{-6} \cdot 50 \cdot 10^6 = 50 \text{ В.}$$

После замыкания ключа K_2 конденсатор начнет разряжаться через сопротивление R_2 . Ток разрядки конденсатора будет равен $I_2 = \frac{U_C}{R_2} = \frac{50}{10^8} = 0,5$ мкА. Через конденсатор протекают ток зарядки I_1 и ток разрядки в противоположных направлениях. Амперметр покажет ток

$$I_C = I_1 - I_2 = 0,5 \text{ мкА.}$$

5. В электрической схеме (рис. 4, а), состоящей из батареи с $\varepsilon = 12$ В, резисторов $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 20$ Ом и катушки индуктивности L , замыкают ключ. Найти ток через батарею сразу после замыкания ключа и в установившемся режиме. Внутренним сопротивлением батареи пренебречь.

Решение. До замыкания ключа ток в цепи, напряжения на активном сопротивлении R_2 и индуктивности U_L равны нулю. Из первого закона коммутации следует, что в начальный момент после замыкания цепи ток в сопротивлении R_2 равен нулю, падение напряжения на сопротивлении R_2 равно нулю, а напряжение на катушке равно напряжению источника $U_{0L} = \varepsilon$ и цепь как бы разомкнута индуктивностью.

Ток через батарею равен току, протекающему через резистор

$$R_1: I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1} = \frac{12}{10} = 1,2 \text{ А.}$$

В установившемся режиме ЭДС самоиндукции в катушке равна нулю, а так как сопротив-

ление катушки постоянному току равно нулю, то ток через сопротивление R_2 равен $I_2 = \frac{\varepsilon}{R_2} = \frac{12}{20} = 0,6$ А. Ток через батарею равен сумме токов I_1 и I_2 .

$$I = I_1 + I_2 = \frac{\varepsilon}{R_1} + \frac{\varepsilon}{R_2} = 1,8 \text{ А.}$$

Таким образом, ток через батарею в переходном режиме изменяется от 1,2 А до 1,8 А.

6. В электрической схеме, состоящей из батареи с $\varepsilon = 12$ В, резисторов $R_1 = 50$ Ом, $R_2 = 100$ Ом и индуктивности L (рис. 4, б), замыкают ключ K . Найти ток через батарею сразу после замыкания ключа и в установившемся режиме. Внутренним сопротивлением батареи пренебречь.

Решение. Катушка и резистор R_2 соединены параллельно.

До замыкания ключа ток в цепи, напряжения на активном сопротивлении R_2 и индуктивности U_L равны нулю. Из первого закона коммутации следует, что в начальный момент после замыкания цепи ток в катушке равен нулю и цепь как бы разомкнута индуктивностью.

Ток через батарею равен

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2} = 0,08 \text{ А.}$$

В установившемся режиме активное сопротивление катушки равно нулю, катушка шунтирует сопротивление R_2 и ток через батарею равен

$$I_2 = \frac{\varepsilon}{R_1} = \frac{12}{50} = 0,24 \text{ А.}$$

Ток через батарею в переходном режиме возрастает с 0,08 А до 0,24 А.

Заключение. Таким образом, предложенные решения задач окажут определенную методическую помощь преподавателям физики и студентам физических специальностей при расчете переходных процессов в электрических цепях постоянного тока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прянишников, В.А. Теоретические основы электротехники / В.А. Прянишников. – СПб.: КОРОНАпринт, 2004. – 366 с.
2. Касаткин, А.С. Электротехника / А.С. Касаткин, М.В. Немцов. – М.: Высшая школа, 2000. – 542 с.
3. Чешев, Ю.В. Методическое пособие по физике для поступающих в вузы / Ю.В. Чешев. – М.: Физматкнига, 2008. – 336 с.

Поступила в редакцию 05.06.2012. Принята в печать 24.08.2012
Адрес для корреспонденции: e-mail: Zhidkevich@ tut.by – Жидкевич В.И.