

ОНТИ

ISSN 2074-8566



ВЕСНІК

ВІЦЕБСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА
ЎНІВЕРСІТЭТА



2012 N 3(69)

ВЕСНІК

Віцебскага дзяржаўнага
ўніверсітэта

НАВУКОВА-ПРАКТЫЧНЫ
ЧАСОПІС

*Выдаецца з верасня 1996 года
Выходзіць шэсць разоў у год*

2012 № 3(69)

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 Вэньбін** (*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 УІНІТІ*

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 14.06.2012. Фармат 60×84 1/8. Папера друкарская.
Ум. друк. арк. 14,88. Ул.-выд. арк. 11,26. Тыраж 100 экз. Заказ .

Матэматыка

- Трубников Ю.В., Орехова И.А., Сунь Байюй.* Движение корней экстремальных полиномов ... 5
- Селькин В.М.* Однозначность разложения ограниченной разрешимо ω -насыщенной формации на неразложимые множители 15
- Халимончик И.Н.* О решеточных, гиперрадикальных и сверхрадикальных формациях конечных групп 20

Біялогія

- Данченко Е.О.* Соотношение кислых и щелочных аминокислот в различных биологических объектах 25
- Рупасова Ж.А., Володько И.К., Волотович А.А., Василевская Т.И., Криницкая Н.Б., Кудряшова О.А.* Особенности сезонного накопления фенольных соединений в генеративных органах вечнозеленых и листопадных видов *Rhododendron* L. при интродукции в условиях Беларуси 30
- Ковзик Н.А.* Эколого-биоморфологическое описание растительности пойменного луга реки Ипуть 36
- Толкачева Т.А., Концевая И.И.* Изучение протекторных свойств водного экстракта куколок дубового шелкопряда при фито- и цитотоксической активности ионов свинца в *Allium*-тесте 41
- Назарчук О.А.* Возможность использования фенетического анализа пигментации яиц в изучении состояния популяций птиц 51

Педагогіка

- Устименко В.В., Виноградова А.В.* Приемы укрупнения ключевых задач 58
- Старовойтова Е.Л.* Конструирование интегрированного урока на лабораторных занятиях по методике преподавания математики 63
- Богомаз С.Л., Комленок Н.М.* Исследование особенностей стигматизации в старшем школьном возрасте методом качественного интервью 70
- Железнов А.В.* Психолого-педагогические конструкты профессиональной модели игрока-теннисиста 75
- Загоруйко Р.В., Кунцевич З.С.* Неформальное образование в современном образовательном пространстве 80
- Левчук З.К.* Понимание математического учебного материала в начальных классах как педагогическая проблема 86
- Кривицун В.П., Шкирьянов Д.Э., Жальнерене М.И.* Оздоровительная эффективность методики занятий на дорожке здоровья школьников 11–13 лет в условиях ДРОЦ «Жемчужина» 92

Mathematics

- Trubnikov Y.V., Orehova I.A., Sun Baiyi.* Movement of the roots of extreme polynomials 5
- Selkin V.M.* The uniqueness of factorization of the limited solubly ω -saturated formation 15
- Khalimonchik I.N.* On the lattice, hyper-radical and superradical formations of finite groups 20

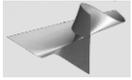
Biology

- Danchenko E.O.* Correlation of acidic and alkaline amino acids in various biological objects 25
- Rupasova Zh.A., Volodko I.K., Volotovich A.A., Vasilevskaya T.I., Krinitskaya N.B., Kudryashova O.A.* Features of seasonal accumulation of phenolic compounds in generative bodies of evergreen and deciduous species of *Rhododendron* L. at the introduction under the conditions of Belarus 30
- Kovzik N.A.* The ecological and biomorphological description of the floodplain meadow vegetation of the Iput River 36
- Tolkacheva T.A., Kontsevaya I.I.* Study of protective properties of aqueous extract of oak silkworm pupae during phyto- and cytotoxic activity of lead ions in *Allium*-test 41
- Nazarchuk O.A.* The possibility of using phene analysis of egg pigmentation in studying the condition of bird populations 51

Pedagogy

- Ustimenko V.V., Vinogradova A.V.* Ways of integration of key problems 58
- Starovoitova E.L.* Formation of the integrated lesson at laboratory classes on the methods of teaching mathematics 63
- Bogomaz S.L., Komlyonok N.M.* Study of the peculiarities of stigma of adolescents by the method of qualitative interview 70
- Zheleznov A.V.* Psychological and educational constructions of the professional model of the tennis player 75
- Zagorulko R.V., Kuntsevich Z.S.* Non formal education in contemporary education space 80
- Levchuk Z.K.* Understanding mathematical study material in primary school as a pedagogical problem 86
- Krivitsun V.P., Shkiryanov D.E., Zhalnerene M.I.* Health maintaining efficiency of the teaching method on the health path for 11–13 year old pupils in Children's rehabilitation and health center «Pearl» ... 92

<i>Кунцевич Е.А.</i> Инновационные процессы в средней школе в конце XX века	98	<i>Kuntsevich E.A.</i> Innovation processes in secondary school in the late XX century	98
<i>Лавицкая Е.Б.</i> Развитие начального образования на территории Беларуси во второй половине XIX – начале XX века (на примере церковных школ Полоцкой епархии)	103	<i>Lavitskaya K.B.</i> Development of elementary education on the territory of Belarus in the late XIXth – early XXth centuries (on the example of church schools of the Polotsk diocese)	103
<i>Доморацкий В.А.</i> Технология развития творческой личности будущих педагогов-музыкантов в студии эстрадной песни	109	<i>Domoratski V.A.</i> Technology of the development of the creative personality of would be music teachers in a stage song studio	109
<i>Новицкая А.И.</i> Состояние сформированности ценностного отношения к здоровью у выпускников школ	115	<i>Novitskaya A.I.</i> Formation status of value oriented attitude to health of school leavers	115
<i>Чобот Ж.П.</i> Особенности развития связной речи у детей дошкольного возраста с общим недоразвитием речи	119	<i>Chobot J.P.</i> Peculiarities of the development of connected speech of preschool children with general speech handicap	119
Хроніка	123	Chronicle	123
Бібліяграфія	125	Bibliography	125



Движение корней экстремальных полиномов

Ю.В. Трубников, И.А. Орехова, Сунь Байюй

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

В статье приведены некоторые факты из истории исследования построения экстремальных полиномов в областях, лежащих в комплексной плоскости. К рассмотренным положениям относятся: критерий оптимальности А.Н. Колмогорова приближения функции комплексного аргумента обобщенными полиномами, критерий оптимальности В.К. Иванова–Е.Я. Ремеза. Сформулирована схема построения экстремального полинома, основанная на субдифференциальных конструкциях, которая является эффективной, если в зависимости от изменения параметров области задания приближаемой функции следить за движением корней экстремального полинома. В связи с этим в данной работе проводится анализ движения корней экстремальных полиномов второй степени, вида $P(z) = 1 + a_1z + a_2z^2$, заданных на некоторых прямоугольниках комплексной плоскости, в зависимости от изменения параметров прямоугольника.

Ключевые слова: экстремальный полином, комплексная плоскость, движение корней.

Movement of the roots of extreme polynomials

Y.V. Trubnikov, I.A. Orehova, Syn Baiyi

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

The article presents some facts from the history of the research of the construction of extreme polynomials in areas that lie in complex plane. We refer to the considerations: optimality criterion by A.N. Kolmogorov, approximation to the complex argument by generalized polynomial optimality criterion by V.K. Ivanov–E.Ya. Remez. The scheme for constructing extreme polynomial is formulated, which is based on the subdifferential constructions, which is effective if it changes depending on the parameters of the domain of the approximated function, to monitor the movement of the extreme roots of a polynomial. In this regard, this paper analyzes the movement of the roots of polynomials of the second degree extremes, of the type $P(z) = 1 + a_1z + a_2z^2$, given at rectangles of the complex plane, depending on changes in the parameters of the rectangle.

Key words: extreme polynomial, complex plane, the movement of the roots.

В связи с построением экстремальных полиномов в областях, лежащих в комплексной плоскости, напомним некоторые аспекты истории исследования этой задачи.

Отсутствие теоремы об альтернансе привело А.Н. Колмогорова в 1948 году к необходимости сформулировать новый критерий оптимальности приближения функции комплексного аргумента обобщенными полиномами (в частном случае приближения алгебраическими многочленами соответствующий критерий был доказан еще в 1911 году Валле-Пуссенем).

Целью данной работы является анализ движения корней экстремальных полиномов второй степени, вида

$$P(z) = 1 + a_1z + a_2z^2,$$

заданных на некоторых прямоугольниках комплексной плоскости, в зависимости от изменения параметров прямоугольника.

Напомним критерий А.Н. Колмогорова [1].

Определение. Если на замкнутом ограниченном множестве M комплексной плоскости заданы непрерывная функция $f(z)$ и полином $P_n(z)$ (вообще говоря, обобщенный), то всякая точка, $z_0 \in M$, в которой выполняется равенство

$$\begin{aligned} &|f(z_0) - P_n(z_0)| = \\ &= \|f - P_n\| := \max_{z \in M} |f(z) - P_n(z)|, \end{aligned}$$

называется ϵ -точкой разности $f - P_n$.

Теорема 1 (А.Н. Колмогоров, 1948). Пусть на замкнутом ограниченном множестве M комплексной плоскости заданы $n+1$ фиксированных непрерывных функций

$$\varphi_0(z), \varphi_1(z), \dots, \varphi_n(z)$$

и непрерывная функция $f(z)$, которую следует приблизить обобщенными полиномами вида

$$P_n(z) = \sum_{k=0}^n c_k \varphi_k(z). \tag{1}$$

Тогда для того чтобы некоторый полином

$$P_n^*(z) = \sum_{k=0}^n c_k^* \varphi_k(z)$$

был полиномом наилучшего равномерного приближения (экстремальным полиномом) для функции $f(z)$ в том смысле, что

$$\|f - P_n^*\| = \inf_{P_n} \|f - P_n\|,$$

необходимо и достаточно, чтобы на множестве $E = E(P_n^*)$ всех ϵ -точек из M при любом полиноме $P_n(z)$ вида (1) выполнялось неравенство

$$\min_{z \in E} \operatorname{Re} \left\{ P_n(z) \overline{[f(z) - P_n^*(z)]} \right\} \leq 0. \quad (2)$$

Трудность использования этого критерия в том, что ϵ -точки разности $f - P_n^*$ не известны и в проверяемые условия входит произвольный полином $P_n(z)$.

Еще одним критерием является критерий оптимальности В.К. Иванова–Е.Я. Ремеза (1952, 1953):

Теорема 2 (В.К. Иванов, Е.Я. Ремез). Для того чтобы для непрерывной на M функции $f(z)$ некоторый полином $P_n^*(z)$ вида (1) был полиномом наилучшего приближения, необходимо и достаточно, чтобы существовало множество $\{z_k\}_1^m$ ($1 \leq m \leq 2n + 3$) такое, что

$$|f(z_k) - P_n^*(z_k)| = \|f - P_n^*\|,$$

и положительные числа ρ_k ($k = 1, 2, \dots, m$) такие, чтобы при любом полиноме $P_n(z)$ вида (1) выполнялось равенство

$$\sum_{k=1}^m \rho_k \overline{[f(z_k) - P_n^*(z_k)]} P_n(z_k) = 0. \quad (3)$$

Отметим, что условие (3) проверять легче, чем неравенство (2), однако рассматриваемая проблема является проблемой общей теории экстремальных задач и в данной статье для построения экстремальных полиномов в областях комплексной плоскости нами применяются классические критерии оптимальности, известные в теории экстремальных задач.

Материал и методы. Напомним, прежде всего, определение субдифференциала нормы. Пусть $(E, \|\cdot\|)$ – произвольное банахово пространство (действительное или комплексное), $(E^*, \|\cdot\|_*)$ – пространство, сопряженное пространству E . Функционал $x^* \in E^*$ называется субградиентом нормы в точке $x \in E$, если

$$\forall h(\in E) \|x + h\| - \|x\| \geq \operatorname{Re} \langle x^*, h \rangle, \quad (4)$$

где $\operatorname{Re} z$ – действительная часть комплексного числа z ; $\langle x^*, h \rangle$ – значение функционала x^* на векторе h .

Множество всех субградиентов нормы в точке x называется субдифференциалом нормы в точке x и обозначается $\partial\|x\|$, т.е.

$$\partial\|x\| = \{x^* \in E^* : \forall h(\in E) \|x + h\| - \|x\| \geq \operatorname{Re} \langle x^*, h \rangle\}.$$

Пусть G – конечномерное подпространство банахова пространства E . Сформулируем фактически предложения 2 из [2], но в удобной для дальнейшего изложения форме.

Теорема 3. Элемент $y \in G$ тогда и только тогда является элементом наилучшего приближения точки $x \notin G$, когда

$$\begin{aligned} \exists \mu (\in \partial\|y - x\| \vee \in \partial\|x - y\|) \\ \forall h(\in G) \operatorname{Re} \langle \mu, h \rangle = 0. \end{aligned} \quad (5)$$

Таким образом, на основе критерия (5) можно сформулировать следующую схему построения экстремального полинома:

- 1) исходя из некоторого расположения корней полинома P_n , определенного на прямоугольнике комплексной плоскости, найти систему ϵ -точек разности $f(z) - P_n(z)$;
- 2) решить систему уравнений

$$\operatorname{Re} \langle \mu, \varphi_k \rangle = 0 \quad (k = 0, 1, \dots, n), \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \operatorname{Re} \langle \mu, f - P_n \rangle &= \|f - P_n\|, \\ \mu &\in \partial\|f - P_n\|. \end{aligned} \quad (7)$$

Если в результате решения системы уравнений (6)–(7) будет найден соответствующий функционал μ , то этот факт в силу критерия (5) гарантирует экстремальность P_n . Если анализ системы (6)–(7) приведет к факту отсутствия такого функционала, то, изменяя расположение корней полинома P_n , данную схему можно применить еще раз и т.д.

Данная схема становится эффективной, если в зависимости от изменения параметров области задания приближаемой функции $f(z)$ следить за движением корней экстремального полинома.

Результаты и их обсуждение. Рассмотрим следующую задачу: пусть $f(z) \equiv 1$, $\varphi_0(z) = z$, $\varphi_1(z) = z^2$, и областью D является прямоугольник с вершинами в точках:

$$a + \delta + hi, a - \delta + hi, a - \delta - hi, a + \delta - hi.$$

На этом прямоугольнике D ($0 < \delta < a$, $0 \leq h$) требуется найти полином второй степени вида

$$P(z) = 1 + a_1 z + a_2 z^2 \quad (8)$$

с минимальной равномерной (чебышевской) нормой.

При $h=0$ прямоугольник превращается в отрезок $[a - \delta, a + \delta]$ и такой полином [3] имеет вид:

$$P(t) = 1 - \frac{4at}{2a^2 - \delta^2} + \frac{2t^2}{2a^2 - \delta^2}. \quad (9)$$

Корнями полинома (9) являются числа

$$t_1 = a - \frac{\delta}{\sqrt{2}}, t_2 = a + \frac{\delta}{\sqrt{2}}. \quad (10)$$

Проследим движение корней при фиксированных a и δ в зависимости от h ($0 \leq h < \infty$). Для этого обозначим

$$\frac{\delta}{a} = s^{\frac{1}{2}}, \frac{h}{a} = \tau^{\frac{1}{2}} \quad (0 < \delta < a). \quad (11)$$

Основным результатом данной статьи является

Теорема 4. При выполнении неравенства

$$0 < \tau \leq \frac{1}{8} [-(4+3s) + \sqrt{16+40s-7s^2}] \quad (12)$$

экстремальный полином $P_*(z)$ имеет вид

$$P_*(z) = \left(1 - \frac{z}{a-\Delta}\right) \left(1 - \frac{z}{a+\Delta}\right), \quad (13)$$

где

$$\Delta = \sqrt{\frac{\delta^2}{2} + h^2} = a \sqrt{\frac{s}{2} + \tau}, \quad (14)$$

т.е. имеет действительные корни, которые при возрастании h на интервале (12) удаляются от точки a . Норма $\|P_*\|$ в этом случае находится по формуле

$$\|P_*\| = \frac{4h^2 + \delta^2}{2a^2 - \delta^2 - 2h^2} = \frac{4\tau + s}{2 - s - 2\tau}. \quad (15)$$

При выполнении неравенств

$$\begin{aligned} \frac{1}{8} [-(4+3s) + \sqrt{16+40s-7s^2}] < \tau \leq \\ \leq \frac{1}{2} [-(1+2s) + \sqrt{1+8s}] \end{aligned} \quad (16)$$

экстремальный полином имеет вид (13), при этом

$$\begin{aligned} \Delta^2 &= \frac{a^2(\delta^2 - h^2) - (\delta^2 + h^2)^2}{a^2 + h^2 - \delta^2} = \\ &= \frac{a^2[s - \tau - (s + \tau)^2]}{1 + \tau - s}, \end{aligned} \quad (17)$$

$$\begin{aligned} \|P_*\| &= \frac{2\delta h}{\sqrt{(a^2 + h^2 - \delta^2)^2 + 4\delta^2 h^2}} = \\ &= \frac{2\sqrt{s\tau}}{\sqrt{(1 + \tau - s)^2 + 4s\tau}}. \end{aligned} \quad (18)$$

Корни такого полинома являются действительными числами, которые при возрастании h на полуинтервале (16) приближаются к точке a . При

$$\tau = \frac{1}{2} [-(1+2s) + \sqrt{1+8s}] \quad (19)$$

выполняется равенство $\Delta = 0$, т.е. корни z_1 и z_2 полинома (13) совпадают и равны $z_1 = z_2 = a$.

При τ , удовлетворяющему равенству (19), происходит перестройка поведения корней: корни начинают двигаться в вертикальном направлении.

При выполнении неравенства

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} [-(1+2s) + \sqrt{1+8s}] < \tau \leq \\ \leq \frac{1}{2} [-(3s+1) + \sqrt{1+22s-7s^2}] \end{aligned} \quad (20)$$

корни расположены вертикально (являются комплексно сопряженными), полином $P_*(z)$ имеет вид

$$\begin{aligned} P_*(z) &= \left(1 - \frac{z}{a-\Delta i}\right) \left(1 - \frac{z}{a+\Delta i}\right) = \\ &= 1 - \frac{2az}{a^2 + \Delta^2} + \frac{z^2}{a^2 + \Delta^2}, \end{aligned} \quad (21)$$

где

$$\begin{aligned} \Delta^2 &= \frac{(\delta^2 + h^2)^2 - a^2(\delta^2 - h^2)}{a^2 - \delta^2 + h^2} = \\ &= \frac{a^2[(s + \tau)^2 - s + \tau]}{1 + \tau - s}, \end{aligned} \quad (22)$$

при этом

$$\|P_*\| = \frac{2\delta h}{\sqrt{(a^2 + h^2 - \delta^2)^2 + 4\delta^2 h^2}} = \frac{2\sqrt{s\tau}}{\sqrt{(1 + \tau - s)^2 + 4s\tau}}.$$

Далее, если выполнено неравенство

$$\frac{1}{2} \left[-(3s+1) + \sqrt{1+22s-7s^2} \right] < \tau \leq 4s^{\frac{1}{2}}, \quad (23)$$

то корни расположены вертикально, полином имеет вид (21), где

$$\Delta^2 = \delta^2 + \frac{h^2}{2} = s + \frac{\tau}{2},$$

а его норма выражается следующим образом:

$$\|P_*\| = \frac{4\delta^2 + h^2}{2a^2 + 2\delta^2 + h^2} = \frac{4s + \tau}{2 + 2s + \tau}.$$

И, наконец, если $4s^{\frac{1}{2}} < \tau$, то полином $P_*(z)$ имеет вид:

$$P_*(z) = 1 - \frac{a - \delta + \sqrt{(a - \delta)^2 + h^2}}{(a - \delta)^2 + h^2} z + \frac{1}{(a - \delta)^2 + h^2} z^2, \quad (24)$$

его норма

$$\|P_*\| = 1 - \frac{a - \delta}{\sqrt{(a - \delta)^2 + h^2}} = 1 - \frac{1 - s^{\frac{1}{2}}}{\sqrt{\left(1 - s^{\frac{1}{2}}\right)^2 + \tau}}. \quad (25)$$

Доказательство. Рассмотрим случай выполнения неравенства (12). Так как

$$P(x + iy) = \left(1 - \frac{x + iy}{a - \Delta}\right) \left(1 - \frac{x + iy}{a + \Delta}\right) = \frac{t^2 - \Delta^2 - y^2}{a^2 - \Delta^2} + \frac{2yt}{a^2 - \Delta^2} i, \quad t = x - a,$$

то

$$\operatorname{Re} P = \frac{t^2 - \Delta^2 - y^2}{a^2 - \Delta^2}, \operatorname{Im} P = \frac{2yt}{a^2 - \Delta^2} \quad (26)$$

и при фиксированном $y = h$ зависимость квадрата модуля от переменной $t \in [-\delta, \delta]$ имеет вид

$$\begin{aligned} |P(x + iy)|^2 &= \frac{1}{(a^2 - \Delta^2)^2} \times \\ &\times \left[(t^2 - \Delta^2 - h^2)^2 + 4h^2 t^2 \right], \end{aligned} \quad (27)$$

где $t = x - a$.

Из выражения (27) следует, что функция

$$\begin{aligned} g(t) &:= (t^2 - \Delta^2 - h^2)^2 + 4h^2 t^2 = \\ &= t^4 + 2(h^2 - \Delta^2)t^2 + (\Delta^2 + h^2)^2 \end{aligned}$$

при $h^2 - \Delta^2 < 0$ может принимать на отрезке $[-\delta, \delta]$ максимальное значение при $t = 0, t = -\delta, t = \delta$. Выберем параметр Δ из условия равенства модулей полинома $P(x + iy)$ при $t = 0$ и при $t = \pm \delta$, т.е. равенства

$$(\Delta^2 + h^2)^2 = \delta^4 + 2(h^2 - \Delta^2)\delta^2 + (\Delta^2 + h^2)^2. \quad (28)$$

Из уравнения (28) относительно параметра Δ получаем

$$\Delta^2 = \frac{\delta^2}{2} + h^2 = a^2 \left(\frac{s}{2} + \tau \right). \quad (29)$$

Таким образом, в рассматриваемом случае ϵ -точками полинома (13) (а это и есть разность между $f(z) \equiv 1$ и приближающим объектом) являются точки $a + \delta + hi, a + hi, a - \delta + hi, a - \delta - hi, a - hi, a + \delta - hi$.

При этом, если

$$P(a - \delta + hi) = re^{i\varphi_1}, P(a + hi) = re^{i\varphi_2},$$

$$P(a + \delta + hi) = re^{i\varphi_3}, \text{ то}$$

$$\begin{aligned} \cos \varphi_1 &= \frac{1}{r} \operatorname{Re} P(a - \delta + hi) = \\ &= \frac{\delta^2 - 4h^2}{\delta^2 + 4h^2} = \frac{s - 4\tau}{s + 4\tau}; \end{aligned}$$

$$\sin \varphi_1 = \frac{1}{r} \operatorname{Im} P(a - \delta + hi) =$$

$$= -\frac{4\delta h}{\delta^2 + 4h^2} = -\frac{4(s\tau)^{\frac{1}{2}}}{s + 4\tau};$$

$$\cos \varphi_2 = \frac{1}{r} \left(-\frac{\delta^2 + 4h^2}{2a^2 - \delta^2 - 2h^2} \right) = -1;$$

$$\sin \varphi_2 = \frac{1}{r} \operatorname{Im} P(a + hi) = 0;$$

$$\cos \varphi_3 = \frac{1}{r} \operatorname{Re} P(a + \delta + hi) =$$

$$= \frac{\delta^2 - 4h^2}{\delta^2 + 4h^2} = \frac{s - 4\tau}{s + 4\tau};$$

$$\sin \varphi_3 = \frac{1}{r} \operatorname{Im} P(a + \delta + hi) =$$

$$= \frac{4\delta h}{\delta^2 + 4h^2} = \frac{4(s\tau)^{\frac{1}{2}}}{s + 4\tau}.$$

Требуемый функционал μ , удовлетворяющий равенствам (6), будем искать в виде выпуклой комбинации дельта-функций (и это соответствует критерию Иванова–Ремеза). В развернутом виде уравнения (6) запишутся следующим образом:

$$\begin{aligned} & \operatorname{Re}[\rho_1(\cos \varphi_1 - i \sin \varphi_1)(a - \delta + hi) + \\ & + \rho_2(\cos \varphi_2 - i \sin \varphi_2)(a + hi) + \\ & + \rho_3(\cos \varphi_3 - i \sin \varphi_3)(a + \delta + hi)] = \\ & = \rho_1[(a - \delta)\cos \varphi_1 + h \sin \varphi_1] + \\ & + \rho_2(a \cos \varphi_2 + h \sin \varphi_2) + \\ & + \rho_3[(a + \delta)\cos \varphi_3 + h \sin \varphi_3] = \\ & = \rho_1 \left[(a - \delta) \frac{\delta^2 - 4h^2}{\delta^2 + 4h^2} + h \left(-\frac{4\delta h}{\delta^2 + 4h^2} \right) \right] + \\ & + \rho_2(-a) + \rho_3[(a + \delta) \frac{\delta^2 - 4h^2}{\delta^2 + 4h^2} + \\ & + h \frac{4\delta h}{\delta^2 + h^2}] = \frac{a\delta^2 - \delta^3 - 4ah^2}{\delta^2 + 4h^2} \rho_1 - \\ & - a\rho_2 + \frac{a\delta^2 + \delta^3 - 4ah^2}{\delta^2 + 4h^2} \rho_3 = 0. \end{aligned}$$

Умножив обе части полученного уравнения на $\delta^2 + 4h^2$, получаем уравнение

$$(a\delta^2 - \delta^3 - 4ah^2)\rho_1 - a(\delta^2 + 4h^2)\rho_2 + (a\delta^2 + \delta^3 - 4ah^2)\rho_3 = 0. \quad (30)$$

Построим второе уравнение:

$$\begin{aligned} & \operatorname{Re}[\rho_1(\cos \varphi_1 - i \sin \varphi_1)(a - \delta + hi)^2 + \\ & + \rho_2(\cos \varphi_2 - i \sin \varphi_2)(a + hi)^2 + \\ & + \rho_3(\cos \varphi_3 - i \sin \varphi_3)(a + \delta + hi)^2] = \\ & = \operatorname{Re}\{\rho_1(\cos \varphi_1 - i \sin \varphi_1)[(a - \delta)^2 - h^2 + \\ & + 2(a - \delta)hi] + \rho_2(\cos \varphi_2 - i \sin \varphi_2) \times \\ & \times (a^2 - h^2 + 2ahi) + \rho_3(\cos \varphi_3 - i \sin \varphi_3) \times \\ & \times [(a + \delta)^2 - h^2 + 2(a + \delta)hi]\} = \\ & = \rho_1\{[(a - \delta)^2 - h^2]\cos \varphi_1 + \\ & + 2(a - \delta)h \sin \varphi_1\} + \rho_2(a^2 - h^2)\cos \varphi_2 + \\ & + \rho_3\{[(a + \delta)^2 - h^2]\cos \varphi_3 + \\ & + 2(a + \delta)h \sin \varphi_3\} = \frac{1}{\delta^2 + 4h^2} \times \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \times (2h^2 + 2ah - \delta h - a\delta + \delta^2) \times \\ & \times (2h^2 - 2ah + \delta h - a\delta + \delta^2) \rho_1 + \\ & + (h^2 - a^2)\rho_2 + \frac{1}{\delta^2 + 4h^2}(2h^2 + 2ah + \delta h + \\ & + a\delta + \delta^2)(2h^2 - 2ah - \delta h + a\delta + \delta^2)\rho_3 = 0. \end{aligned}$$

После умножения полученного уравнения на $\delta^2 + 4h^2$ получаем уравнение

$$\begin{aligned} & \left[(2h^2 - a\delta + \delta^2)^2 - (2ah - \delta h)^2 \right] \rho_1 + \\ & + (\delta^2 + 4h^2)(h^2 - a^2)\rho_2 + \\ & + [(2h^2 + a\delta + \delta^2)^2 - (2ah + \delta h)^2] \rho_3 = 0. \quad (31) \end{aligned}$$

Уравнение

$$\rho_1 + \rho_2 + \rho_3 = 1 \quad (32)$$

вместе с уравнениями (30)–(31) образуют систему линейных уравнений относительно неизвестных ρ_1, ρ_2, ρ_3 . Обозначив матрицу коэффициентов через G , решим полученную систему по правилу Крамера. Для этого найдем соответствующие определители:

$$\begin{aligned} \det G &= -2\delta^5(2a^2 - \delta^2 - 2h^2) = \\ &= -2a^7 s^{\frac{5}{2}}(2 - s - 2\tau); \\ \det G_1 &= -\delta^2(\delta^2 + 4h^2) \times \\ & \times (4ah^2 + \delta h^2 + a\delta^2 + a^2\delta) = \\ &= -a^7 s(s + 4\tau) \left(4\tau + s^{\frac{1}{2}}\tau + s + s^{\frac{1}{2}} \right); \\ \det G_2 &= 2\delta^3(\delta^4 + 3\delta^2 h^2 + 4a^2 h^2 + \\ & + 4h^4 - \delta^2 a^2) = 2a^7 s^{\frac{3}{2}}(s^2 + 3s\tau + \\ & + 4\tau + 4\tau^2 - s); \\ \det G_3 &= -\delta^2(\delta^2 + 4h^2)(\delta h^2 - 4ah^2 - \\ & - a\delta^2 + a^2\delta) = -a^7 s(s + 4\tau) \times \\ & \times \left(s^{\frac{1}{2}}\tau - 4\tau - s + s^{\frac{1}{2}} \right). \end{aligned}$$

Заметим теперь, что из условия (12) следуют неравенства: $\det G < 0, \det G_1 < 0, \det G_2 \leq 0, \det G_3 < 0$. Действительно, неравенство (12) эквивалентно неравенству

$$s^2 + 3s\tau + 4\tau + 4\tau^2 \leq s, \quad (33)$$

и так как $0 < s < 1$, то из (33) следует, что $\tau < \frac{1}{4}$, но тогда

$$s + 2\tau < 1 + \frac{1}{2} = \frac{3}{2} < 2.$$

Отрицательность $\det G_1$ очевидна. Отрицательность $\det G_2$ следует из условия (33).

Отрицательность $\det G_3$ вытекает из следующих рассуждений. Неравенство

$$4\tau + s < s^{\frac{1}{2}}\tau + s^{\frac{1}{2}}$$

эквивалентно неравенству

$$\tau < \frac{s^{\frac{1}{2}} - s}{4 - s^{\frac{1}{2}}}.$$

Покажем, что из условия (12) следует неравенство

$$\tau < \frac{s - s^2}{3s + 4}, \quad (34)$$

а при любом $0 < s < 1$ выполняется неравенство

$$\frac{s - s^2}{3s + 4} < \frac{s^{\frac{1}{2}} - s}{4 - s^{\frac{1}{2}}}. \quad (35)$$

Неравенство (35) эквивалентно неравенству

$$4s - 4s^2 - s^{\frac{3}{2}} + s^{\frac{5}{2}} < 3s^{\frac{3}{2}} - 3s^2 + 4s^{\frac{1}{2}} - 4s$$

или, что то же самое, неравенству

$$8s^{\frac{1}{2}} + s^2 < s^{\frac{3}{2}} + 4s + 4. \quad (36)$$

Неравенство (36) очевидным образом выполняется, так как

$$s^2 < s^{\frac{3}{2}} + 4 \left(s - 2s^{\frac{1}{2}} + 1 \right) = s^{\frac{3}{2}} + 4 \left(s^{\frac{1}{2}} - 1 \right)^2.$$

В свою очередь, неравенство (34) имеет место, так как при $\tau > 0$

$$s^2 + 3s\tau + 4\tau < s^2 + 3s\tau + 4\tau + 4\tau^2 < s,$$

т.е.

$$\tau < \frac{s - s^2}{3s + 4}.$$

Таким образом,

- 1) построен набор чисел $\rho_1 > 0$, $\rho_2 \geq 0$, $\rho_3 > 0$, удовлетворяющих критерию Иванова-Ремеза;
- 2) или найден функционал μ , удовлетворяющий системе уравнений (6)–(7).

И тот и другой факт гарантируют экстремальность полинома (13).

При значениях τ , удовлетворяющих неравенству (12), корни полинома (13) $a - \Delta$, $a + \Delta$ удаляются от точки a , причем их максимальное удаление составляет в силу (14)

$$\Delta_1 = a \sqrt{\frac{s}{2} + \frac{1}{8} \left[-(4 + 3s) + \sqrt{16 + 40s - 7s^2} \right]}. \quad (37)$$

Далее приступим к исследованию случая, определяемого неравенством (16). Покажем, что при выполнении неравенства (16) справедливо неравенство

$$|P(a + hi)| < |P(a - \delta + hi)| = |P(a + \delta + hi)|. \quad (38)$$

Действительно, неравенство (38) эквивалентно неравенству

$$\begin{aligned} \frac{(\Delta^2 + h^2)^2}{(a^2 - \Delta^2)^2} < \\ < \frac{(\delta^2 - h^2 - \Delta^2)^2 + 4\delta^2 h^2}{(a^2 - \Delta^2)^2}, \end{aligned} \quad (39)$$

или, что то же самое, неравенству

$$2\Delta^2 < \delta^2 + 2h^2. \quad (40)$$

Осуществив подстановку в левую часть неравенства (40) вместо Δ^2 его значения из равенства (17), получаем

$$\begin{aligned} 2 \left[a^2 (\delta^2 - h^2) - (\delta^2 + h^2)^2 \right] < \\ < (\delta^2 + 2h^2) (a^2 + h^2 - \delta^2), \end{aligned}$$

т.е. в переменных s , τ

$$2 \left[s - \tau - (s + \tau)^2 \right] < (s + 2\tau)(1 + \tau - s). \quad (41)$$

Раскрывая скобки и приводя подобные слагаемые, получаем неравенство

$$s < 4\tau + 4\tau^2 + 3s\tau + s^2,$$

эквивалентное левому из неравенств (16), и его выполнение предполагается.

Далее в равенство (26) подставим значение $t_1 = -\delta$, $t_2 = \delta$ и значение Δ^2 , определяемое равенством (17), тогда

$$\begin{aligned} \operatorname{Re} P(a - \delta + hi) &= \operatorname{Re} P(a + \delta + hi) = \\ &= \frac{4s\tau}{(1 + \tau - s)^2 + 4s\tau}, \end{aligned}$$

$$\operatorname{Im} P(a - \delta + hi) = -\frac{2\sqrt{s\tau}(1 + \tau - s)}{(1 + \tau - s)^2 + 4s\tau}.$$

Эти равенства позволяют найти $\cos\varphi_1$, $\sin\varphi_1$:

$$\begin{aligned} \cos \varphi_1 &= \frac{4s\tau}{(1+\tau-s)^2 + 4s\tau} \cdot \frac{1}{\|P_*\|} = \\ &= \frac{4s\tau}{(1+\tau-s)^2 + 4s\tau} \cdot \frac{\sqrt{(1+\tau-s)^2 + 4s\tau}}{2\sqrt{s\tau}} = \\ &= \frac{2\sqrt{s\tau}}{\sqrt{(1+\tau-s)^2 + 4s\tau}}; \\ \sin \varphi_1 &= -\frac{2\sqrt{s\tau}(1+\tau-s)}{(1+\tau-s)^2 + 4s\tau} \times \\ &\times \frac{\sqrt{(1+\tau-s)^2 + 4s\tau}}{2\sqrt{s\tau}} = \\ &= -\frac{(1+\tau-s)}{\sqrt{(1+\tau-s)^2 + 4s\tau}}, \end{aligned}$$

при этом $\cos \varphi_2 = \cos \varphi_1$, $\sin \varphi_2 = -\sin \varphi_1$.

Запишем далее систему уравнений для нахождения функционала μ :

$$\begin{aligned} \rho_1 [(a-\delta)\cos \varphi_1 + h\sin \varphi_1] + \\ + \rho_2 [(a+\delta)\cos \varphi_2 + h\sin \varphi_2] = 0; \end{aligned} \quad (42)$$

$$\begin{aligned} \rho_1 \{ [(a-\delta)^2 - h^2] \cos \varphi_1 + \\ + 2(a-\delta)h\sin \varphi_1 \} + \rho_2 \{ [(a+\delta)^2 - h^2] \times \\ \times \cos \varphi_1 - 2(a+\delta)h\sin \varphi_1 \} = 0. \end{aligned} \quad (43)$$

Так как

$$\begin{aligned} (a-\delta)\cos \varphi_1 + h\sin \varphi_1 &= \\ &= \frac{2\left(a-as^{\frac{1}{2}}\right)\sqrt{s\tau}}{\sqrt{(1+\tau-s)^2 + 4s\tau}} + \frac{a\tau^{\frac{1}{2}}(-1-\tau+s)}{\sqrt{(1+\tau-s)^2 + 4s\tau}} = \\ &= \frac{a\tau^{\frac{1}{2}}\left(2s^{\frac{1}{2}}-s-1-\tau\right)}{\sqrt{(1+\tau-s)^2 + 4s\tau}}; \\ (a+\delta)\cos \varphi_1 - h\sin \varphi_1 &= \\ &= \frac{2\left(a+as^{\frac{1}{2}}\right)\sqrt{s\tau}}{\sqrt{(1+\tau-s)^2 + 4s\tau}} - \frac{a\tau^{\frac{1}{2}}(-1-\tau+s)}{\sqrt{(1+\tau-s)^2 + 4s\tau}} = \\ &= \frac{a\tau^{\frac{1}{2}}\left(2s^{\frac{1}{2}}+s+1+\tau\right)}{\sqrt{(1+\tau-s)^2 + 4s\tau}}; \end{aligned}$$

$$[(a-\delta)^2 - h^2] \cos \varphi_1 + 2(a-\delta)h \times$$

$$\begin{aligned} \times \sin \varphi_1 &= \frac{2\sqrt{s\tau}\left[\left(a-as^{\frac{1}{2}}\right)^2 - a^2\tau\right]}{\sqrt{(1+\tau-s)^2 + 4s\tau}} + \\ &+ \frac{2\left(a-as^{\frac{1}{2}}\right)a\tau^{\frac{1}{2}}(-1-\tau+s)}{\sqrt{(1+\tau-s)^2 + 4s\tau}} = \\ &= \frac{2a^2\tau^{\frac{1}{2}}\left(2s^{\frac{1}{2}}-s-1-\tau\right)}{\sqrt{(1+\tau-s)^2 + 4s\tau}}; \\ [(a+\delta)^2 - h^2] \cos \varphi_1 - 2(a+\delta)h \times \\ \times \sin \varphi_1 &= \frac{2\sqrt{s\tau}\left[\left(a+as^{\frac{1}{2}}\right)^2 - a^2\tau\right]}{\sqrt{(1+\tau-s)^2 + 4s\tau}} - \\ &- \frac{2\left(a+as^{\frac{1}{2}}\right)a\tau^{\frac{1}{2}}(-1-\tau+s)}{\sqrt{(1+\tau-s)^2 + 4s\tau}} = \\ &= \frac{2a^2\tau^{\frac{1}{2}}\left(2s^{\frac{1}{2}}+s+1+\tau\right)}{\sqrt{(1+\tau-s)^2 + 4s\tau}}. \end{aligned}$$

Таким образом, уравнения (42) и (43) совпадают, и каждое из них приводится к виду

$$\begin{aligned} \left(2s^{\frac{1}{2}}-1-\tau-s\right)\rho_1 + \\ + \left(2s^{\frac{1}{2}}+s+1+\tau\right)\rho_2 = 0. \end{aligned} \quad (44)$$

Вторым уравнением является уравнение

$$\rho_1 + \rho_2 = 1. \quad (45)$$

Решение системы (44)–(45) имеет вид

$$\begin{aligned} \rho_1 &= \frac{\left(1+s^{\frac{1}{2}}\right)^2 + \tau}{2(1+s+\tau)} > 0; \\ \rho_2 &= \frac{\left(1-s^{\frac{1}{2}}\right)^2 + \tau}{2(1+s+\tau)} > 0. \end{aligned} \quad (46)$$

Заметим, что неравенства (16) эквивалентны неравенствам

$$\tau + (s + \tau)^2 \leq s < 4\tau + s^2 + 3s\tau + 4\tau^2. \quad (47)$$

Для значений τ , удовлетворяющих неравенствам (16), расстояние Δ от корня до точки a убывает, так как

$$\frac{d(\Delta^2)}{d\tau} = \frac{a^2(3s^2 + 2s\tau - 1 - 2s - 2\tau - \tau^2)}{(1 + \tau - s)^2} < 0.$$

Очевидно, что числитель последней дроби отрицателен.

При выполнении условия

$$\tau + (\tau + s)^2 = s,$$

т.е.

$$\tau = \frac{1}{2} \left[-(1 + 2s) + \sqrt{1 + 8s} \right]$$

выполняется равенство $\Delta = 0$, т.е. корни совпадают. Этот факт сразу же следует из равенства (22).

При дальнейшем возрастании τ корни начинают двигаться по вертикальной прямой $\operatorname{Re} z = a$, при этом полином принимает вид (21). Найдем его действительную и мнимую части:

$$\operatorname{Re} P(x + iy) = 1 + \frac{x^2 - 2ax - y^2}{a^2 + \Delta^2},$$

$$\operatorname{Im} P(x + iy) = \frac{2y(x - a)}{a^2 + \Delta^2}.$$

Таким образом,

$$|P(x + iy)|^2 = \left(1 + \frac{x^2 - 2ax - y^2}{a^2 + \Delta^2} \right)^2 + \frac{4y^2(x - a)^2}{(a^2 + \Delta^2)^2}$$

и, следовательно,

$$|P(a + \delta)|^2 = \frac{(\delta^2 + \Delta^2)^2}{(a^2 + \Delta^2)^2} <$$

$$< \frac{(\delta^2 - h^2 + \Delta^2)^2 + 4\delta^2 h^2}{(a^2 + \Delta^2)^2} =$$

$$= |P(a + \delta + ih)|^2.$$

Заметим, что неравенство

$$(\delta^2 + \Delta^2)^2 < (\delta^2 + \Delta^2)^2 -$$

$$- 2(\delta^2 + \Delta^2)h^2 + h^4 + 4\delta^2 h^2$$

эквивалентно неравенству

$$2\Delta^2 < 2\delta^2 + h^2. \quad (48)$$

Последнее неравенство имеет место при Δ^2 , определяемом равенством (22). Подставив в неравенство (48)

$$\Delta^2 = \frac{(\delta^2 + h^2)^2 - a^2(\delta^2 - h^2)}{a^2 - \delta^2 + h^2},$$

получаем неравенство

$$2(\delta^2 + h^2)^2 - 2a^2(\delta^2 - h^2) <$$

$$< 2\delta^2(a^2 - \delta^2 + h^2) + h^2(a^2 - \delta^2 + h^2),$$

которое, в свою очередь, эквивалентно неравенству

$$4\delta^4 + 3\delta^2 h^2 + h^4 + a^2 h^2 < 4a^2 \delta^2. \quad (49)$$

Неравенство (49) эквивалентно левому из неравенств (20). Далее, пусть

$$\cos \varphi_1 = \frac{\operatorname{Re} P_*(a - \delta + hi)}{\|P_*\|} = \frac{1}{\|P_*\|} \times$$

$$\times \frac{4\delta^2 h^2}{(a^2 + h^2 - 2a\delta + \delta^2)(a^2 + h^2 + 2a\delta + \delta^2)};$$

$$\sin \varphi_1 = \frac{\operatorname{Im} P_*(a - \delta + ih)}{\|P_*\|} = \frac{1}{\|P_*\|} \times$$

$$\times \frac{-2\delta h(a^2 - \delta^2 + h^2)}{(a^2 + h^2 - 2a\delta + \delta^2)(a^2 + h^2 + 2a\delta + \delta^2)}.$$

Из последних равенств видно, что

$$\cos \varphi_2 = \frac{\operatorname{Re} P_*(a + \delta + hi)}{\|P_*\|} = \cos \varphi_1,$$

$$\sin \varphi_2 = \frac{\operatorname{Im} P_*(a + \delta + ih)}{\|P_*\|} = -\sin \varphi_1.$$

Система уравнений для нахождения функционала μ будет иметь следующий вид:

$$\rho_1 [(a - \delta) \cos \varphi_1 + h \sin \varphi_1] +$$

$$+ \rho_2 [(a + \delta) \cos \varphi_2 + h \sin \varphi_2] = 0; \quad (50)$$

$$\rho_1 \{ [(a - \delta)^2 - h^2] \cos \varphi_1 +$$

$$+ 2(a - \delta)h \sin \varphi_1 \} + \rho_2 \{ [(a + \delta)^2 - h^2] \times$$

$$\times \cos \varphi_1 - 2(a + \delta)h \sin \varphi_2 \} = 0. \quad (51)$$

После умножения обеих частей каждого из уравнений (50)–(51) на

$$\|P_*\| (a^2 + h^2 - 2a\delta + \delta^2)(a^2 + h^2 + 2a\delta + \delta^2)$$

эти уравнения примут следующий вид:

$$\begin{aligned} &\rho_1[(a-\delta)4\delta^2h^2 - 2\delta h^2(a^2 - \delta^2 + h^2)] + \\ &+ \rho_2[(a+\delta)4\delta^2h^2 - 2\delta h^2(a^2 - \delta^2 + h^2)] = \\ &= 2\delta h^2(2a\delta - \delta^2 - a^2 - h^2)\rho_1 + \\ &+ 2\delta h^2(2a\delta + \delta^2 + a^2 + h^2)\rho_2 = 0; \\ &\rho_1\{(a-\delta)^2 - h^2\}4\delta^2h^2 + 2(a-\delta)h \times \\ &\times (-2\delta h)(a^2 - \delta^2 + h^2) + \rho_2\{(a+\delta)^2 - \\ &- h^2\}4\delta^2h^2 + 2(a+\delta)h \cdot 2\delta h(a^2 - \delta^2 + h^2) = \\ &= 4\delta h^2[a(2a\delta - \delta^2 - a^2 - h^2)]\rho_1 + \\ &+ 4\delta h^2[a(2a\delta + \delta^2 + a^2 + h^2)]\rho_2 = 0. \end{aligned}$$

Таким образом, уравнения (50) и (51) совпадают, а требуемая система примет вид:

$$\begin{cases} \rho_1 + \rho_2 = 1, \\ -[(a-\delta)^2 + h^2]\rho_1 + [(a+\delta)^2 + h^2]\rho_2 = 0. \end{cases} \quad (52)$$

Решением системы (52) являются значения

$$\begin{aligned} \rho_1 &= \frac{(a+\delta)^2 + h^2}{(a+\delta)^2 + (a-\delta)^2 + 2h^2} > 0, \\ \rho_2 &= \frac{(a-\delta)^2 + h^2}{(a+\delta)^2 + (a-\delta)^2 + 2h^2} > 0. \end{aligned}$$

Заметим, что для значений τ , удовлетворяющих неравенствам (20), корни удаляются от точки a . Этот факт является следствием положительности производной $\frac{d(\Delta^2)}{d\tau}$.

Случай выполнения неравенства (23) рассмотрен в [4]. Для значений τ , удовлетворяющих неравенствам (23), продолжается удаление корней от точки a , при этом корни остаются на прямой $\text{Re } z = 0$.

Начиная со значения $\tau = 4s^{1/2}$, поведение корней существенно меняется. Найдем корни полинома (24). Умножив обе части уравнения (24) на $(a-\delta)^2 + h^2$ и выразив коэффициенты через s и τ , получим уравнение

$$\begin{aligned} z^2 - a \left[1 - s^{\frac{1}{2}} + \sqrt{\left(1 - s^{\frac{1}{2}}\right)^2 + \tau} \right] z + \\ + a^2 \left[\left(1 - s^{\frac{1}{2}}\right)^2 + \tau \right] = 0. \end{aligned} \quad (53)$$

Пусть $z_{1,2} = \alpha \pm i\beta$ ($\beta > 0$) – корни уравнения (53), тогда

$$\alpha = \frac{a}{2} \left[1 - s^{\frac{1}{2}} + \sqrt{\left(1 - s^{\frac{1}{2}}\right)^2 + \tau} \right], \quad (54)$$

т.е. $\alpha > a$ и

$$\begin{aligned} (z_2 - z_1)^2 &= (2i\beta)^2 = -4\beta^2 = (z_2 + z_1)^2 - \\ &- 4z_1z_2 = a^2 \left[1 - s^{\frac{1}{2}} + \sqrt{\left(1 - s^{\frac{1}{2}}\right)^2 + \tau} \right]^2 - \\ &- 4a^2 \left[\left(1 - s^{\frac{1}{2}}\right)^2 + \tau \right] = \\ &= a^2 \{ (1 - s^{\frac{1}{2}})^2 + 2(1 - s^{\frac{1}{2}}) \sqrt{(1 - s^{\frac{1}{2}})^2 + \tau} - \\ &- 3(1 - s^{\frac{1}{2}})^2 + \tau \} = a^2 [1 - s^{\frac{1}{2}} - \\ &- \sqrt{(1 - s^{\frac{1}{2}})^2 + \tau}] [1 - s^{\frac{1}{2}} + 3\sqrt{(1 - s^{\frac{1}{2}})^2 + \tau}], \end{aligned}$$

т.е.

$$\begin{aligned} \beta = \text{Im } z &= \frac{a}{2} \{ [\sqrt{(1 - s^{\frac{1}{2}})^2 + \tau} - (1 - s^{\frac{1}{2}})] \times \\ &\times [3\sqrt{(1 - s^{\frac{1}{2}})^2 + \tau} + 1 - s^{\frac{1}{2}}] \}^{\frac{1}{2}}. \end{aligned} \quad (55)$$

Найдем зависимость $\text{Im } z$ от $\text{Re } z$. Из равенства (54) получаем

$$\begin{aligned} \frac{2\text{Re } z}{a} &= 1 - s^{\frac{1}{2}} + \sqrt{(1 - s^{\frac{1}{2}})^2 + \tau}, \\ \sqrt{(1 - s^{\frac{1}{2}})^2 + \tau} &= \frac{2\text{Re } z}{a} - (1 - s^{\frac{1}{2}}). \end{aligned} \quad (56)$$

Подставляя вместо

$$\sqrt{(1 - s^{\frac{1}{2}})^2 + \tau}$$

правую часть равенства (56) в правую часть равенства (55), получаем

$$\begin{aligned} \beta = \text{Im } z &= \frac{a}{2} \{ [\frac{2\text{Re } z}{a} - 2(1 - s^{\frac{1}{2}})] \times \\ &\times [3 \cdot \frac{2\text{Re } z}{a} - 2(1 - s^{\frac{1}{2}})] \}^{\frac{1}{2}} = a \times \\ &\times \{ [\frac{\text{Re } z}{a} - (1 - s^{\frac{1}{2}})] [\frac{3\text{Re } z}{a} - (1 - s^{\frac{1}{2}})] \}^{\frac{1}{2}}. \end{aligned} \quad (57)$$

Таким образом, корни перемещаются по двум сопряженным кривым, уравнения которых

$$\begin{aligned} \text{Im } z &= \pm a \{ [\frac{\text{Re } z}{a} - (1 - s^{\frac{1}{2}})] \times \\ &\times [\frac{3\text{Re } z}{a} - (1 - s^{\frac{1}{2}})] \}^{\frac{1}{2}}. \end{aligned} \quad (58)$$

Отметим, что полином первой степени

$$P_1(z) = 1 - \gamma_0 z, \quad (59)$$

определенный на прямоугольнике D с вершинами в точках $a + \delta + hi$, $a - \delta + hi$, $a - \delta - hi$, $a + \delta - hi$ ($0 < \delta < a$, $0 \leq h$) и имеющий минимальную чебышевскую норму, построен в [5].

Подробное построение полинома (59) и анализ движения его корней проведены в работе [6].

Заключение. Результатом данной работы является сформулированная и доказанная теорема об анализе движения корней экстремальных полиномов второй степени, в зависимости от изменения параметров прямоугольников комплексной плоскости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дзядык, В.К. Введение в теорию равномерного приближения функций полиномами / В.К. Дзядык. – М.: Наука, 1977. – 512 с.
2. Иоффе, А.Д. Теория экстремальных задач / А.Д. Иоффе, В.М. Тихомиров. – М.: Наука, 1974. – 480 с.
3. Приближенное решение операторных уравнений / М.А. Красносельский [и др.]. – М.: Наука, 1966. – 332 с.
4. Трубников, Ю.В. Экстремальные конструкции в негладком анализе и операторные уравнения с аккретивными нелинейностями / Ю.В. Трубников. – М.: Астропресс-XXI, 2002. – 256 с.
5. Красносельский, М.А. Позитивные линейные системы / М.А. Красносельский, Е.А. Лифшиц, А.В. Соболев. – М.: Наука, 1985. – 256 с.
6. Chebyshev Polynomial Iterations and Approximate Solutions of Linear Operator Equations / A.P. Zabrejko, P.P. Zabrejko // Journal for Analysis and its Applications. – 1994. – Vol. 13, № 4. – P. 667–681.

Поступила в редакцию 22.03.2012. Принята в печать 14.06.2012

Адрес для корреспонденции: e-mail: Yurii_Trubnikov@mail.ru – Трубников Ю.В.

Однозначность разложения ограниченной разрешимо ω -насыщенной формации на неразложимые множители

В.М. Селькин

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

Все рассматриваемые группы конечны. Формация F называется ограниченной, если формация F является подформацией некоторой однопорожденной формации. Если $F = F_1 \dots F_t$ – произведение формаций F_1, \dots, F_t и $F \neq F_1 \dots F_{i-1} F_{i+1} \dots F_t$ для всех $i = 1, \dots, t$, тогда $F_1 \dots F_t$ называется несократимой факторизацией формации F . Формация F называется неразложимой, если она не может быть представлена в виде $F = MN$, где M и N являются неединичными формациями. В данной работе доказывается, что если $F = F_1 \dots F_t$ – произведение неразложимых формаций F_1, \dots, F_t и F является ограниченной разрешимо ω -насыщенной формацией, то все множители такой факторизации формации F однозначно определены.

***Ключевые слова:** факторизация формаций, формации конечных групп, разрешимо ω -насыщенная формация, ограниченная формация.*

The uniqueness of factorization of the limited solubly ω -saturated formation

Selkin V.M.

Educational establishment «Gomel State Francisk Skorina University»

All groups considered are finite. We say that F is a limited formation if F is a subformation of some one-generated formation. If $F = F_1 \dots F_t$ is the product of formations F_1, \dots, F_t and $F \neq F_1 \dots F_{i-1} F_{i+1} \dots F_t$ for all $i = 1, \dots, t$, then we call $F_1 \dots F_t$ a noncancellative factorization of the formation F . A formation F is nondecomposable if F cannot be written as a product $F = MN$, where M and N are nonidentity formations. In this paper we proved that if F_1, \dots, F_t be the product of nondecomposable formations F_1, \dots, F_t and F is a limited solubly ω -saturated formation, then all the factors of $F_1 \dots F_t$ are uniquely determined.

***Key words:** factorization of formation, formation of finite groups, solubly ω -saturated formation, limited formation.*

Все рассматриваемые группы предполагаются конечными. Напомним, что формация F – это класс групп, замкнутый относительно взятия гомоморфных образов, что каждая группа G имеет наименьшую нормальную подгруппу (обозначаемую через G^F), факторгруппа по которой снова принадлежит F . Эта подгруппа называется F -корадикалом группы G . Произведением MN формаций M и N называется класс групп $(G | G^H \in M)$. Следуя [1], мы будем использовать символ $C^p(G)$, чтобы обозначать пересечение всех централизаторов абелевых p -главных факторов конечной группы G (заметим, что $C^p(G) = G$, если G не имеет таких главных факторов). Пусть X – множество конечных групп. Тогда используем

символ $\text{Com}(X)$, чтобы обозначить класс всех абелевых простых групп A таких, что $A \triangleleft H/K$ для некоторого композиционного фактора H/K группы $G \in X$. Также пишем, что $\text{Com}(G)$ для множества $\text{Com}(\{G\})$.

Пусть ω – произвольное непустое множество простых чисел. Для любой функции f вида

$$f : \omega \cup \{\omega'\} \rightarrow \{\text{формации групп}\} \quad (I)$$

мы определим, следуя [2],

$$CF_\omega(f) = \{G - \text{конечная группа} \mid G / (R(G) \cap O_\omega(G)) \in f(\omega')\}$$

и

$$G / C^p(G) \in f(p) \text{ для любого простого числа } p \in \omega \cap \pi(\text{Com}(G)),$$

где подгруппа $R(G)$ обозначает корадикал группы G (т.е. $R(G)$ – максимальная нормальная разрешимая подгруппа группы G) и $\emptyset \neq \omega \subseteq P$. Формация F называется разрешимо ω -насыщенной, если $F = CF_\omega(f)$ для некоторой функции f вида (I). В этом случае f называется ω -композиционным спутником формации F . Для произвольной функции f вида (I), следуя [3], символ $LF_\omega(f)$ обозначает класс групп

$$(G \mid G/O_\omega(G) \in f(\omega') \text{ и } G/F_p(G) \in f(p) \text{ для всех } p \in \omega \cap \pi(G)).$$

Если формация F такова, что $F = LF_\omega(f)$ для некоторой функции f вида (I), то формация F называется ω -насыщенной, а f – ω -локальный V -спутник этой формации. Пересечение всех разрешимо ω -насыщенных формаций, содержащих некоторую фиксированную группу G , называется однопорожденной разрешимо ω -насыщенной формацией и обозначается $s_\omega \text{form}(G)$. Однопорожденные ω -насыщенные формации определяются аналогично и обозначаются $l_\omega \text{form}(G)$. Формация F называется ограниченной, если формация F является подформацией некоторой однопорожденной формации. Аналогично разрешимо ω -насыщенная формация F называется ограниченной разрешимо ω -насыщенной формацией, если она является подформацией некоторой однопорожденной разрешимо ω -насыщенной формации.

Если

$$F = F_1 \dots F_t \quad (\text{II})$$

произведение формаций F_1, \dots, F_t и

$$F \neq F_1 \dots F_{i-1} F_{i+1} \dots F_t$$

для всех $i=1, \dots, t$, тогда (II) называется несократимой факторизацией формации F . Формация F называется неразложимой, если она не может быть представлена в виде $F = MN$, где M и N являются неединичными формациями.

Напомним известный результат Неймана–Шмелькина: если $M = M_1 \dots M_t$, где M_1, \dots, M_t являются неразложимыми многообразиями групп, то все множители M_i однозначно определены (теорема 23.32 [4]). Однако для формаций конечных групп аналогичный результат не был доказан (см. вопрос 10.58 [5]). В этой рабо-

те доказывается следующая теорема, дающая ответ на данный вопрос.

Теорема. Пусть $F = F_1 \dots F_t$ – произведение неразложимых формаций F_1, \dots, F_t . Если F является ограниченной разрешимо ω -насыщенной формацией, то все множители такой факторизации формации F однозначно определены.

Предварительные результаты. Для доказательства теоремы нам понадобятся следующие леммы и теоремы.

Лемма 1 (лемма 5.3 [6]). Пусть $F = F_1 \dots F_t$ – несократимая факторизация формации F и $F \subseteq R$, где R – некоторая однопорожденная ω -насыщенная формация. Если F является разрешимо ω -насыщенной формацией, то $t \leq 3$.

Теорема 2 (теорема 5.5 [6]). Произведение

$$F_1 F_2 \dots F_t \quad (\text{III})$$

является несократимой факторизацией некоторой ограниченной разрешимо ω -насыщенной формации F тогда и только тогда, когда выполняются следующие условия:

1) $t \leq 3$ и каждый фактор из (III) – неединичная формация;

2) F_1 – однопорожденная ω -насыщенная подформация из $N_\omega N$ и $\pi(\text{Com}(F)) \cap \omega \subseteq \pi(F_1)$;

3) если $F_1 \notin N_\omega$, тогда $t=2$, F_2 – абелева однопорожденная формация и для любых групп $A \in M$ и $B \in F_2$, $(|A/F_\omega(A)|, |B|) = 1$ и $(|A/O_\omega(A)|, |B|) = 1$;

4) если $F_1 \subseteq N_\omega$ и $t=3$, тогда $|\pi(F_1)| > 1$, F_3 – однопорожденная абелева формация и для всех $p \in \pi(F_1)$, формация $F_2(p)$ является нильпотентной однопорожденной формацией и для всех групп $A \in F_2$ и $B \in F_3$, $\pi(A/O_p(A)) \cap \pi(B) = \emptyset$;

5) если $F_1 \subseteq N_\omega$, $t=2$ и $|\pi(F_1)| > 1$, тогда формации $F_2(\omega')$ и F_2 ограничены;

6) если $F_1 = N_p$ для некоторого простого числа p , то $F_2(\omega')$ и $F_2(p)$ (если $p \in \omega$) являются ограниченными формациями, $F_2 \notin F_1$, и существует такая группа $B \in F_2$, что для всех групп $A \in F_1$, F_2 -корадикал группы T^{F_2} регулярного сплетения $T = A \in B$ содержится прямо в базе группы T .

Лемма 3 (лемма 7.1 [6]). Пусть $M_1H_1 = M_2H_2$, где $M_i \subseteq N_\omega N$ – разрешимо ω -насыщенные формации, H_i – такие формации, что $(|A/F_\omega(A)|, |B|) = 1$ и $(|A/O_\omega(A)|, |B|) = 1$, для всех групп $A \in M_i$ и $B \in H_i$. Если либо $M_i \in N_\omega$, для $i=1,2$, либо $M_i \subseteq N$, для $i=1,2$, $|\pi(M_1)| > 1$ и $|\pi(M_2)| > 1$, тогда $H_1 = H_2$.

Лемма 4 (лемма 3.4.4 [7]). Пусть M_1, M_2, \dots, M_t, H – однопорожденные наследственные формации. Тогда

$$(M_1 \vee M_2 \vee \dots \vee M_t)H = M_1H \vee M_2H \vee \dots \vee M_tH.$$

Лемма 5 (лемма 3.4.5 [7]). Пусть $H = H_1 \dots H_t$, где H_i – однопорожденная формация, $i=1, \dots, t$.

Если M_1 и M_2 – такие формации, что

$$M_1H = M_2H, \text{ тогда } M_1 = M_2.$$

Лемма 6 (лемма 4.5 [6]). Пусть $F = MH$, где M – разрешимо ω -насыщенная формация с внутренним ω -композиционным спутником m . Пусть H – такая непустая формация, что $\pi(\text{Com}(H)) \cap \omega \subseteq \pi(\text{Com}(M))$. Тогда $F = CF_\omega(f)$, где

$$f(a) = \begin{cases} m(p)H, & \text{если } a = p \in \pi(\text{Com}(M)) \cap \omega; \\ \emptyset, & \text{если } a = p \in \omega \setminus \pi(\text{Com}(M)); \\ m(\omega')H, & \text{если } a = \omega'. \end{cases}$$

Лемма 7 (лемма 4.2 [6]). Пусть $F = c_\omega \text{form}(X)$ и $\pi = \pi(\text{Com}(F)) \cap \omega$. И пусть f – минимальный ω -композиционный спутник формации F . Тогда справедливы следующие утверждения:

1) $f(p) = \text{form}(G/C^p(G) | G \in X)$ для всех $p \in \pi$;

2) $f(p) = \emptyset$ для всех $p \in \omega \setminus \pi$;

3) $f(\omega') = \text{form}(G/(O_\omega(G) \cap R(G)) | G \in X)$;

4) если $F = CF_\omega(h)$, то

$$f(p) = \text{form}(A | A \in h(p) \cap F, O_p(A) = 1)$$

для всех $p \in \pi$ и

$$f(\omega') = \text{form}(A | A \in h(\omega') \cap F$$

$$\text{и } O_\omega(A) \cap R(A) = 1).$$

Лемма 8 (лемма 4.6 [6]). Пусть $F = MH$ – разрешимо ω -насыщенная формация, где M и H – формации, причем $M \subseteq N$. Пусть f – минимальный ω -композиционный спутник

формации F . Предположим, что $|\pi(M) \cap \omega| > 1$. Тогда

$$H = \text{form}(f(p) \cup f(q))$$

для любых двух различных простых чисел $\{p, q\} \in \pi(M) \cap \omega$.

Лемма 9 (лемма 5 [3]). Пусть $F = I_\omega \text{form}(G)$ для некоторой группы G . Тогда F имеет минимальный ω -локальный спутник f такой, что следующие условия имеют место:

1) $f(p) = \text{form}(G/F_p(G))$ для всех $p \in \pi(G) \cap \omega$;

2) $f(p) = \emptyset$ для всех $p \in \omega \setminus \pi(G)$;

3) если $F = LF_\omega\langle h \rangle$ для некоторого ω -локального спутника h , то

$$f(p) = \text{form}(A | A \in h(p) \cap F, O_p(A) = 1)$$

для всех $p \in \pi(G) \cap \omega$ и

$$f(\omega') = \text{form}(A | A \in h(\omega') \cap F \text{ и } O_\omega(A) = 1).$$

Лемма 10 (лемма 5.1 [6]). Пусть $F = MH$, M и H – неединичные формации. Тогда формация F является либо неабелевой, либо ненильпотентной формацией с $|\pi(F)| > 1$.

Доказательство. Пусть $F = M_1 \dots M_n$, где M_1, \dots, M_n – неразложимые формации. Необходимо показать, что $n = t$ и $F_i = M_i$ для всех $i = 1, \dots, t$. Ввиду леммы 1 можем показать, что $n \leq 3$.

Рассмотрим случай, когда $t = n = 2$, т.е.

$$F = F_1F_2 = M_1M_2.$$

Так как M_1 и M_2 – неразложимые формации, то имеем

$$M_1 \neq F \neq M_2.$$

Это значит, что формация M_1M_2 является несократимой факторизацией формации F . Если обе формации F_1 и M_1 – ненильпотентны или обе нильпотентны и $|\pi(F_1)| > 1$, $|\pi(M_1)| > 1$, то по теореме 2 и лемме 3 имеем $F_2 = M_2$. Следовательно, по лемме 5 имеем $F_1 = M_1$.

Пусть F_1 и M_1 – такие нильпотентные формации, что $|\pi(F_1)| = 1$ и $|\pi(M_1)| > 1$. Предположим, что $\pi(F_1) = p \in \omega$. Значит, $N_p \subseteq F_1$. Следовательно, $N_p = F_1$. Таким образом,

$$F_1 = N_p = N_p N_p,$$

т.е. F_1 – разложимая формация. Полученное противоречие показывает, что $\pi(F_1) \not\subseteq \omega$. Ввиду теоремы 2 $\pi(F) \cap \omega \subseteq \pi(F_1)$. Так как $\pi(M_1) \subseteq \pi(F)$, то $\pi(M_1) \cap \omega = \emptyset$. Тогда F_2, M_2 – однопорожденные абелевы формации и

$$\pi(F_1) \cap \pi(F_2) = \pi(M_1) \cap \pi(M_2) = \emptyset.$$

Теперь покажем, что $F_2 = M_2$. Предположим, что $F_2 \not\subseteq M_2$, и пусть B – группа минимального порядка из F_2, M_2 . Пусть $1 \neq A \in F_1$. Тогда

$$T = A \in B = [K]B \in F,$$

где K – база регулярного сплетения T . Следовательно,

$$T^{M_2} \in M_1 \subseteq N.$$

Так как $(|A|, |B|) = 1$, то

$$T^{M_2} \subseteq F(T) = K.$$

Значит,

$$T/F(K) = T/K \square B \in M_2.$$

Противоречие. Следовательно, $F_2 \subseteq M_2$. Используя аналогичные рассуждения можно показать, что $M_2 \subseteq F_2$. Значит, $F_2 = M_2$. Теперь рассуждая аналогично нетрудно видеть, что $F_1 = M_1$. Если

$$|\pi(F_1)| = 1 = |\pi(F_1)|,$$

то нетрудно видеть, что $F_1 = M_1$.

Пусть теперь M_1 – нильпотентная формация и F_1 – ненильпотентная формация. Ввиду теоремы 2 имеем $F_1 \subseteq N_\omega N$. Пусть A – группа минимального порядка из F_1, N . И пусть R – минимальная нормальная подгруппа группы A . Так как $A \in N_\omega N$, то $A^N \in N_\omega$. Значит, $R = A^N \in N_\omega$. Следовательно, R – p -группа для некоторого простого числа $p \in \omega$. Нетрудно видеть, что $R = F_p(A)$. Следовательно, $A/R \in m(p)$, где m – минимальный ω -локальный спутник формации F_1 . Пусть

$$\pi = \{p_1, \dots, p_m\} = \pi(\text{Com}(F_1)) \cap \omega.$$

Так как $p \in \pi$, видим, что

$$M_0 = m(p_1) \vee \dots \vee m(p_m)$$

является неединичной формацией.

Ввиду условия (2) теоремы 2 и леммы 6 видим, что формация F имеет такой ω -локальный спутник t , что $t(p_i) = m(p_i)F_2$ для всех $i=1, \dots, m$. Пусть f – минимальный ω -композиционный спутник формации F . Покажем, что $t(p_i) = f(p_i)$, для всех $i=1, \dots, m$. Нетрудно видеть, что включение $f \leq t$ очевидно. Пусть A – группа минимального порядка из $m(p_i)F_2 \setminus f(p_i)$, где $m(p_i) \neq (1)$. Тогда, очевидно, что $m(p_i)F_2 \subseteq F$. Следовательно, когда $O_{p_i}(A) = 1$, то ввиду леммы 7 $A \in f(p_i)$. Если $O_{p_i}(A) \neq 1$, то по лемме 2 имеем $M_1 \subseteq N_\omega N$, т.е. M_1 – метанильпотентная формация. Значит, для любой группы $G \in M_1$ имеем, что p не делит порядок группы $G/F_p(G)$ для всякого простого числа $p \in \pi(M_1) \cap \omega$. Следовательно, $m(p_i) \subseteq N_{p_i}$. Так как $A^{F_2} \in m(p_i)$ и $O_{p_i}(A) \neq 1$, то видим, что $A \in F_2$. Пусть Z – группа простого порядка из формации $m(p_i)$. И пусть $D = Z \in A$. Тогда, очевидно, $O_{p_i}(D) = 1$ и

$$D \in m(p_i)F_2 = t(p_i).$$

Из леммы 7 следует, что $D \in f(p_i)$ и $A \in f(p_i)$. Таким образом,

$$t(p_i) = m(p_i)F_2 \subseteq f(p_i).$$

Это показывает, что $t \leq f$. Следовательно, $t = f$. Значит, ввиду леммы 8 имеем

$$M_2 = f(p_1) \vee \dots \vee f(p_m) = m(p_1)F_2 \vee \dots \vee m(p_m)F_2.$$

Ввиду теоремы 2 видим, что F_1 – однопорожденная ω -насыщенная формация. Следовательно, ввиду леммы 9 $m(p_i)$ – однопорожденная формация для всех $i=1, \dots, m$. Теперь ввиду леммы 4 можно заключить, что $M_2 = (m(p_1) \vee \dots \vee m(p_m))F_2$.

И это показывает, что формация M_2 разложима. Полученное противоречие показывает, что рассматриваемый нами случай невозможен.

Рассмотрим теперь случай, когда $t = n = 3$, т.е.

$$F = F_1 F_2 F_3 = M_1 M_2 M_3.$$

В этом случае предположим, что $M_1 M_2 M_3$ – несократимая факторизация формации F . Ввиду леммы 10 видим, что $F_1 F_2$ и $M_1 M_2$ – ненильпотентные формации. Таким образом, вви-

ду теоремы 2 и леммы 3 имеем $F_3 = M_3$. Также по теореме 2 видим, что F_3 и M_3 являются однопорожденными формациями. Итак, ввиду леммы 5 $F_1F_2 = M_1M_2$. По теореме 2 формации F_1F_2 и M_1M_2 являются разрешимыми ω -насыщенными формациями. Следовательно, F_1F_2 и M_1M_2 – однопорожденные разрешимо ω -насыщенные формации. Ввиду случая, когда $t = 2$, видим, что $F_1 = M_1$ и $F_2 = M_2$.

Пусть теперь $F = M_iM_j$, где $i < j$ и $i, j \in \{1, 2, 3\}$. Нетрудно видеть, что $F_1F_2 \in \mathbf{N}$. Если $M_i \in \mathbf{N}$, тогда ввиду леммы 3 имеем $F_3 = M_j$ и по лемме 5 $F_1F_2 = M_i$. Очевидно, это невозможно. Следовательно, M_i – несократимая формация. Таким образом,

$$M_1 = N_\pi = F_1,$$

где $\pi = \pi(M_1)$. И снова, используя лемму 8, видим, что $F_2F_3 = M_j$. Противоречие. Таким образом, рассматриваемый нами случай невозможен. Теорема доказана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Doerk, K. Finite soluble group / K. Doerk, T. Hawkes. – Berlin–N. Y., 1992. – 889 p.
2. Skiba, A.N. Multiply \mathbf{L} -Composition Formations of Finite Groups / A.N. Skiba, L.A. Shemetkov // Ukrainsk. Math. Zh. – 2000. – № 52(6). – P. 783–797.
3. Шеметков, Л.А. Кратно ω -локальные формации и классы Фиттинга конечных групп / Л.А. Шеметков, А.Н. Скиба // Математические труды. – 1999. – Т. 2, № 2. – С. 114–147.
4. Neuman, X. Varieties of groups / X. Neuman. – Ergeb. Math. Band 37. Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg–N. Y. – 1967.
5. Нерешенные вопросы теории групп. Коуровская тетрадь // Институт математики СО АН СССР. – Новосибирск, 1990. – 142 с.
6. Go, W. Factorization theory of one-generated Bear ω -local formations / W. Go, V.M. Selkin, K.P. Sham // Communications in Algebra. – 2007. – Vol. 35. – P. 2901–2931.
7. Скиба, А.Н. Алгебра формаций / А.Н. Скиба. – Минск: Белорусская наука, 1997. – 240 с.

Поступила в редакцию 04.05.2012. Принята в печать 14.06.2012
Адрес для корреспонденции: e-mail: vselkin@gsu.by – Селькин В.М.

О решеточных, гиперрадикальных и сверхрадикальных формациях конечных групп

И.Н. Халимончик

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

В работе исследуются решеточные, гиперрадикальные и сверхрадикальные формации в классе X конечных групп.

Пусть X – наследственная насыщенная формация. Тогда следующие утверждения эквивалентны: 1) любая наследственная насыщенная подформация из X является решеточной в X ; 2) любая наследственная насыщенная подформация из X является гиперрадикальной в X ; 3) любая наследственная насыщенная подформация из X является сверхрадикальной в X ; 4) X состоит из групп с нильпотентным коммутантом.

Полученный результат используется при изучении конечных групп, представимых в произведение своих нормальных и обобщенно нормальных подгрупп.

Ключевые слова: конечная группа, коммутант, формация, решеточная формация, гиперрадикальная формация, сверхрадикальная формация.

On the lattice, hyperradical and superradical formations of finite groups

I.N. Khalimonchik

Educational establishment «Gomel State Francisk Skorina University»

The article deals with lattice, hyperradical and superradical formations in class X of finite groups.

Let X be a hereditary saturated formation. Then the following statements are equivalent: 1) any hereditary saturated subformation of X is a lattice one in X ; 2) any hereditary saturated subformation of X is hyperradical in X ; 3) any hereditary saturated subformation of X is superradical in X ; 4) X formation consists of groups with nilpotent commutant.

The obtained result is used in the study of finite groups represented in the product of its normal and generalized normal subgroups.

Key words: finite group, formation, lattice formation, hyperradical formation, superradical formation.

Рассматриваются только конечные группы. Радикальные формации, или формации Фиттинга, т.е. нормально наследственные формации групп, замкнутые относительно произведений нормальных (или, что эквивалентно, относительно порождений субнормальных) подгрупп, в настоящее время занимают одно из центральных мест в теории классов групп.

Обобщая понятие субнормальности, в 1969 году Т. Хоукс ввел понятие F -субнормальной подгруппы в классе разрешимых групп. В 1978 году Л.А. Шеметков [1] распространил понятие F -субнормальности подгрупп на произвольные конечные группы. Пусть F – непустая формация. Напомним, что подгруппа H группы G называется F -субнормальной, если либо $H = G$, либо существует максимальная цепь подгрупп $H = H_0 \subset H_1 \subset \dots \subset H_n = G$ такая, что $H_i \text{ }^F \subseteq H_{i-1}$ для всех $i = 1, 2, \dots, n$.

В 1978 году Л.А. Шеметковым в [1] была поставлена проблема под номером 12: в каких случаях множество всех F -субнормальных подгрупп группы G образует решетку? Формации

F , которые обладают данным свойством, в дальнейшем были названы решеточными. В [2] были описаны наследственные (разрешимые нормально наследственные) насыщенные формации F , являющиеся решеточными в классе всех групп (соответственно, всех разрешимых групп). Эти и последующие результаты о решеточных формациях вошли в [3].

В [4] было положено начало изучению сверхрадикальных формаций, т.е. нормально наследственных формаций групп F , замкнутых относительно взятия произведений F -субнормальных F -подгрупп.

В отличие от радикальных формаций для сверхрадикальных формаций F замена условия замкнутости относительно произведений F -субнормальных F -подгрупп на условие замкнутости относительно порождений F -субнормальных F -подгрупп не является эквивалентной. Этот факт приводит к задаче описания формаций F , замкнутых относительно взятия порождений F -субнормальных F -подгрупп. Формации с таким свойством называются ги-

перрадикальными [5]. Отметим, что независимо необходимость изучения гиперрадикальных формаций возникла в связи с исследованием решеточных формаций (см. [2, 5–6]). В этих работах были описаны наследственные насыщенные (разрешимые) гиперрадикальные формации.

Отметим, что перечисленные выше типы формаций исследовались в классе всех (разрешимых) групп. С [7] начинается изучение решеточных формаций в классе X . В частности, в [7] были установлены насыщенные наследственные формации X , для которых любая насыщенная наследственная формация F является решеточной в X .

Нам потребуется следующее определение.

Определение. Пусть X – некоторый непустой класс групп. Формация F называется:

а) решеточной в классе X , если в любой X -группе G множество всех ее F -субнормальных подгрупп образует подрешетку решетки всех подгрупп группы G ;

б) гиперрадикальной в классе X , если F – нормально наследственная формация в X и F содержит каждую X -группу $G = \langle A, B \rangle$, где A и B – F -субнормальные F -подгруппы в G ;

в) сверхрадикальной в классе X , если F – нормально наследственная формация в X и F содержит каждую X -группу $G = AB$, где A и B – F -субнормальные F -подгруппы в G .

Целью данной работы является нахождение наследственных насыщенных формаций X , для которых семейства решеточных, гиперрадикальных и сверхрадикальных формаций в классе X совпадают.

Предварительные результаты. В работе используются обозначения, определения и результаты из [1, 3]. Закрепим обозначения за известными классами групп. Обозначим через N класс всех нильпотентных групп, через A – класс всех абелевых групп, через S – класс всех разрешимых групп, через NA – класс всех групп, имеющих нильпотентный коммутант. Известно [1], что класс NA является наследственной насыщенной формацией.

Напомним [1], что добавлением к нормальной подгруппе K группы G называется такая подгруппа H из G , что $HK = G$, но $H_1K \neq G$ для любой собственной подгруппы H_1 из H . Через $F(G)$ обозначается подгруппа Фиттинга группы G .

Пусть F – некоторая непустая формация. Тогда F -корадикалом группы G называется наименьшая нормальная подгруппа из G , фак-

торгруппа по которой принадлежит F и обозначается через G^F .

Пусть X – некоторый класс групп. Группа G называется минимальной не X -группой, если G не принадлежит X , а все собственные подгруппы из G принадлежат X . Через $\mathbf{M}(X)$ будем обозначать класс всех минимальных не X -групп.

Сформулируем в виде лемм вспомогательные результаты, необходимые для доказательства основного результата.

Лемма 2.1 [3]. Пусть F – непустая наследственная формация. Тогда справедливы следующие утверждения:

1) если H – подгруппа группы G и $G^F \subseteq H$, то H – F -субнормальная подгруппа группы G ;

2) если H – F -субнормальная подгруппа и K – подгруппа группы G , то $H \cap K$ – F -субнормальная подгруппа в K ;

3) если H_1 и H_2 – F -субнормальные подгруппы группы G , то $H_1 \cap H_2$ – F -субнормальная подгруппа в G ;

4) если все композиционные факторы группы G принадлежат формации F , то каждая субнормальная подгруппа группы G является F -субнормальной;

5) если H – F -субнормальная подгруппа группы G , то H^g – F -субнормальная подгруппа в G для любого элемента g из G .

Лемма 2.2 [3]. Пусть F – непустая формация, H и N – подгруппы группы G , причем N нормальна в G . Тогда справедливы следующие утверждения:

1) если H F -субнормальна в G , то HN F -субнормальна в G , а HN/N F -субнормальна в G/N ;

2) если $N \subseteq H$, то подгруппа H F -субнормальна в G тогда и только тогда, когда подгруппа H/N F -субнормальна в G/N ;

3) если подгруппа H F -субнормальна в подгруппе K группы G , а K F -субнормальна в G , то H F -субнормальна в G .

Лемма 2.3. Пусть F – наследственная локальная формация, имеющая постоянный локальный экран f . Если $G \in \mathbf{M}(F) \cap S$ и $\Phi(G) = 1$, то $G = [N]M$, где N – единственная минимальная нормальная подгруппа группы G , причем N – абелева p -группа для некоторого простого p , а M – максимальная подгруппа группы G такая, что $M \in \mathbf{M}(f(p))$.

Доказательство проводится аналогично (с очевидными изменениями) доказательству теоремы 1.5 из [8].

Лемма 2.4 [9]. Пусть G – группа с единственной минимальной нормальной подгруппой N , которая неабелева. Если p – простое число, делящее $|N|$, то существуют точный F_pG -модуль A и соответствующее фраттиниовое расширение $A \rightarrow E \rightarrow G$.

Основной результат.

Теорема 3.1. Пусть X – наследственная насыщенная формация. Тогда следующие утверждения эквивалентны:

- 1) любая наследственная насыщенная подформация из X является решеточной в X ;
- 2) любая наследственная насыщенная подформация из X является гиперрадикальной в X ;
- 3) любая наследственная насыщенная подформация из X является сверхрадикальной в X ;
- 4) $X \subseteq NA$.

Доказательство. Установим, что из 1) следует 2). Пусть X -группа G – контрпример минимального порядка. Тогда $G = \langle A_1, A_2 \rangle$, где A_i – F -субнормальные F -подгруппы группы G , $i = 1, 2$, и G не принадлежит F .

Пусть N – минимальная нормальная подгруппа группы G . В силу 1) леммы 2.2 все условия пункта 2) теоремы для факторгруппы G/N выполняются. Поэтому в силу выбора группы G имеем, что $G/N \in F$. Так как X и F – насыщенные формации, то группа G имеет единственную минимальную нормальную подгруппу $N = G^F$ и $\Phi(G) = 1$.

Рассмотрим подгруппы A_1N и A_2N . Так как A_i – собственная F -субнормальная подгруппа X -группы G и $N = G^F$, то нетрудно видеть, что A_iN – собственная подгруппа G , $i = 1, 2$. Заметим, что $A_iN = A_iF^*(A_iN)$, $i = 1, 2$. Согласно предложению 6.1.11 из [3] получаем, что $A_iN \in F$.

Пусть H – добавление к подгруппе N в группе G . Так как $\Phi(G) = 1$, то $H \neq G$. Из того, что X – формация, получаем, что G/N является X -группой. В силу насыщенности формации F из $G/N = HN/N \sqcup H/N \cap N \in F$ и $H \cap N \subseteq \Phi(H)$ по лемме 11.1 из [1] получаем, что $H \in F$. Итак, $G = HN$, $H \in F$ и $H \cap N \subseteq \Phi(H)$.

Используя тождество Дедекинда, имеем $A_iN = A_iN \cap HN = N(A_iN \cap H)$, для $i = 1, 2$.

Если предположить, что $A_iN \cap H = 1$, то $A_iN = N$. Предположим, что $A_1N = N$. В этом случае

$$G = \langle A_1, A_2 \rangle = \langle A_1N, A_2 \rangle = \langle N, A_2 \rangle = A_2N.$$

Так как $N = G^F$, то A_2 не может быть F -субнормальной подгруппой в G . Следова-

тельно, можно считать, что $A_iN \cap H \neq 1$, для каждого $i = 1, 2$.

Так как подгруппа $A_iN \in F$, то из наследственности F по 1) леммы 2.1 следует, что подгруппа $A_iN \cap H$ F -субнормальна в A_iN , для $i = 1, 2$. Отсюда и из F -субнормальности подгруппы A_iN в G из 3) леммы 2.2 следует, что $A_iN \cap H$ – F -субнормальная подгруппа в группе G , $i = 1, 2$.

По условию формация F является решеточной в классе X , поэтому $(A_iN \cap H)^H$ – F -субнормальная подгруппа группы G . Кроме того, из $H \in F$ и наследственности формации F имеем $(A_iN \cap H)^H \in F$. Обозначим $B_i = A_iN \cap H$, $i = 1, 2$. Рассмотрим подгруппу NB_1^H . Если $NB_1^H = G$, то $G^F B_1^H = G$, что невозможно ввиду F -субнормальности в G подгруппы B_1H .

Пусть $B_1^H \neq H$. Из $G = HN$, ввиду того, что $N \triangleleft G$ и $B_1^H \triangleleft H$ следует, что $NB_1^H \triangleleft G$. Так как $G = \langle A_1, A_2 \rangle$ и $A_1 \subseteq NB_1^H$, то $G = NB_1^H A_2$. Таким образом, получаем

$$G = NB_1^H A_2 = NB_1^H N B_2 = NB_1^H B_2.$$

Так как $B_2 \subseteq N_H(B_1^H)$, то $B_1^H B_2$ – подгруппа из H . Тогда из F -субнормальности в G подгрупп B_1^H и B_2 следует, что $B_1^H B_2 = \langle B_1^H, B_2 \rangle$ – F -субнормальная подгруппа в G . Это невозможно ввиду равенства $G = G^F(B_1^H B_2)$. Значит, $G \in F$. Противоречие. Доказано, что F – гиперрадикальная подформация в X .

Если наследственная насыщенная формация $F \subseteq X$ является гиперрадикальной в X , то очевидно, что она является сверхрадикальной в X , поэтому из 2) следует 3).

Установим, что из 3) следует 4). Предположим, что множество $X \setminus NA$ не пусто, и выберем в нем группу G наименьшего порядка.

Пусть N – минимальная нормальная подгруппа группы G . Ясно, что $G/N \in NA$. Так как NA – насыщенная формация, то N – единственная минимальная нормальная подгруппа в G и $\Phi(G) = 1$. Возможны два случая.

1. N – абелева группа. Так как $G/N \in NA \subseteq S$, то G разрешима. В этом случае нетрудно показать, что в G найдется максимальная подгруппа M такая, что $G = [M]M$, где $N = C_G(N) = F(G)$ – элементарная абелева p -группа (p – некоторое простое число), а $M \in NA$. Так как X – наследственная формация, то группа G является минимальной не NA -группой. По лемме 2.3 полу-

чаем, что M является минимальной не A -группой, т.е. группой Миллера–Морено.

Так как M является неабелевой группой, то в M найдутся, по крайней мере, две несопряженные максимальные подгруппы H_1 и H_2 , причем $H_i \in A, i=1,2$.

Рассмотрим подгруппы $T_1=NH_1$ и $T_2=NH_2$. Так как $T_i \neq G$ и $G \in \mathbf{M}(NA)$, то $T_i \in NA, i=1,2$.

Из $G^{NA}=N \subseteq T_i$, по 1) леммы 2.1 следует, что T_i является NA -субнормальной подгруппой в G для $i=1,2$.

Заметим, что $M=H_1H_2$. Отсюда следует, что $G=T_1T_2$. Рассмотрим подформацию $F=X \cap NA$ формации X . Так как F является наследственной насыщенной формацией, то по условию F является сверхрадикальной формацией в X . Так как X – наследственная формация и $G \in X$, то T_i – F -субнормальная F -подгруппа в $G, i=1,2$. Поэтому $G \in NA$. Получили противоречие с выбором G . Таким образом, доказано, что $X \cap S \subseteq NA$.

2. Пусть N – неабелева группа. Так как $G \in \mathbf{M}(NA)$ и $\Phi(G)=1$, то нетрудно видеть, что $G=N$ – простая группа и $G^{NA}=G$. Так как G не является абелевой, то в G найдется подгруппа S , являющаяся минимальной не A -группой, т.е. группой Миллера–Морено. Известно, что она либо примарна, либо бипримарна. Так как G – простая группа, то $|\pi(G)| \geq 3$. Поэтому найдется $p \in \pi(G)$ такое, что $p \notin \pi(S)$. Тогда по лемме 2.4 существует точный фраттиниевый $F_p G$ -модуль A и групповое расширение $A \rightarrow E \twoheadrightarrow G$ такое, что найдется элементарная абелева p -подгруппа $K \triangleleft E$ такая, что K G -изоморфна $A, K \subseteq \Phi(E)$ и $E/K \sqcup G$. Так как $G \in X$ и X – насыщенная формация, то $E \in X$. Рассмотрим S^* – прообраз подгруппы S при естественном гомоморфизме $\alpha: E \rightarrow E/K \sqcup G$. Так как $S^*/K \sqcup S$ и K – p -группа, $p \notin \pi(S)$, то K – нормальная силовская p -подгруппа в S^* .

По теореме Шура–Цассенхауза в S^* найдется подгруппа T такая, что $S^*=KT$ и $(|S^*:K|, |S^*:T|)=1$. Заметим, что $T \sqcup S$ и $K \subseteq F(S)$. Если $K \subset F(S^*)$, то $F(S^*)=F(S^*) \cap S^*=F(S^*) \cap KT = K(F(S^*) \cap T)$ и $F(S^*) \cap T \neq 1$.

Пусть $r \in \pi(F(S^*) \cap T)$. Ясно, что $r \neq p$. Тогда для силовской r -подгруппы Q из $F(S^*)$ выполняется $Q \subseteq C_{F(S^*)}(K) \subseteq C_{S^*}(K)=K$. Противоречие. Следовательно, $F(S^*)=K$ и $S^*/F(S^*)=S^*/K \sqcup T \notin A$. Значит, $S^* \notin NA$. С другой стороны, $E \in X$ и X – наследственная формация, следовательно, $S^* \in X$. Очевидно, S^* разрешима. Поэтому $S^* \in X \cap S$. В первом случае было доказано,

что $X \cap S \subseteq NA$. Поэтому $S^* \in NA$. Противоречие. Следовательно, $X \subseteq NA$. Доказано, что из 3) следует 4).

Доказательство, что из 4) следует 1) вытекает из теоремы 3.1 [7]. Теорема доказана.

Заключение. Полученная выше теорема может быть использована при изучении групп, представимых в произведение своих сверхразрешимых нормальных и обобщенно нормальных подгрупп.

Пусть $F=U$ – формация всех сверхразрешимых групп. Ввиду замечания 2 из [1, с. 93] подгруппа H разрешимой группы G является U -субнормальной в G тогда и только тогда, когда существует максимальная цепь подгрупп $H=H_0 \subset H_1 \subset \dots \subset H_t=G$ такая, что $|H_{i+1}:H_i|$ – простое число для любого $i=0,1,\dots,t-1$.

Следствие 4.1. Пусть $G=AB$, где A и B – сверхразрешимые U -субнормальные подгруппы группы G . Если коммутант G' нильпотентен, то G сверхразрешима.

Так как нормальная подгруппа разрешимой группы является U -субнормальной в ней, то получаем следующий хорошо известный результат.

Следствие 4.2 [10]. Пусть группа $G=AB$, где A и B – нормальные сверхразрешимые подгруппы в G . Если коммутант G' группы G нильпотентен, то группа G сверхразрешима.

Согласно [11–12] группа $G=AB$ называется произведением взаимно (sn -перестановочных) перестановочных подгрупп A и B , если A перестановочна с любой (соответственно, субнормальной) подгруппой из B , а B перестановочна с любой (соответственно, субнормальной) подгруппой из A .

Лемма 4.3. Пусть разрешимая группа $G=AB$, где A и B – ее сверхразрешимые подгруппы. Если A и B – взаимно sn -перестановочные подгруппы, то A и B U -субнормальны в G .

Доказательство. Если $A=G$, то G – сверхразрешимая группа. Тогда любая подгруппа из G является U -субнормальной в ней. Можно считать, что $A \neq G \neq B$. В подгруппе B найдется субнормальный ряд

$$1=B_0 \subset B_1 \subset \dots \subset B_n=B$$

с простыми индексами $|B_{j+1}:B_j|, j=0, 1, \dots, n-1$. Тогда из $A \neq G$ следует, что существует j такое, что $AB_{j+1} \neq AB_j$. Из $|AB_{j+1}:AB_j| = |B_{j+1}:B_j| \cdot |(B_{j+1} \cap A)B_j:B_j|$ и $B_j \subseteq (B_{j+1} \cap A)B_j = B_{j+1} \cap AB_j \subseteq B_{j+1}$ следует, что $(B_{j+1} \cap A)B_j = B_j$. Отбросив из ряда $A=B_0A \subseteq B_1A \subseteq \dots \subseteq B_nA=G$ по

вторения, получаем ряд с простыми индексами. Следовательно, A – U -субнормальная подгруппа в G . Аналогично показывается, что B U -субнормальна в G . Лемма доказана.

Следствие 4.4 [11]. Пусть группа $G=AB$ является произведением взаимно перестановочных сверхразрешимых подгрупп группы G . Если коммутант G' группы G нильпотентен, то G сверхразрешима.

Следствие 4.5 [12]. Пусть группа $G=AB$ является произведением взаимно sp -перестановочных сверхразрешимых подгрупп группы G . Если коммутант G' группы G нильпотентен, то G сверхразрешима.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шеметков, Л.А. Формации конечных групп / Л.А. Шеметков. – М.: Наука, 1978. – 278 с.
2. Васильев, А.Ф. О решетках подгрупп конечных групп / А.Ф. Васильев, С.Ф. Каморников, В.Н. Семенчук // Бесконечные группы и примыкающие алгебраические системы / Ин-т математики Акад. наук Украины; редкол.: Н.С. Черников [и др.]. – Киев, 1993. – С. 27–54.
3. Ballester-Bolinches, A. Classes of Finite Groups / A. Ballester-Bolinches, L.M. Ezquerro. – Springer, 2006. – 385 p.
4. Семенчук, В.Н. Сверхрадикальные формации / В.Н. Семенчук, Л.А. Шеметков // Доклады НАН Беларуси. – 2000. – Т. 44, № 5. – С. 24–26.
5. Васильев, А.Ф. Гиперрадикальные формации конечных разрешимых групп / А.Ф. Васильев // Известия Гомельск. гос. ун-та им. Ф. Скорины. – 2004. – № 6(27). – С. 62–70.
6. Васильев, А.Ф. Заметка о гиперрадикальных формациях конечных групп / А.Ф. Васильев, И.Н. Халимончик // Труды Института математики НАН Беларуси. – 2008. – Т. 16, № 2. – С. 15–18.
7. Васильев, А.Ф. Условно решеточные формации конечных групп / А.Ф. Васильев, И.Н. Халимончик // Известия Гомельск. гос. ун-та им. Ф. Скорины. – 2008. – Т. 47, № 2. – С. 50–55.
8. Семенчук, В.Н. Минимальные не F -группы / В.Н. Семенчук // Алгебра и логика. – 1979. – Т. 18, № 3. – С. 348–382.
9. Gries, R.L. The Frattini module / R.L. Gries, P. Schmid // Arch. Math. – 1978. – Vol. 30. – P. 256–266.
10. Baer, R. Classes of finite groups and their properties / R. Baer // Illinois J. Math. – 1957. – Vol. 1. – P. 318–326.
11. Assad, M. On the supersolubility of finite groups / M. Asaad, A. Shaalan // Arch. Math. – 1989. – Vol. 53, № 4. – P. 318–326.
12. Alejandro, M.J. On some permutable products of supersoluble groups / M.J. Alejandro, A. Ballester-Bolinches, J. Cossey, M.C. Pedraza-Aguilera // Rev. Mat. Iberoamericana. – 2004. – Vol. 20. – P. 413–425.

Поступила в редакцию 02.05.2012. Принята в печать 14.06.2012
 Адрес для корреспонденции: e-mail: vifh@rambler.ru – Халимончик И.Н.



Соотношение кислых и щелочных аминокислот в различных биологических объектах

Е.О. Данченко

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

Наибольшее содержание кислых аминокислот было обнаружено в гидролизатах эхинацеи, родиолы розовой и копрецитата; в казеине содержание этих аминокислот было почти в 3 раза меньше. Количество свободных аспарагиновой кислоты и глутаминовой кислоты в гемолимфе куколок дубового шелкопряда приближается к уровням этих аминокислот в гидролизате казеина. В сыворотке крови крыс отношение свободных аспарагиновой кислоты к глутаминовой кислоте приближается к 1:3. В печени и сердце крыс суммарное содержание кислых аминокислот было одного порядка – 11,9 и 14,5 мкмоль/г, соответственно. Однако соотношение аспарагиновой кислоты и глутаминовой кислоты носит противоположный характер – 3:1 в печени и 1:2,5 в сердце. В коре, стриатуме, гипоталамусе, среднем мозге и эпифизе головного мозга крыс содержание глутаминовой кислоты превышает уровень аспарагиновой кислоты в 8,3, 7,1, 6,3, 4,9 и 3,6 раза, соответственно. Гидролизаты эхинацеи и родиолы розовой содержат наибольшие количества щелочных аминокислот. Гидролизат казеина существенно отличается от гидролизатов лекарственных растений тем, что в его составе преобладает гистидин. Одинаковое распределение щелочных аминокислот было обнаружено в гемолимфе куколок дубового шелкопряда и в сыворотке крови крыс. Соотношение аргинина, гистидина и лизина в печени и сердце отличается и составляет 6:6:2 и 2:2:3, соответственно. В эпифизе преобладает содержание гистидина, а в гипоталамусе – аргинина. Суммарное распределение щелочных аминокислот в лимфоцитах разных органов аналогично таковому для кислых аминокислот.

Ключевые слова: аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота, аргинин, гистидин, лизин, лекарственные растения, крысы.

Correlation of acidic and alkaline amino acids in various biological objects

E.O. Danchenko

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

The highest content of acidic amino acids was found in hydrolysates of Echinacea, Rhodiola rosea and kopretsipitate; in casein the content of these amino acids was almost 3 times as little. The number of free aspartic acid and glutamic acid in hemolymph of oak silkworm pupae is close to the levels of these amino acids in the hydrolyzate of casein. In blood serum of rats, the ratio of free aspartic acid and glutamic acid is close to 1:3. In rat liver and heart the total content of acidic amino acids was of the same order – 11,9 and 14,5 mkmol/g, respectively. However, the ratio of aspartic acid and glutamic acid is of the opposite character – 3:1 in the liver and 1:2,5 in the heart. In the cortex, striatum, hypothalamus, mid-brain and pineal gland of the rat brain the content of glutamic acid is 8,3, 7,1, 6,3, 4,9 and 3,6 times higher than that of aspartic acid respectively. Hydrolyzates of Echinacea and Rhodiola rosea contain the largest amounts of alkaline amino acids. Casein hydrolyzate differs substantially from hydrolyzate of medicinal plants as in its composition histidine dominates. Equal distribution of alkaline amino acids was found in the hemolymph of the pupae of silkworm oak as well as in rat serum. The ratio of arginine, histidine and lysine in the liver and the heart is different, and is 6:6:2 and 2:2:3, respectively. In the pineal gland predominant is the content of histidine and in the hypothalamus – arginine. The total distribution of alkaline amino acids in the lymphocytes of various organs is similar to that of acidic amino acids.

Key words: aspartic acid, glutamic acid, arginine, histidine, lysine, medicinal plants, rats.

Аминокислоты III группы – кислые или отрицательно заряженные (аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота) и аминокислоты IV – щелочные или положительно заряженные (аргинин, гистидин, лизин) являются протениногенными, и их радикалы участвуют в образовании ионных связей при формировании нативной структуры белка. Кроме этого эти аминокислоты являются активными метаболитами.

В большом количестве аспарагиновая кислота (асп) содержится в растительных белках; участвует в реакциях трансаминирования и синтезе мочевины, креатина, циклических

пептидов; при декарбоксилировании образуются α - или β -аланин, необходимый для синтеза мышечных дипептидов карнозина, ансерина и кофермента А; амид аспарагиновой кислоты – аспарагин накапливается при прорастании семян бобовых растений в темноте или при избытке аммиака; у высших животных аспарагиновая кислота и аспарагин участвуют в синтезе пуриновых и пиримидиновых оснований, никотиновой кислоты, а у растений являются запасной и транспортной формой азота. Накапливаются сообщения об участии аспарагиновой кислоты как сигнальной молекулы в регуляции

экспрессии генов, клеточного цикла, пролиферации лимфоцитов.

Глутаминовая кислота входит в состав фолиевой кислоты и глутатиона; участвует в реакциях трансаминирования, непрямого дезаминирования и реаминирования; при декарбоксилировании глутаминовой кислоты образуется γ -аминомасляная кислота – тормозной медиатор ЦНС, который является предшественником в синтезе порфиринов; глутамин – транспортная форма азота у животных и растений, исходное соединение в синтезе пуриновых и пиримидиновых оснований, никотиновой кислоты; глутамат натрия используется как вкусовая приправа. Глутамин, аспарат, глицин участвуют в синтезе эндогенного антиоксиданта – мочевиной кислоты. Глутамат, глутамин, пролин участвуют в синтезе цитрулина, играющего определенную роль в антиоксидантном потенциале клеток, а также необходимого для синтеза аргинина.

Большое количество аргинина содержится в протаминах и гистонах (молоки рыб); аргинин выполняет функцию, аналогичную функции фосфокреатина у высших животных. Аргинин совместно с пролином и глутамином участвует в синтезе глутамата, глутамина и полиаминов, поддерживает целостность митохондрий. Аргинин, метионин, глицин выполняют антиоксидантную и противовирусную функции, обеспечивают противоопухолевое действие. Аргинин совместно с метионином как сигнальные молекулы участвуют в регуляции экспрессии генов, синтеза ДНК и белка, апоптоза, принимают участие в функционировании ионных каналов, трансдукции сигналов.

Известно высокое содержание гистидина в глобине – белковом компоненте гемоглобина; при декарбоксилировании гистидина образуется гистамин (воспаление, иммунные реакции, вазодилаторный эффект); кроме того гистидин входит в состав активных центров некоторых протеолитических ферментов, участвует в секреции ацетилхолина.

Лизин содержится в большом количестве в протаминах и гистонах (молоки рыб); является исходным продуктом для синтеза алкалоидов (анабазин, никотин, кониин); участвует ϵ -аминогруппой в образовании комплекса между белковой частью фермента и коферментом (биотин-зависимые ферменты). Лизин участвует в регуляции синтеза NO и проявляет антивирусную активность. Имеются сведения об эмбриотоксическом действии лизина.

Таким образом, кислые и щелочные аминокислоты – аспарагиновая кислота, глутаминовая

кислота, аргинин, гистидин и лизин – способны участвовать как в формировании третичной и четвертичной структур белков, так и являются метаболически активными веществами и выполняют роль сигнальных молекул [1–2]. Поэтому целью работы явился сравнительный анализ содержания этих аминокислот в различных биологических объектах.

Материал и методы. Учитывая, что стандартом по содержанию аминокислот являются гидролизаты белков молока, на первом этапе работы были исследованы аминокислотные спектры белковых препаратов молока (казеинаты, копреципитаты), а также экстракты растительных компонентов широко распространенных пищевых добавок. Гидролиз образцов производился в десятикратном объеме концентрированной соляной кислоты в запаянных ампулах при 110°C в течение 24 часов. После выпаривания соляной кислоты осадок гомогенизировали в 10-кратном объеме 0,2М HClO₄ с добавлением внутреннего стандарта (норлейцин). Количественная и качественная идентификация свободных аминокислот и их дериватов проводилась катионообменной хроматографией одноколоночным методом на автоанализаторе аминокислот Т-339М (Чехия) по модифицированному методу J.V. Benson, J.A. Paterson [3]. Принцип метода заключается в элюции аминокислот и родственных им соединений ступенчатым градиентом Li-цитратных буферных растворов. После нанесения кислотного экстракта на аналитическую колонку (22,0×0,35 см), заполненную сферическим катионообменником LGAN 2B (размер частиц 8 мкм) («Lachema», Чехия) хроматографическое разделение исследуемых соединений последовательно осуществляли Li-цитратными буферами. Количественное содержание каждого компонента спектра исследуемых соединений оценивали по реакции с 1% раствором нингидрина (скорость потока 12 мл/час) в капиллярной бане при 100°C при длине волны 520 нм после прохождения через проточную кювету однолучевого фотометра. Сигнал с выхода фотометра поступает на программно-аппаратный комплекс «Мультихром-1», где происходят регистрация, обработка, идентификация пиков и вычисление концентраций по площадям пиков. Воспроизводимость метода $\pm 1,5\%$, чувствительность – 10⁻⁹ моль. На втором этапе работы определение свободных аминокислот проводили в хлорнокислых экстрактах плазмы крови, гомогенатов тканей и лизатов лимфоцитов методом обращеннофазной ВЭЖХ с о-фталевым альдегидом и 3-

меркаптопропи-оной кислотой с изократическим элюированием и детектированием по флуоресценции (231/445 нм). Условия определения: колонка Диасорб 130 C₁₆T, 3×150 мм; подвижная фаза: 0,1 М Na-ацетатный буфер pH 5,7:50% раствор метанола в соотношении 100:54 (об/об). Скорость потока 0,8 мл/мин, температура колонки 30°C. Дериватизация: смешивание пробы с 5 объемами 0,4% раствора о-фталевого альдегида и 0,3% 3-меркаптопропионовой кислоты в 0,4 М Na-боратном буфере, pH 9,4, затем нейтрализация добавлением равного объема 0,1 М хлорной кислоты. Все определения проводили с помощью хроматографической системы Agilent 1200, прием и обработка данных – с помощью программы Agilent ChemStation A10.01. Статистическая обработка данных: t-тест с учетом различий дисперсий в группах с помощью программы Statistica 7.0.

Результаты и их обсуждение. Результаты проведенных исследований представлены в табл. 1–2.

Из данных, приведенных в табл. 1, следует, что наибольшее содержание кислых аминокислот обнаружено в гидролизатах эхинацеи (*Echinacea purpurea*), родиолы розовой (*Rhodiola rosea*) и копреципитате; в казеине содержание этих аминокислот почти в 3 раза меньше. Количество свободных аспарагиновой кислоты и глутаминовой кислоты в гемолимфе куколок дубового шелкопряда (*Antheraea pernyi* G.-M.) приближается к уровням этих аминокислот в гидролизате казеина. Однако имеется существенное отличие. Если в гидролизате казеина аспарагиновая кислота и глутаминовая кислота присутствуют в соотношении 3:5, то в гемолимфе куколок дубового шелкопряда примерно 5:1. Это связано с тем, что при питании листьями дуба в организме гусеницы V возраста в большей степени накапливается более характерная для растений аспарагиновая кислота, а в продукте животного происхождения преобладает глутаминовая кислота. Особый интерес представляет гидролизат водоросли спирулины (*Spirulina platensis*): в нем содержится мало кислых аминокислот, но соотношение аспарагиновой кислоты к глутаминовой кислоте примерно 1:3, что ближе к казеину, чем к другим исследованным лекарственным растениям. Не исключено, что в этом заключается одна из возможных причин высокой биологической значимости белка спирулины как пищевого продукта.

В сыворотке крови крыс отношение свободных аспарагиновой кислоты к глутаминовой

кислоте приближается 1:3. В печени и сердце крыс суммарное содержание кислых аминокислот одного порядка – 11,9 и 14,5 мкмоль/г, соответственно. Однако соотношение аспарагиновой кислоты и глутаминовой кислоты носит противоположный характер – 3:1 в печени и 1:2,5 в сердце. Очевидно, что такие различия связаны с особенностями метаболизма и выполнения специфических функций этими органами.

В различных отделах головного мозга крыс отмечено явное преобладание глутаминовой кислоты над аспарагиновой. Так, в коре, стриатуме, гипоталамусе, среднем мозге и эпифизе головного мозга крыс содержание глутаминовой кислоты превышает уровень аспарагиновой кислоты в 8,3, 7,1, 6,3, 4,9 и 3,6 раза, соответственно.

По суммарному содержанию кислых аминокислот лимфоциты органов расположились в следующей последовательности: лимфоциты печени > лимфоциты тимуса > лимфоциты селезенки. Достоверных различий в уровнях аспарагиновой кислоты и глутаминовой кислоты в лимфоцитах каждого из исследованных органов не было обнаружено.

В табл. 2 приведено содержание щелочных аминокислот в различных биологических объектах.

Из анализа данных табл. 2 следует, что эхинацея и родиола розовая содержат наибольшие количества щелочных аминокислот. В гидролизатах спирулины содержание аргинина и гистидина низкое, а содержание лизина приближается к значениям, характерным для эхинацеи и родиолы розовой. Гидролизат казеина существенно отличается от гидролизатов лекарственных растений тем, что в его составе преобладает гистидин. В спектре свободных аминокислот гемолимфы куколок дубового шелкопряда содержится мало аргинина, а по содержанию гистидина и лизина гемолимфа куколок превосходит гидролизаты эхинацеи и родиолы розовой. Аналогичное распределение щелочных аминокислот выявлено и в плазме крови крыс. Полученные результаты могут свидетельствовать о том, что гемолимфа куколок дубового шелкопряда может явиться малозатратным источником свободных аминокислот, полученным в процессе эндогенного протеолиза тканей. В ряде исследований доказана возможность использования куколок дубового шелкопряда в качестве эффективного биофармацевтического сырья [4–5].

Таблица 1

Содержание аспарагиновой и глутаминовой кислот в различных биологических объектах

Объект исследования	Аспарагиновая кислота	Глутаминовая кислота
Общие аминокислоты (гидролизаты)		
Спирулина, ммоль/л	0,69±0,05	1,95±0,12 ¹
Эхинацея, ммоль/л	15,7±1,24	11,2±0,86 ¹
Родиола розовая, ммоль/л	16,2±1,34	17,2±1,35
Казеин, ммоль/л	3,28±0,31	5,28±0,48
Казеинат натрия, ммоль/л	2,07±0,17	2,20±0,16
Копреципитат, ммоль/л	9,34±0,78	9,89±0,84
Пенообразователь, ммоль/л	4,29±0,32	3,06±0,30 ¹
Свободные аминокислоты		
Гемолимфа куколок дубового шелкопряда, ммоль/л	4,70±0,56	0,90±0,08 ¹
Плазма крови крыс, мкмоль/л	70,4±3,16	187±9,83 ¹
Печень крыс, нмоль/г	8983±1287	2932±303 ¹
Сердце крыс, нмоль/г	4132±295	10409±363 ¹
Эпифиз крыс, нмоль/г	473±55	1729±179 ¹
Средний мозг крыс, нмоль/г	2308±165	11303±927,5 ¹
Стриатум мозга крыс, нмоль/г	1759±178	12434±1020 ¹
Гипоталамус крыс, нмоль/г	1822±140	11542±823 ¹
Кора мозга, нмоль/г	1874±74,7	15572±663 ¹
Лимфоциты селезенки, мкмоль/10 ⁶	1,91±0,40	1,46±0,26
Лимфоциты тимуса, мкмоль/10 ⁶	4,09±0,15	4,61±1,14
Лимфоциты печени, мкмоль/10 ⁶	10,4±2,04	17,2±3,03

Примечание: ¹ – P < 0,05 по сравнению с аспарагиновой кислотой.

Таблица 2

Содержание аргинина, гистидина и лизина в различных биологических объектах

Объект исследования	Аргинин	Гистидин	Лизин
Общие аминокислоты (гидролизаты)			
Спирулина, ммоль/л	0,17±0,02	0,18±0,02	4,29±0,35 ¹
Эхинацея, ммоль/л	3,42±0,33	3,61±0,23	6,54±0,56 ¹
Родиола розовая, ммоль/л	3,52±0,43	4,01±0,44	6,75±0,66 ¹
Казеин, ммоль/л	0,71±0,07	4,02±0,34 ¹	1,37±0,12 ¹
Казеинат натрия, ммоль/л	0,45±0,04	3,84±0,33 ¹	0,86±0,67
Копреципитат, ммоль/л	2,03±0,29	2,68±0,22	3,89±0,32 ¹
Пенообразователь, ммоль/л	0,93±0,07	2,75±0,23 ¹	1,78±0,99
Свободные аминокислоты			
Гемолимфа куколок дубового шелкопряда, ммоль/л	0,15±0,02	10,3±0,37 ¹	8,70±0,59 ¹
Плазма крови крыс, мкмоль/л	56±5,0	136±6,67 ¹	271±19,6 ¹
Печень крыс, нмоль/г	685±47	654±54,0	224±29,6 ¹
Сердце крыс, нмоль/г	173±18	189±12,3	344±27,5 ¹
Эпифиз крыс, нмоль/г	26±7,0	54±13,0	–
Средний мозг крыс, нмоль/г	152±14,0	96,0±13,1 ¹	–
Стриатум мозга крыс, нмоль/г	125±7,72	106±9,53	–
Гипоталамус крыс, нмоль/г	122±17,3	8,75±2,67 ¹	–
Кора мозга, нмоль/г	109±13,5	93,4±14,8	–
Лимфоциты селезенки, мкмоль/10 ⁶	0,80±0,16	0,21±0,04 ¹	4,30±0,86 ¹
Лимфоциты тимуса, мкмоль/10 ⁶	1,55±0,41	0,38±0,09 ¹	3,97±1,13
Лимфоциты печени, мкмоль/10 ⁶	1,18±0,13	4,09±0,63 ¹	20,6±5,57 ¹

Примечание: ¹ – P < 0,05 по сравнению с аргинином.

Как уже было отмечено для кислых аминокислот, соотношение аргинина, гистидина и лизина в печени и сердце отличается и составляет 6:6:2 и 2:2:3, соответственно. В различных отделах головного мозга крыс практически не определялось содержание лизина, а соотношения аргинина и гистидина не имели закономерных особенностей. Так, величины отношений содержания аргинина к уровню гистидина в гипоталамусе, среднем мозге, стриатуме, коре и эпифизе составили 13,9, 1,58, 1,18, 1,17 и 0,48, соответственно. Это значит, что в различных отделах головного мозга крыс щелочные аминокислоты играют специфическую роль. В связи с этим следует обратить особое внимание на тот факт, что в эпифизе преобладает гистидин, а в гипоталамусе – аргинин. Суммарное распределение щелочных аминокислот в лимфоцитах разных органов аналогично таковому для кислых аминокислот. Функциональная активность этих клеток в разных органах сопряжена с некоторыми особенностями распределения щелочных аминокислот: в селезенке и тимусе лимфоциты содержат небольшое количество гистидина, а в лимфоцитах печени выявлена высокая концентрация лизина, превышающая уровень аргинина почти в 20 раз.

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что наибольшее содержание кислых аминокислот было обнаружено в гидролизатах эхинацеи, родиолы розовой и копреципitate; в казеине содержание этих аминокислот было почти в 3 раза меньше. Количество свободных аспарагиновой кислоты и глутаминовой кислоты в гемолимфе куколок дубового шелкопряда приближается к уровням этих аминокислот в гидролизате казеина. В сыворотке крови крыс отношение свободных аспарагиновой кислоты к глутаминовой кислоте приближается к 1:3. В печени и сердце крыс суммарное содержание кислых аминокислот было одного порядка – 11,9 и 14,5 мкмоль/г, соответственно. Однако соотношение аспарагиновой кислоты и глутаминовой кислоты носит противоположный характер – 3:1 в печени и 1:2,5 в сердце. В коре, стриатуме, гипоталамусе,

среднем мозге и эпифизе головного мозга крыс содержание глутаминовой кислоты превышает уровень аспарагиновой кислоты в 8,3, 7,1, 6,3, 4,9 и 3,6 раза, соответственно. Гидролизаты эхинацеи и родиолы розовой содержат наибольшие количества щелочных аминокислот. Гидролизат казеина существенно отличается от гидролизатов лекарственных растений тем, что в его составе преобладает гистидин. Одинаковое распределение щелочных аминокислот было обнаружено в гемолимфе куколок дубового шелкопряда и в сыворотке крови крыс. Соотношение аргинина, гистидина и лизина в печени и сердце отличается и составляет 6:6:2 и 2:2:3, соответственно. В эпифизе преобладает содержание гистидина, а в гипоталамусе – аргинина. Суммарное распределение щелочных аминокислот в лимфоцитах разных органов аналогично таковому для кислых аминокислот. Можно сделать заключение о вероятном наличии зависимости биологических и фармакодинамических эффектов кислых и щелочных аминокислот от их соотношения в различных биологических объектах.

Автор статьи выражает благодарность кандидату биологических наук, доценту Е.М. Дорошенко за содействие в методической части работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чиркин, А.А. Биохимия: учеб. руководство / А.А. Чиркин, Е.О. Данченко. – М.: Медицинская литература, 2010. – 624 с.
2. 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.
3. Бенсон, Дж. Хроматографический анализ аминокислот и пептидов на сферических смолах и его применение в биологии и медицине / Дж. Бенсон, Дж. Патерсон // Новые методы анализа аминокислот, пептидов и белков. – М., 1974. – С. 9–84.
4. Трокоз, В.А. Биологически активные продукты из дубового шелкопряда: аспекты использования с лечебно-профилактической целью / В.А. Трокоз, Т.Б. Арегинская, Н.В. Трокоз // Сборник тезисов 2 Всероссийской конференции по вопросам онкологии и анестезиологии мелких домашних животных. – М., 2006. – С. 21–28.
5. Чиркин, А.А. Функциональные и биохимические характеристики гемолимфы куколок дубового шелкопряда / А.А. Чиркин [и др.] // Медико-социальная экология личности: состояние и перспективы: материалы VIII Междунар. конф., 1–2 апр. 2010 г. – Минск, 2010. – С. 130–132.

Поступила в редакцию 12.03.2012. Принята в печать 14.06.2012
Адрес для корреспонденции: e-mail: elena.danch@gmail.com – Данченко Е.О.

Особенности сезонного накопления фенольных соединений в генеративных органах вечнозеленых и листопадных видов *Rhododendron* L. при интродукции в условиях Беларуси

Ж.А. Рупасова*, И.К. Володько*, А.А. Волотович**,
Т.И. Василевская*, Н.Б. Криницкая*, О.А. Кудряшова**

*Государственное научное учреждение

«Центральный ботанический сад НАН Беларуси»

**Учреждение образования «Полесский государственный университет»

Установлены генотипические различия в содержании биофлавоноидов и дубильных веществ в генеративных органах вечнозеленых и листопадных видов *Rhododendron* L. в сезонном цикле развития в условиях Беларуси и выявлены таксоны с наиболее высокой способностью к их накоплению. Показано, что цветки вечнозеленых видов отмечены более высоким, чем у листопадных видов, содержанием всех фракций полифенолов при большем, чем у них, доле участия в их составе окисленных соединений – собственно антоцианов и флавонолов и меньшем восстановленных – лейкоантоцианов и катехинов. В период же плодоношения наиболее высоким содержанием в генеративных органах биофлавоноидов, превысившим таковое в период цветения в 1,5–4,5 раза и достигавшим почти 40% их сухой массы, характеризовался листопадный вид *Rh. luteum* (L.) Sweet. При этом в их составе не обнаружено присутствия собственно антоцианов, на фоне заметного усиления, по сравнению с периодом цветения, долевого участия катехинов и ослабления такового флавонолов, а у листопадных видов также лейкоантоцианов, что сопровождалось практически полным нивелированием различий между вечнозелеными и листопадными видами в соотношении данных соединений.

Ключевые слова: рододендроны, листопадные и вечнозеленые виды, цветки, плоды, антоциановые пигменты, катехины, флавонолы, биофлавоноиды, дубильные вещества.

Features of seasonal accumulation of phenolic compounds in generative bodies of evergreen and deciduous species of *Rhododendron* L. at the introduction under the conditions of Belarus

Zh.A. Rupasova*, I.K. Volodko*, A.A. Volotovitch**,
T.I. Vasilevskaya*, N.B. Krinitskaya*, O.A. Kudryashova**

*Central Botanical Garden of National Academy of Sciences of Belarus

**Educational establishment «Poles State University»

Genotypic distinctions in the content of bio-flavonoids and tannins in the generative bodies of evergreen and deciduous *Rhododendron* L. species are established in the seasonal cycle of development under the conditions of Belarus. Taxons with the highest ability to accumulation of substances mentioned above also are revealed. It is shown that flowers of evergreen species are with the higher content of all fractions of polyphenols, than deciduous species. Individually it is the share in their structure of oxidized compounds as well as of actually anthocyanin and flavonol in higher content and of leuco-anthocyanin and catechines in smaller ones. While during the fructification period the deciduous *Rh. luteum* (L.) Sweet was characterized by a higher content of bio-flavonoids in generative bodies, exceeding that in flowering period 1,5–4,5 times and reaches almost 40% of their dry weight. At the same time in their structure the presence of actual anthocyanin is not revealed, against the appreciable strengthening, in comparison with the period of flowering, of individual share of catechines and against the appreciable easing of flavonols, and also of leuco-anthocyanin at deciduous species that was accompanied by almost full leveling of distinctions between evergreen and deciduous species in the ratio of the mentioned above compounds.

Key words: *Rhododendron* L., evergreen and deciduous species, flowers, fruits, anthocyanin pigments, catechine, flavonol, bio-flavonoids, tannins.

Потенциальными источниками лекарственного сырья в Республике Беларусь являются малоизученные декоративные кустарники рода *Rhododendron* L., надземные части которых издавна используются в народной медицине, благодаря значительному содержанию в

них ряда физиологически активных веществ. Коллекция рододендронов в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси, насчитывающая 79 видов, подвидов, форм и сортов, значительная часть которых характеризуется высоким ростовым и биопродукционным потенциалом,

является наиболее представительной в республике. Вместе с тем особый научный и практический смысл обретает исследование их способности к биосинтезу в надземных частях соединений фенольной природы, в первую очередь, биофлавоноидов, обладающих Р-витаминной физиологической активностью. Это позволит выявить таксоны, наиболее перспективные в качестве природных сырьевых источников данных соединений. Предварительные исследования биохимического состава ассимилирующих частей некоторых видов рододендрона, осуществленные на базе коллекции ЦБС НАН Беларуси [1], показали повышенную способность к накоплению в них биофлавоноидов и вместе с тем обнаружили существенные различия в их содержании у вечнозеленых и листопадных видов. В этой связи логично предположить, что подобные различия могут наблюдаться и в их генеративных органах, что и побудило нас к проведению в 2010–2011 гг. сравнительного исследования сезонной динамики накопления биофлавоноидов и дубильных веществ в генеративных частях наиболее перспективных по биопродукционным характеристикам представителей рода *Rhododendron* L.

Целью данной работы является сравнительное исследование сезонной динамики накопления биофлавоноидов и дубильных веществ в генеративных частях наиболее перспективных по биопродукционным характеристикам представителей рода *Rhododendron* L.

Материал и методы. В качестве объектов исследования были привлечены 9 представителей данного рода – 1 полувечнозеленый вид – *Rh. dauricum* L., принятый в качестве эталона сравнения, 2 листопадных вида – *Rh. luteum* (L.) Sweet и *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring, второй из которых был представлен тремя формами – Минской (из коллекции ЦБС НАН Беларуси), Ветчиновской и Марковской (отобранными близ соответствующих их названиям населенных пунктов в Гомельской обл.), и 4 вечнозеленых вида – *Rh. catawbiense* Michx., *Rh. brachycarpum* D. Don, *Rh. smirnowii* Trautv., *Rh. fortunei* Lindl.

При исследовании биохимического состава генеративных органов рододендрона в высушенных при температуре 65°C усредненных пробах анализируемого материала определяли содержание суммы антоциановых пигментов – по методу T. Swain, W.E. Hillis [2], с построением градуировочной кривой по кристаллическому цианидину, полученному из плодов аронии черноплодной и очищенному по методике

Ю.Г. Скориковой и Э.А. Шафтан [3], собственно антоцианов – по методу Л.О. Шнайдемана и В.С. Афанасьевой [4]; суммы флавонолов – фотоэлектроколориметрическим методом [5]; суммы катехинов – фотометрическим методом с использованием ванилинового реактива [6]; дубильных веществ – титрометрическим методом Левенталья [7]. Все аналитические определения выполнены в 3-кратной биологической повторности. Данные статистически обработаны с использованием программы Excel.

Результаты и их обсуждение. В условиях Беларуси цветение рододендронов обычно приходится на третью декаду мая – начало июня. Исследование биофлавоноидного комплекса их генеративных органов в данный период выявило наличие в его составе весьма выразительных различий между вечнозелеными и листопадными видами. При этом общее содержание биофлавоноидов в цветках вечнозеленых видов было примерно таким же, как и в перезимовавших листьях, но существенно уступало таковому в молодых ассимилирующих органах, причем в наибольшей степени у листопадных видов. Цветки вечнозеленых видов оказались намного богаче таковых листопадных видов всеми фракциями биофлавоноидов. Так, если в первом случае общее содержание последних составляло 10978,8–17468,9 мг%, то во втором оно не превышало 6640,8–8372,4 мг%, в том числе собственно антоцианов соответственно 1375,4–4323,3 мг% и 0–445 мг%; лейкоантоцианов 4046,7–5904,6 мг% и 2649,0–5217,5 мг%; катехинов 1161,3–2202,5 мг% и 1122,2–1502,9 мг%; флавонолов 3438,8–7446,3 мг% и 685,9–2942,9 мг%.

Вместе с тем весьма выразительно проявились различия между вечнозелеными и листопадными видами рододендрона и в соотношении компонентов биофлавоноидного комплекса генеративных органов. Так, при доминирующем положении в последнем антоциановых пигментов, доля которых в таксономическом ряду изменялась от 43 до 69%, вечнозеленые виды, в том числе и полувечнозеленый *Rh. dauricum* L., характеризовались более высоким, чем у листопадных видов, долевым участием в нем собственно антоцианов, составлявшим 8–25% общего количества биофлавоноидов, тогда как у листопадных видов оно было существенно ниже и не превышало 6%. При этом относительная доля лейкоантоцианов в биофлавоноидном комплексе цветков вечнозеленых видов рододендрона, напротив, была ниже, чем у листопадных, и составляла 31–42% против 37–69%.

Подобная этой картина наблюдалась и при сопоставлении у сравниваемых групп рододендрона относительных долей участия катехинов в биофлавоноидном комплексе цветков, составивших 9–13% у вечнозеленых видов и 16–21% у листопадных, однако доля участия в нем флавонолов оказалась, напротив, выше в первом случае и составляла 27–46% против 10–41% во втором.

Таким образом, цветки вечнозеленых видов рододендрона были отмечены более высоким, чем у листопадных видов, содержанием всех фракций биофлавоноидов при большем, чем у них, долевом участии в их составе окисленных соединений – собственно антоцианов и флавонолов и меньшем восстановленных – лейкоантоцианов и катехинов. Напомним, что в Р-витаминном комплексе молодых листьев прироста текущего года, сформировавшихся одновременно с цветками, долевое участие последних у вечнозеленых видов, напротив, было выше, чем у листопадных. Разумеется, выявленные различия в составе биофлавоноидного комплекса цветков рододендрона отчетливо проявились в соотношениях в них количеств флавонолов и катехинов, оказавшихся у вечнозеленых видов заметно шире, чем у листопадных (соответственно 2,3–4,1 против 0,5–2,6), тогда как в ассимилирующих частях, как было показано выше, напротив, уже.

Сопоставление параметров накопления отдельных фракций биофлавоноидов в цветках эталонного вида и тестируемых таксонов рододендрона выявило наличие весьма выразительных генотипических различий по данному признаку (табл. 1).

В частности, абсолютное большинство сравниваемых объектов уступали *Rh. dauricum* L. в содержании в них собственно антоцианов на 13–100% и флавонолов на 26–86%, при наиболее выразительных различиях у листопадных видов, особенно у всех трех природных форм *Rh. luteum* (L.) Sweet. При этом наиболее высоким в таксономическом ряду содержанием первых был отмечен *Rh. smirnowii* Trautv., тогда как вторых – *Rh. fortunei* Lindl, превосходивший эталонный вид в их накоплении почти на 60%. Противоположная этой картина подобных различий была показана для восстановленных фракций биофлавоноидов – лейкоантоцианов и катехинов, содержание которых в цветках всех тестируемых объектов, за исключением *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring, существенно (на 13–46% и 5–90%) превосходило эталонный уровень, при наибольших расхождениях с ним в обоих случаях у *Rh. fortunei* Lindl. и особенно у *Rh. smirnowii* Trautv. Более активное, чем у *Rh. dauricum* L., накопление большинства фракций Р-активных соединений в цветках этих двух вечнозеленых видов рододендрона обусловило, в свою очередь, наиболее высокое в таксономическом ряду суммарное количество в них биофлавоноидов, превосходившее таковое эталонного вида соответственно на 25 и 34%. Среди вечнозеленых видов рододендрона лишь *Rh. catawbiense* Michx. отставал от него по данному признаку на 16%, тогда как у *Rh. brachycarpum* D. Don. сколько-либо значимых различий в этом плане выявлено не было. Что касается листопадных видов, то все они уступали *Rh. dauricum* L. в общем содержании биофлавоноидов на 36–49%.

Таблица 1

Степень различий с эталонным видом *Rh. dauricum* L. содержания фенольных соединений в сухой массе генеративных органов интродуцированных видов *Rhododendron* L. в фазу цветения, май–июнь, %

Таксон	Собств. антоцианы	Лейкоантоцианы	Сумма антоц. пигм.	Катехины	Флавонолы	Сумма биофл.	Дубил. вещ.
<i>Rh. catawbiense</i>	-47,1	+15,0	-12,2	+5,2	-27,1	-16,0	+20,9
<i>Rh. smirnowii</i>	+37,4	+45,9	+42,2	+89,7	+6,8	+33,6	-2,3
<i>Rh. brachycarpum</i>	-12,8	+36,2	+14,7	+30,8	-26,0	–	+58,7
<i>Rh. fortunei</i>	-56,3	+42,3	–	+55,5	+57,9	+25,4	+25,3
<i>Rh. japonicum</i>	-85,9	-34,5	-57,0	-3,4	-37,6	-45,2	-44,2
<i>Rh. luteum</i> , Минск	-100,0	+13,1	-36,4	+18,7	-85,5	-49,2	-26,8
<i>Rh. luteum</i> , Ветчин.	-100,0	+28,9	-27,5	+28,7	-64,8	-35,9	-11,7
<i>Rh. luteum</i> , Марков.	-100,0	+16,9	-34,2	+29,4	-82,5	-46,0	-26,8

Примечание: прочерк означает отсутствие статистически значимых по t-критерию Стьюдента различий с эталонным видом при $p < 0,05$.

Степень различий с эталонным видом *Rh. dauricum* содержания фенольных соединений в сухой массе генеративных органов интродуцированных видов *Rhododendron* L. в фазу плодоношения август–сентябрь, %

Таксон	Собств. антоцианы	Лейкоантоцианы	Катехины	Флавонолы	Сумма биофл.	Дубил. вещ.
<i>Rh. catawbiense</i>	–	-12,8	+4,8	+84,0	+2,8	–
<i>Rh. smirnowii</i>	–	+23,1	+44,0	+98,4	+39,0	+16,5
<i>Rh. brachycarpum</i>	–	+16,9	+36,8	+69,6	+30,8	–
<i>Rh. fortunei</i>	–	-21,8	–	+74,4	-4,9	+16,5
<i>Rh. japonicum</i>	–	+9,0	–	+100,8	+9,9	–
<i>Rh. Luteum</i> , Минск	–	+66,7	+81,2	+151,2	+79,9	+62,0
<i>Rh. luteum</i> , Ветчин.	–	+83,6	+110,8	125,7	+100,7	+134,2
<i>Rh. Luteum</i> . Марков.	–	+56,9	+108,4	+129,6	+88,7	+125,3

Примечание: прочерк означает отсутствие статистически значимых по t-критерию Стьюдента различий с эталонным видом при $p < 0,05$.

Цветки рододендрона характеризовались примерно в 1,5 раза меньшим, по сравнению с ассимилирующими частями, содержанием в сухой массе дубильных веществ, варьировавшимся в таксономическом ряду в диапазоне значений от 3,2% у *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring до 9,1% у *Rh. brachycarpum* D. Don. Вместе с тем, как и в ассимилирующих частях, оно оказалось заметно выше у вечнозеленых видов, нежели у листопадных, что согласовывалось с более активным накоплением в них восстановленных фракций биофлавоноидов, являющихся предшественниками танинов, причем в первом случае параметры их накопления превышали таковые *Rh. dauricum* L. на 21–59%, и лишь в единичном случае – у *Rh. smirnowii* Trautv. они были идентичны друг другу (табл. 1). При этом содержание танинов в цветках листопадных видов на 12–44% уступало таковому эталонного вида, при наибольших различиях с ним у *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring и наименьших у Ветчиновской формы *Rh. luteum* (L.) Sweet.

Исследование биофлавоноидного комплекса генеративных органов *Rhododendron* L. в фазу плодоношения, как и в период цветения, выявило наличие весьма выразительных различий между вечнозелеными и листопадными видами в общем содержании в них биофлавоноидов, существенно превосходившем таковое в соцветиях – в среднем в 1,5 раза в первом случае и в 4,5 раза во втором, причем плоды листопадных видов оказались примерно в 1,5 раза богаче Р-витаминами, по сравнению с вечнозелеными

видами, тогда как в цветках, напомним, наблюдалась противоположная этой картина. Так, если диапазон варьирования в таксономическом ряду вечнозеленых видов общего содержания данных соединений в сухой массе плодов охватывал область значений 18318,1–26793,5 мг%, то у листопадных видов он составлял 21182,1–38668,1 мг%, в том числе лейкоантоцианов соответственно 6167,8–9706,7 и 8594,4–14479,1 мг%; катехинов 9929,1–14560,0 мг% и 10030,2–21314,2 мг%; флавонолов 1273,6–2526,8 мг% и 2557,4–3199,3 мг%. Столь значительное содержание данных соединений в плодах рододендрона в районе интродукции, в 4–6 раз превышающее таковое в плодах других представителей сем. *Ericaceae* – голубики высокорослой, брусники обыкновенной и клюквы крупноплодной [8], свидетельствует о высокой перспективности *Rhododendron* L. в качестве природного источника Р-витаминов. Учитывая высокую урожайность плодов у ряда видов, в том числе *Rh. luteum* (L.) Sweet., представляется целесообразным рекомендовать их для пополнения отечественной базы лекарственного растительного сырья.

Заметим, что в генеративных органах рододендрона на стадии плодоношения наблюдалось усиление, по сравнению с периодом цветения, долевого участия катехинов в составе биофлавоноидного комплекса до 47–58% при ослаблении такового флавонолов до 7–12%, а у листопадных видов и лейкоантоцианов до 34–41%, тогда как у вечнозеленых относитель-

ная доля последних осталась такой же, как и в период цветения. Вместе с тем ни у одного исследуемого таксона не было обнаружено присутствия в Р-витаминном комплексе плодов собственно антоцианов. В результате столь заметной трансформации биофлавоноидного комплекса генеративных органов рододендронов в период плодоношения, по сравнению с фазой цветения, произошло практически полное нивелирование различий между вечнозелеными и листопадными видами в соотношении его отдельных компонентов, что, на наш взгляд, обусловлено необходимостью сохранения генетически детерминированных параметров биохимического состава семенного материала, свойственных их родовому комплексу.

При этом почти все тестируемые таксоны рододендрона в разной степени (на 3–101%) превосходили эталонный вид по общему содержанию в плодах биофлавоноидов, при наиболее выразительных различиях у *Rh. luteum* (L.) Sweet., особенно у его Ветчиновской формы (табл. 2).

Столь выразительный характер данных различий был обусловлен существенно более активным, чем у *Rh. dauricum* L., накоплением в плодах этого листопадного вида основных фракций Р-витаминов, в том числе доминирующих – лейкоантоцианов (на 57–67%) и катехинов (на 81–111%), а также окисленных флавонолов (на 126–151%). Вместе с тем для плодов другого листопадного вида – *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring. существенных различий с эталонным объектом в содержании обеих восстановленных фракций биофлавоноидов выявлено не было, тогда как в содержании флавонолов они составили 100%. У вечнозеленых видов рододендрона относительные размеры подобных различий с *Rh. dauricum* L. в общем накоплении в плодах биофлавоноидов не превышали 39%, причем наименее выразительными, из-за отставания от него на 13% в содержании лейкоантоцианов, они были у *Rh. catawbiense* Michx., и лишь в единичном случае – у *Rh. fortunei* Lindl плоды оказались несколько беднее таковых эталонного вида Р-витаминами, что было обусловлено, как и у предыдущего вида, отставанием от него на 22% в содержании лейкоантоцианов.

Содержание танинов, являющихся фенольными полимерами, в плодах рододендронов превышало таковое в соцветиях в среднем

в 1,2 раза у вечнозеленых и в 3,4 раза у листопадных видов и варьировало в таксономическом ряду от 7,9 до 18,5% сухой массы (табл. 2). При этом большинство тестируемых таксонов превосходило эталонный вид в их накоплении на 16–134%, при наибольших различиях, как и в содержании восстановленных фракций биофлавоноидов (лейкоантоцианов и катехинов), являющихся их предшественниками, у Ветчиновской формы *Rh. luteum* (L.) Sweet.

Заключение. В результате исследования сезонной динамики накопления фенольных соединений в генеративных органах 9 таксонов вечнозеленых и листопадных видов *Rhododendron* L. установлены отчетливые внутрисезонные и генотипические различия в содержании данных соединений. В период цветения доминирующее положение в биофлавоноидном комплексе генеративных органов принадлежало лейкоформам антоциановых пигментов и в меньшей степени флавонолам. Показано, что цветки вечнозеленых видов рододендрона отмечены более высоким, чем у листопадных видов, содержанием всех фракций полифенолов при большем, чем у них, долевым участии в их составе окисленных соединений – собственно антоцианов и флавонолов и меньшем восстановленных – лейкоантоцианов и катехинов. В период же плодоношения наиболее высоким содержанием биофлавоноидов в генеративных органах, превышавшим таковое в период цветения в 1,5–4,5 раза и достигавшим почти 40% их сухой массы, характеризовался листопадный вид *Rh. luteum* (L.) Sweet. При этом в составе полифенолов не обнаружено присутствия собственно антоцианов, на фоне заметного усиления, по сравнению с периодом цветения, долевого участия катехинов и ослабления такового флавонолов, а у листопадных видов также лейкоантоцианов, что сопровождалось практически полным нивелированием различий между вечнозелеными и листопадными видами в соотношении основных фракций полифенолов.

Показано, что растения *Rh. luteum* (L.) Sweet. в период плодоношения могут представлять интерес в качестве природного источника фенольных соединений, главным образом, лейкоантоцианов, катехинов и дубильных веществ.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского

фонда фундаментальных исследований по гранту № Б11об-012(2011–2013 гг., № ГР20115367 от 19.12.2011 г.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Рупасова, Ж.А. Влияние способов размножения на химический состав листьев рододендрона (*Rhododendron L.*) / Ж.А. Рупасова, Е.Н. Кутас, А.К. Злотников [и др.] // Вестник НАН Б, сер. биол. наук. – 2000. – № 3. – С. 11–16.
2. Swain, T. The phenolic constituents of *Prunus Domestica*. 1. The quantitative analysis of phenolic constituents / T. Swain, W. Hillis // J. Sci. Food Agric, 1959. – Vol. 10, № 1. – P. 63–68.
3. Скорикова, Ю.Г. Методика определения антоцианов в плодах и ягодах / Ю.Г. Скорикова, Э.А. Шафтан // Тр. 3 Всесоюз. семинара по биологически активным (лечебным) веществам плодов и ягод. – Свердловск, 1968. – С. 451–461.
4. Шнайман, Л.О. Методика определения антоциановых веществ / Л.О. Шнайман, В.С. Афанасьева // 9-й Менделеевский съезд по общ. и прикл. химии: реф. докл. и сообщ. – М., 1965. – № 8. – С. 79–80.
5. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков [и др.]. – М.: ВО Агропромиздат, 1987. – 430 с.
6. Запрометов, М.Н. Биохимия катехинов / М.Н. Запрометов. – М., 1964. – 325 с.
7. Определение содержания дубильных веществ в лекарственном растительном сырье // Государственная фармакопея СССР. Вып. 1: Общие методы анализа. – М.: Медицина, 1987. – С. 286–287.
8. Формирование биохимического состава плодов видов семейства *Ericaceae* при интродукции в условиях Беларуси / Ж.А. Рупасова [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2011. – 307 с.

Поступила в редакцию 26.03.2012. Принята в печать 14.06.2012
Адрес для корреспонденции: e-mail: j.rupasova@cbg.org.by – Рупасова Ж.В.

Эколого-биоморфологическое описание растительности пойменного луга реки Ипуть

Н.А. Ковзик

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

Флористический состав каждого луга определяется составом местной флоры, условиями произрастания, возрастом фитоценозов, а также мерой воздействия на них биогенных и антропогенных факторов. В связи с этим нами изучалась эколого-биоморфологическая структура затопляемых лугов в пойме реки Ипуть с учетом действия антропогенного фактора.

При изучении растительности данного луга в зависимости от особенностей орографии и, соответственно, экологических условий нами было выделено три участка: повышенный, пониженный и средний, на которых изучались видовой состав, экологическая и биоморфологическая структура. В связи с орографическими особенностями участка неравномерно увлажнены, что приводит к развитию на них различных видов растительности разных экологических групп. Анализ структуры растительности в целом показал преобладание мезотрофных, светлюбивых и мезофильных видов, с некоторым увеличением мегатрофов и гигрофильных видов в понижениях.

Ключевые слова: пойменный луг, растительность, видовой состав, экологическая структура, биоморфологическая структура, экологические группы.

The ecological and biomorphological description of the floodplain meadow vegetation of the Iput River

N.A. Kovzik

Educational establishment «Gomel State Francisk Skorina University»

Floristic composition of grasslands is determined by the composition of each local flora, growing conditions, age of marshes, as well as measure of the impact of biogenic and anthropogenic factors. In this regard, we have studied the ecology and biomorphological structure of flood meadows in the Iput River, taking into account the human factor.

When studying the vegetation of the meadow, depending on the characteristics of orography and, consequently, ecological conditions, we singled out three sites: high, low and medium, at which we studied the species composition, ecological and biomorphological structure. The orographical features of the sites resulted in their unevenly moist character, which leads to the development of the various species of various ecological groups. Analysis of the structure of vegetation in general showed the prevalence of mesotrophical, light-requiring and mesophyllous species, with some increases in megatrophical and gigrophical species in the valleys.

Key words: floodplain meadows, vegetation, species composition, ecological structure, biomorphological structure, ecological groups.

Пойменные луга размещаются в долинах рек, озер, на аллювиальных отложениях. К пойменным следует относить луга, расположенные на первой современной аллювиальной террасе. Они бывают пойменными (заливными), а среди них могут встречаться незаливаемые (или редко заливаемые) луговые участки [1].

Пойменные, или заливные, луга приурочены к выработанным долинам рек, сформировались в условиях периодического затопления внешними водами, образующимися в результате таяния снежного покрова, с одновременным отложением ила. Характер растительности речных пойм зависит прежде всего от длительности затопления (поемности) и мощности ила, причем оба этих фактора могут существенно изменяться год от года [2].

Пойменные луга – наиболее продуктивные естественные кормовые угодья, существование и устойчивость которых предопределяется аллохтонным водно-минеральным питанием. Это

самые динамичные естественные сообщества суши [3].

Пойменные луга распространены по всей территории стран СНГ, и растительный покров их неоднороден. Ежегодное или периодическое затопление водой настолько сильно изменяет их почвенный и растительный покров, что пойму выделяют в особый класс [4].

Пойменные луга представляют ценность как высокопродуктивные кормовые угодья, источник ценных кормовых, лекарственных и декоративных растений. Они довольно разнообразны по видовому составу, экологии, генетическому и фитоценологическому составу.

Состав каждого луга определяется условиями произрастания. Около 85% луговых растений – многолетние мезофильные или гигрофильные травы: однолетние встречаются на местах с несомкнутым травостоем.

Флористический состав луговых ценозов складывается из групп видов различной ценоtiche-

ской природы. На влажных и сырых лугах может быть заметной примесь болотных растений, и иногда трудно провести границу между фитоценозами сырых или болотистых лугов или болот. В состав лугов входят также сорные рудеральные растения, особенно в ценозы, нарушенные в результате чрезмерного использования [2].

Хотя луговые ценозы слагают мезофильные растения, они не представляют однородной экологической группы и отношение их к условиям увлажнения неодинаково. Здесь имеются как типичные мезофильные виды, так и виды, обнаруживающие отклонения в сторону ксерофильности или гидрофильности. Они образуют непрерывные ряды от средних типов к крайним.

Большинство видов многолетних трав, требовательных к аэрации почвы, отрицательно реагирует на остаточный застой полых вод, но некоторые приспособились к нему. Многолетние лугопастбищные травы весьма различаются по требовательности к устойчивости водного режима. Большинство видов тяготеет к умеренной переменности увлажнения, лишенной значительного высыхания почвы и паводкового заболачивания ее поверхностного горизонта.

При этом пойменные луга, в частности участок исследуемого луга поймы реки Ипать, испытывают достаточно высокий уровень антропогенной нагрузки, поскольку они используются как пастбища и сенокосы, а также как места массового неорганизованного отдыха населения. Эти факторы отражаются на характеристиках растительного покрова данных фитоценозов. Например, в результате длительного и постоянного скашивания изменяется видовой состав луговых трав, в основном, в сторону увеличения мезофильных и гидрофильных видов, следовательно, нарушаются прежние биоценотические связи и формируются новые. В связи с этим нами на территории рекреационной зоны города Гомеля было проведено изучение эколого-биоморфологической структуры лугов в пойме реки Ипать. Для выполнения работы были взяты участки пойменного луга в районе впадения реки Ипать в Сож.

Целью нашей работы являлся анализ эколого-биоморфологической структуры растительности пойменных фитоценозов, испытывающих антропогенную нагрузку. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- анализ особенностей местообитаний;
- анализ видового состава растительности различных местообитаний;

- описание экологической структуры растительности пойменного луга;

- биоморфологическая характеристика растительности.

Материал и методы. Для изучения эколого-биоморфологической структуры затопляемых лугов в пойме реки Ипать использовались общеизвестные экологические методы исследования растительного покрова [5–6].

Объект исследования входит в состав Полесских (широколиственно-лесных) ландшафтов, Полесскую провинцию аллювиальных террасированных, озерно-болотных и вторичных водно-ледниковых ландшафтов, Днепровско-Сожский аллювиальный террасированный с сосновыми, широколиственно-сосновыми, дубовыми лесами ландшафтный район.

Район исследований, согласно агроклиматическому районированию, относится к Южной – теплой неустойчиво влажной агроклиматической области, Восточной подобласти, Гомельскому агроклиматическому району. Изучаемый объект принадлежит Полесскому (Южному) флористическому району, который является самым богатым по видовому составу районом республики [6–7].

Исследуемый пойменный луг находится в пойме реки Ипать, недалеко от места впадения ее в Сож. При изучении растительности данного луга в зависимости от особенностей орографии и, соответственно, экологических условий нами было выделено три участка: повышенный, пониженный и средний, которые отличались по степени увлажнения, уровню залегания грунтовых вод и месторасположению.

Для выполнения работы применялись общеизвестные ботанические и экологические методы исследования растительного покрова [5–6].

Результаты и их обсуждение. На пойменных лугах реки Ипать зарегистрировано 85 видов высших растений, относящихся к 28 семействам и 70 родам. В том числе многолетних растений – 68 видов, двулетних – 5 и однолетних – 12 видов [8].

Наиболее представленным является семейство *Asteraceae* (20 видов), далее идут семейства *Fabaceae* и *Caryophyllaceae* (по 7 видов), затем следуют семейства *Poaceae* (6 видов), *Rosaceae* (5 видов), *Umbelliferae* и *Polygonaceae* (по 4 вида), *Lamiaceae* (3 вида). Остальные семейства представлены 1–2 видами.

По отношению к свету в травостое пойменного луга преобладают растения, относящиеся к группе светолюбивых, – 72 вида (84,71%).

Группа теневыносливых растений представлена 13 видами (15,29%).

В травостое пойменного луга по отношению к трофности почвы отмечено преобладание растений группы мезофитов (51 вид – 60%). Менее многочисленны по количеству видов группы мегатрофов (25 видов – 29,41%) и олиготрофов (9 видов – 10,59%).

По отношению к влажности почвы в травостое пойменного луга преобладают растения группы мезофитов (42 вида – 49,3%). Менее многочисленными по представленным видам были группы растений гигромезофитов (15 видов – 17,65%) и ксеромезофитов (14 видов – 16,47%). Остальные группы растений характеризуются незначительным количеством видов: ксерофиты – 4 вида (4,71%), гигрофиты и мезоксерофиты – по 3 вида (по 3,53%), мезогигрофиты – 2 вида (2,35%), оксилomezофиты и психромезофиты – по 1 виду (по 1,18%).

Из биологических типов (по Раункиеру) на пойменном лугу наибольшим количеством представлены гемикриптофиты – 60 видов (70,59%). Терофиты составляют 12 видов (14,12%), геофиты и гемитерофиты – по 5 видов (по 5,88%), хамефиты – 3 вида (3,56%).

Большинство видов травостоя пойменного луга являются летнецветущими – 58 видов (68,24%), что способствует равномерному созреванию луговых трав. Немало также ранне-летнецветущих растений – 16 видов (18,82%) и позднелетнецветущих (8 видов – 9,41%). Небольшим количеством видов представлена группа весеннецветущих растений – 3 вида (3,53%).

Для большинства растений луга характерны длиннокорневищный и короткорневищный типы корневых систем. К данным типам корневых систем относятся соответственно 22 вида и 18 видов растений (соответственно 25,88% и 21,18%). Менее многочисленными оказались виды, относящиеся к длинностержнекорневой и короткостержнекорневой типам корневых систем, – соответственно 11 видов (12,94%) и 14 видов (16,47%). Остальные типы корневых систем представлены меньшим числом видов растений: корнеотпрысковые – 3 вида (3,53%); корневищно-рыхлокустовые и кистекорневые – по 2 вида (по 2,35%); а также по одному виду (по 1,18%) луковичных, рыхлокустовых, плотнокустовых и стержнекорневых.

Исследуемый пойменный луг представляет собой относительно неоднородный участок, представленный повышенным, пониженным и средним участками. В связи с орографией

участки неравномерно увлажнены, что приводит к развитию на них различных видов растительности.

При анализе видового состава растительности повышенных участков заливного луга было зарегистрировано 38 видов растений, относящихся к 19 семействам и 36 родам. В целом на исследуемых участках многолетники составили 76,32% от всех видов растений, однолетники – 15,79% и двулетники – 7,89%. Наиболее представленным по числу видов является семейство *Asteraceae* – 10 видов (26,32%). Меньше представителей семейств *Fabaceae* и *Caryophyllaceae* – по 4 вида (по 10,53%), *Rosaceae* – 3 вида (7,9%). Остальные семейства представлены 1–2 видами (соответственно 2,63 и 5,26%).

На изучаемом участке из биологических типов (по Раункиеру) наибольшим количеством представлены гемикриптофиты (71,06%). Меньшим количеством – терофиты (15,79%) и гемитерофиты (7,89%). Геофиты и хамефиты представлены по 2,63%.

Анализ флоры по отношению к трофности и влажности почвы показал, что преобладающими видами являются мезофиты (47,37%) и мезотрофы (68,42%), что свидетельствует о среднем богатстве луговых почв и их нормальном увлажнении (табл. 1).

Для большинства растений повышенного участка характерен короткорневищный тип корневой системы – 10 видов (26,33%), а также длиннокорневищный и короткостержневой типы – по 9 видов (по 23,66%).

Видовой состав среднего участка представлен 34 видами, которые относятся к 17 семействам и 32 родам. Наибольшее количество многолетних растений – 76,47%, однолетних и двулетних – 17,65 и 5,88% соответственно. Наибольшим числом видов представлено семейство *Asteraceae* – 8 видов (23,52%). Вдвое меньшим числом видов представлены семейства *Fabaceae* и *Caryophyllaceae* – по 4 вида (по 11,76%), остальные семейства – 1–2 видами (соответственно 2,94 и 5,88%).

Из биологических типов (по Раункиеру) наибольшим количеством видов представлены гемикриптофиты (67,65%). Менее многочисленны терофиты (17,65%). Геофиты и гемитерофиты составляют соответственно 5,88 и 2,94%.

Анализ флоры по отношению к трофности и влажности почвы показал, что преобладающими видами являются мезотрофы (73,53%) и мезофиты (52,9%) (табл. 2).

Таблица 1

Спектры биоморфологических групп (в процентах от всех видов флоры)

		Экотопы			Весь район
		1	2	3	
Биологические типы (по Раункиеру)	Гемикриптофиты	71,06	67,65	76,67	70,59
	Гемитерофиты	7,89	5,88	6,67	5,88
	Геофиты	2,63	5,88	3,33	5,88
	Терофиты	15,79	17,65	10	14,12
	Хамефиты	2,63	2,94	3,33	3,53
По типу корневой системы	Корневищные	2,63	2,94	8,33	5,88
	Длиннокорневищные	23,685	14,71	33,33	25,88
	Коротkokорневищные	26,32	23,53	21,67	21,18
	Стержнекорневые	–	–	1,67	1,18
	Длинностержнекорневые	13,16	14,71	11,67	12,94
	Короткостержнекорневые	23,685	23,53	8,33	16,47
	Стелющиеся	2,63	–	5	4,7
	Кистекопневые	–	2,94	3,33	2,35
	Луковицевые	–	2,94	–	1,18
	Корнеотпрысковые	2,63	5,88	1,67	3,53
	Рыхлокустовые	–	2,94	1,67	1,18
	Корневищно-рыхлокустовые	2,63	5,88	3,33	2,35
	Плотнокустовые	2,63	–	–	1,18
По продолжительности жизни	Многолетние	76,32	76,47	83,33	68
	Двухлетние	7,89	5,88	6,67	5
	Однолетние	15,79	17,65	10	12
По срокам цветения	Весеннецветущие	2,63	–	3,33	3,53
	Раннелетнецветущие	21,05	20,59	16,67	18,82
	Летнецветущие	65,79	73,53	71,67	68,24
	Позднелетнецветущие	10,53	5,88	8,33	9,41

Примечание: 1 – повышенный участок, 2 – средний участок, 3 – пониженный участок.

Таблица 2

Спектры экологических групп (в процентах от всех видов флоры)

По отношению	Экологическая группа	Участки			Весь район
		1	2	3	
К свету	Светолюбивые	84,21	82,35	83,33	84,71
	Теневыносливые	15,79	17,65	16,67	15,29
К трофности почвы	Мезотрофы	68,42	73,53	56,67	60
	Мегатрофы	15,79	17,53	40	29,41
	Олиготрофы	15,79	8,82	3,33	10,59
К влажности почвы	Мезофиты	47,37	52,95	54,99	49,5
	Ксерофиты	7,89	2,94	1,67	4,71
	Гигромезофиты	13,16	8,82	20	17,65
	Психромезофиты	2,63	–	–	1,18
	Ксеромезофиты	26,32	26,47	11,67	16,47
	Оксилемезофиты	–	–	1,67	1,18
	Гигрофиты	–	–	5	3,53
	Мезогигрофиты	–	2,94	3,33	2,35
Мезоксиллофиты	2,63	5,88	1,67	3,53	

Примечание: 1 – повышенный участок, 2 – средний участок, 3 – пониженный участок.

Для большинства растений среднего участка характерны короткостержневой и короткочерешный типы корневых систем. К данным типам корневых систем относятся по 8 видов (по 23,53%). К длиннокорневищному и длинностержневому типам относятся по 5 видов растений (по 14,71%). Остальные типы корневых систем представлены незначительным количеством видов.

Видовой состав растительности на пониженном участке представлен 60 видами, относящимися к 24 семействам и 52 родам. На исследуемых участках многолетники составили 83,33%, а однолетники и двулетники – 10 и 6,67% соответственно. Наиболее представленным по числу видов является семейство *Asteraceae* – 14 видов (23,33%). Менее представлены семейства *Rosaceae* – 6 видов (10%), *Fabaceae* и *Umbelliferae* – по 4 вида (по 6,67%). Остальные семейства малочисленны и включают по 1–3 вида.

На изучаемом участке из биологических типов наибольшим количеством представлены гемикриптофиты (76,67%) и терофиты (10%), меньше гемитерофитов (6,67%), геофитов и хамефитов (по 3,33%).

На пониженном участке в травостое по отношению к трофности и влажности почвы преобладают мезотрофы (56,67%), мегатрофы (40%) и мезофиты (54,99%).

Для большинства растений пониженного участка характерны длиннокорневищный и короткочерешный типы корневых систем, которые составляют соответственно 33,33% и 21,67% (20 и 13 видов соответственно). К длинностержнекорневому типу относятся 7 видов (11,67%) и к короткостержнекорневому и черешному типам относятся по 5 видов (по 8,33%). Остальные типы корневых систем представлены незначительным числом видов.

Таким образом, анализ растительности участков пойменного луга, выделенных в соответствии с особенностями орографии и экологическими условиями, показал некоторые различия в видовом составе. Большее количество мегатрофов отмечено на пониженном участке, по сравнению с повышенным и средним. Это свидетельствует о том, что почвенные условия на понижениях более благоприятны для произрастания видов растений, требовательных к большому количеству питательных веществ. Нали-

чие наряду с мезофитами растений группы гигромезофитов, а также гигрофитов на пониженных участках, которых в процентном соотношении больше, по сравнению с местообитаниями на повышенном и среднем участках, говорит о том, что на пониженных участках почва более увлажненная. Преобладание длиннокорневищных и короткочерешных растений позволяет сделать вывод о том, что почвенно-грунтовые условия на всех участках практически одинаковы, и указывает на хорошую аэрацию и рыхлость почвы.

Заключение. Проведенные исследования показали, что в целом состояние изученного пойменного луга удовлетворительное, в травостое преобладают многолетние мезотрофные мезофиты, с некоторым увеличением мегатрофов и гигрофильных видов в понижениях.

Среди биологических типов (по Раункиеру) преобладают гемикриптофиты, что является общим признаком для луговых сообществ. Однако наличие в травостое растений группы терофитов и гемитерофитов свидетельствует о постепенном засорении луга рудеральными видами растений.

Наличие в травостое однолетних и двулетних растений также свидетельствует о постепенном засорении пойменного луга, поскольку они появляются в травостое при нарушении растительного покрова, дернины и чаще всего являются результатом антропогенного воздействия на луг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сапегин, Л.М. Структура и функционирование луговых экосистем (Экологический мониторинг) / Л.М. Сапегин, Н.М. Дайнеко. – Гомель: УО «ГГУ им. Ф. Скоринь», 2002. – 201 с.
2. Ларин, И.В. Луговое хозяйство и пастбищное хозяйство / И.В. Ларин, А.Ф. Иванов, П.П. Бегучев [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Агропромиздат, 1990. – 600 с.
3. Елиашевич, Н.В. Мелиорация и продуктивность пойменных лугов / Н.В. Елиашевич. – Минск: Наука и техника, 1986. – 214 с.
4. Губанов, А.И. Луговые травянистые растения. Биология и охрана: справочник / И.А. Губанов, К.В. Киселева, В.С. Новиков, В.Н. Тихомиров. – М.: Агропромиздат, 1990. – 183 с.
5. Воронов, А.Г. Геоботаника / А.Г. Воронов. – М.: Высшая школа, 1973. – 384 с.
6. Сапегин, Л.М. Структура и изменчивость луговых фитоценозов / Л.М. Сапегин. – Минск: Изд-во БГУ, 1981. – 100 с.
7. Федорук, А.Т. Ботаническая география / А.Т. Федорук. – Минск: Изд-во БГУ, 1976. – 224 с.
8. Ковзик, Н.А. Экологическая структура растительности пойменного луга реки Ипать / Н.А. Ковзик // Сучасні екологічні проблеми Українського Полісся і суміжних територій: збірник наукових трудов. – Нежин, 2011. – С. 82–86.

Поступила в редакцию 30.03.2012. Принята в печать 14.06.2012
Адрес для корреспонденции: e-mail: nata_kovzik@mail.ru – Ковзик Н.А.

Изучение протекторных свойств водного экстракта куколок дубового шелкопряда при фито- и цитотоксической активности ионов свинца 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»

Целью работы явилось изучение протекторных свойств водного экстракта куколок дубового шелкопряда в условиях токсического действия ионов свинца на морфометрические и цитогенетические параметры в клетках корневых меристем *Allium cepa* L. Экстракт снижал фитотоксическое действие ионов свинца в концентрациях 100–500 мкМ и в меньшей степени при концентрации 1000 мкМ. Установлено также модифицирующее влияние экстракта на процесс клеточного деления в условиях стресса, вызванного ионами свинца в концентрациях 100–500 мкМ. Оптимальный протекторный эффект экстракта проявляется при его концентрации 10 мл/100 мл раствора. При такой концентрации экстракта были обнаружены все четыре фазы митотического деления клеток. Экстракт в оптимальной концентрации ослабляет действие нитрата свинца в широком диапазоне доз (1–500 мкМ): подавляет митотическую активность меристематических клеток, снижает у них показатель патологии митоза, существенно подавляет образование микроядер по сравнению с соответствующим контролем.

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

Study of protective properties of aqueous extract of oak silkworm pupae during phyto- and cytotoxic activity of lead ions in *Allium*-test

Т.А. Tolkacheva*, I.I. Kontsevaya**

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

**Educational establishment «Gomel State Francisk Skorina University»

The aim was to study the protective properties of aqueous extract of tread oak silkworm pupae in the conditions of toxic effect of lead ions on morphometric and cytogenetic parameters in the cells of root meristems of *Allium cepa* L. The extract reduced the phytotoxic effect of lead ions at concentrations of 100–500 mM and to a lesser degree with a concentration of 1000 microM. It has also modifying effect of the extract on the process of cell division under stress caused by lead ions at concentrations of 100–500 microM. The optimum protective effect of the extract is shown in its concentration of 10 ml/100 ml. At this concentration of the extract all the four phases of the mitotic cell division were found. The extract at the optimal concentration reduces the effect of lead nitrate in a wide dose range (1–500 mM): inhibits the mitotic activity of meristem cells, reducing their rate of mitosis pathology, significantly inhibits the formation of micronuclei compared with the control.

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

Свинец существует во многих формах в различных экосистемах. В настоящее время это один из наиболее широко и достаточно распространенных тяжелых металлов (ТМ). Многочисленные исследования показали, что значительное количество свинца найдено в почве. Свинец относится к металлам, которые не выполняют существенно важные функции в метаболизме растений. Свинец негативно влияет на прорастание семян, удлинение корней и побегов, ингибирует синтез хлорофилла и ферментов, индуцирует развитие хлороза, способствует

повреждению клеточной структуры и нарушению прохождения митоза и цитокинеза и т.д. Таким образом, суммарный негативный эффект свинца приводит к уничтожению растений и целых экосистем [1].

В связи с широким распространением в биосфере ТМ в результате естественных природных процессов и антропогенной деятельности актуален поиск средств, уменьшающих негативное действие ТМ как на рост культурных растений, так и их накопление в растениеводческой продукции. Среди источников биологиче-

ски 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. Выявлен состав гемолимфы и водного экстракта куколок шелкопряда, содержащий комплекс аминокислот, углеводов, микроэлементов и антиоксидантов, который оптимален для функционирования эукариотических клеток.

Целью работы было изучение возможных протекторных свойств водного экстракта куколок дубового шелкопряда в условиях токсического действия ионов свинца на морфометрические и цитогенетические параметры в клетках корневых меристем *Allium cepa* L.

Материал и методы. Исследование ответных реакций растений лука обыкновенного в условиях действия токсических концентраций ионов свинца при применении водного экстракта куколок дубового шелкопряда выполняли с помощью модифицированного *Allium*-теста.

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 удалили внешние чешуи и коричневую нижнюю пластинку, а затем поместили в 20-мл пробирки, наполненные дистиллированной водой. Проращивание луковиц проводили при комнатной температуре 20–25°C при естественном освещении.

Через 48 часов отбирали на каждый вариант опыта по 10 наиболее развитых луковиц, и помещали их на 24 часа в тестируемые растворы (табл. 1). Водный экстракт куколок дубового шелкопряда (далее по тексту – экстракта) получали в соответствии с авторским свидетельством СССР № 1787439А1 (В.А. Трокоз, Т.Д. Лотош, А.Б. Абрамова и др.). В работе тестировали водные растворы нитрата свинца (Pb(NO₃)₂, M.m. = 331,0, квалификации ч.д.а.), взятые в различных концентрациях: от 1 мкМ до 1000 мкМ. В подборе концентраций руководствовались предшественниками, а в качестве контроля использовали дистиллированную воду, ее выбор обоснован в работе [2].

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. Затем выполняли промывку корешков абсолютным спиртом и переносили их в 70% спирт. Хранили материал в холодильнике до приготовления препаратов.

Наиболее чувствительным показателем токсического воздействия загрязнителей окружающей среды на растения является ингибирование их корневого роста. Поэтому для изучения протекторных свойств экстракта при действии ионов свинца в *Allium*-тесте был выполнен морфометрический анализ роста корней луковиц после экспозиции с этим соединением. Оценку проращиваемого материала проводили через 12 дней культивирования по параметру «средняя длина корней». Для этого измеряли штангенциркулем длину срезанных корней. Также отмечали морфологические изменения корней (цвет, их внешний вид, наличие утолщений, ветвления и т.д.).

Таблица 1

Тестируемые концентрации водного экстракта и нитрата свинца: варианты опыта

Концентрация Pb(NO ₃) ₂ , мкМ – вариант опыта	10 мл экстракта / 100 мл раствора (Э1)	0,1 мл экстракта / 100 мл раствора (Э2)
0–к	к'	к''
1–1	1'	1''
10–2	2'	2''
100–3	3'	3''
500–4	4'	4''
1000–5	5'	5''

Давленные препараты для цитогенетического анализа, окрашенные ацетогематоксилином, изготавливали по общепринятой методике. Анализировали по 10–30 проростков в каждом варианте опыта. В препаратах учитывали все клетки на стадии профазы, метафазы, анафазы и телофазы. Особенности протекторных свойств экстракта при цитотоксической активности ионов свинца 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 [3]. Для определения возможной задержки митоза на стадии метафазы использовали метафазно-профазный индекс (МПИ) [3]. Возможность ингибирующего либо стимулирующего эффектов экстракта при цитотоксической активности ионов свинца 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 [3] и классифицировали отдельно для каждого корешка по И.А. Алову с незначительной модификацией [4]. Наряду с абберациями (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 интерфазных клеток с микроядрами. Просмотр препаратов осуществляли на микроскопе Leica Gallen III при увеличении 40×10 . По каждому варианту опытов было просмотрено более 20000 клеток.

Статистическую обработку результатов выполняли согласно методикам Г.Ф. Лакина [5] с использованием программ Excel. Для сравнения выборок по митотической активности, доли клеток на стадиях митоза и по патологиям митоза использовали t-критерий Стьюдента.

Результаты и их обсуждение. Фитотоксическая активность. При изучении визуальных признаков токсического влияния свинца на корневую систему лука было выявлено следу-

ющее: по сравнению с контролем отмечали тенденцию к уменьшению показателя «средняя длина корней» при концентрации 1–10 мкМ $Pb(NO_3)_2$ и существенное ($P < 0,001$) ингибирование корневого роста при концентрации 100–1000 мкМ $Pb(NO_3)_2$ (рис. 1), изменение цвета корней (побурение, потемнение) на средних и высоких концентрациях металла в растворе, легкое загнивание корешков и появление коричневых кончиков корешков при высоком содержании ионов свинца в воде (500–1000 мкМ). При концентрациях нитрата свинца 100–1000 мкМ отмечали изменение тургесцентности. Падение тургора корешков возрастало до 100% с увеличением концентрации ионов металла.

Культивирование луковиц при совместном воздействии тестируемых растворов экстракта и ионов свинца при концентрациях 1–500 мкМ на протяжении одного полного клеточного цикла не повлияло на изменение параметра «средняя длина корней» по сравнению с контролем. По мнению некоторых исследователей, суть явления стимуляции ростовых процессов в корневой системе лука может сводиться к восстановлению пролиферации вследствие синтеза в клетках соединений, выполняющих протекторную функцию по отношению к ионам металлов [6]. В нашем эксперименте таким веществом с протекторной функцией является, по-видимому, экстракт. Существенное подавление роста корней в длину ($P < 0,01$) наблюдали при совместном воздействии нитрата свинца в концентрации 1000 мкМ и обеих тестируемых концентраций экстракта.

Протекторные свойства экстракта при оценке фитотоксической активности корешков лука четко проявились при действии ионов свинца в концентрациях 100–500 мкМ и в меньшей степени при концентрации 1000 мкМ (рис. 1). Даже при высоких концентрациях ионов свинца при совместном его воздействии с экстрактом на корешки определяли до 10–90% нормальных корешков белого цвета без потери тургора.

Можно предположить, что наличие коричневых кончиков корней в вариантах использования только ионов свинца свидетельствует об индуцировании этим металлом некроза клеток меристемы. Обычно факторы, обуславливающие падение тургора корешков в ответ на действие многих тяжелых металлов, можно подразделить на внутренние – повышение проницаемости клеточных мембран и индуцируемый этим процессом выход электролитов [7], пони-

жение пула тургорогенов и пластичности клеточных оболочек [8–9], и внешние – высокая концентрация раствора в среде произрастания, затрудняющая поглощение растением воды вследствие осмотического эффекта [10]. Анализируя данные эксперимента можно предположить, что, во-первых, изменение тургесцентности корешков вызвано прежде всего вышеперечисленными внутренними факторами; во-вторых, тестируемые концентрации экстракта модифицируют влияние ионов свинца в результате частичного подавления их негативных эффектов.

Митотический индекс. Для установления модифицирующего влияния экстракта на возможные патологические изменения при действии ионов свинца на делящиеся клетки был проведен цитологический анализ корневых меристем лука, обработанных тестируемыми растворами. Результаты исследований представлены на рис. 2–4.

Анализ данных микроскопического исследования выявил, что при тестируемых концентрациях экстракта, независимо от количественного содержания в растворе нитрата свинца, встречаются видимые изменения в размерах и морфологии меристематических клеток лука. При этом отмечено варьирование изученных цитологических параметров по корешкам. При воздействии на корешки экстракта во всех вариантах определяли единичные клетки большого размера и до 1% интерфазных фрагментированных

клеток. 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.

Ростовые процессы у растений состоят из большого количества клеточных метаболизмов: это деление клеток корневой меристемы, растяжение клеток и прочее. Митозмодифицирующая активность (т.е. способность изменять частоту и прохождение митоза) включает как стимуляцию, так и угнетение пролиферации клеток, а также изменение времени прохождения клетками отдельных фаз митоза. 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 экстракта модифицировать пролиферирующую активность клеток корневой меристемы лука при действии ионов свинца, используя показатели «митотический индекс» и «метафазно-профазный индекс». Результаты исследований суммированы на рис. 2–3.

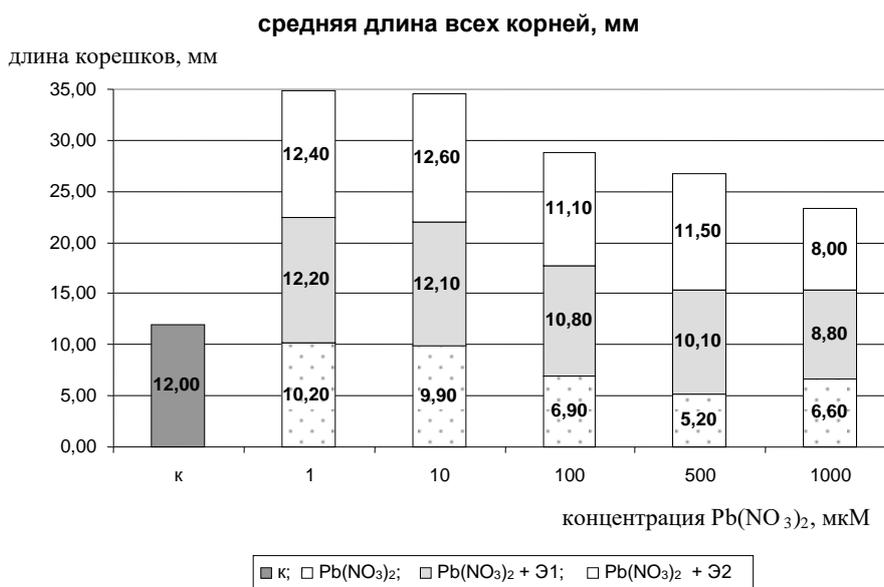


Рис. 1. Зависимость средней длины корней *A. cepa* L. от концентрации ионов свинца и экстракта.

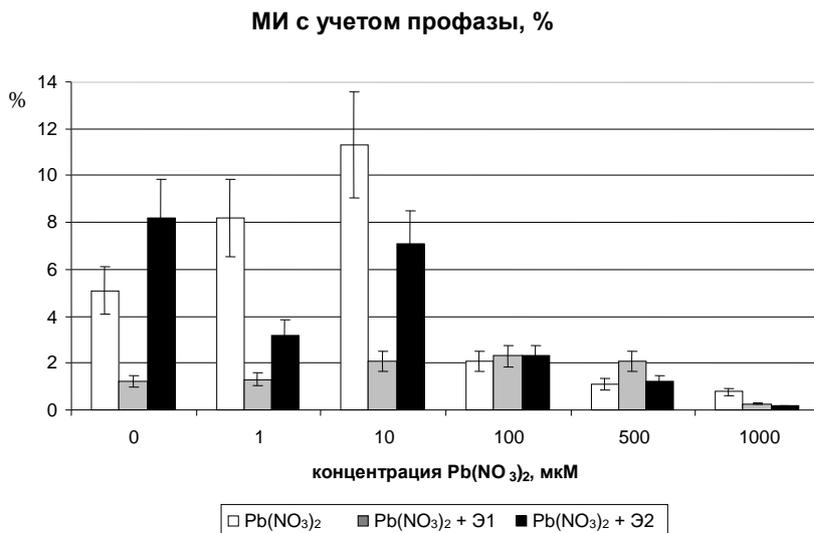


Рис. 2. Митотический индекс с учетом профазы в меристеме *A. cepa* L. в зависимости от концентрации ионов свинца и экстракта.

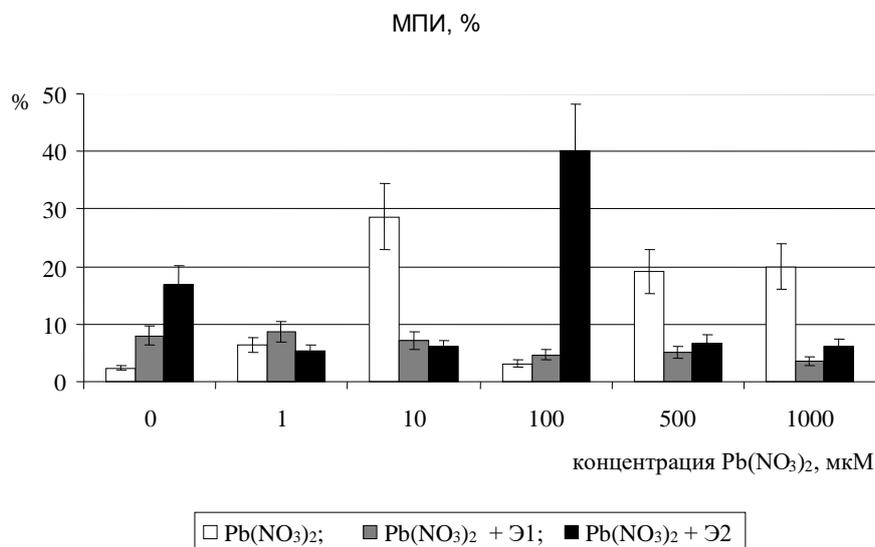


Рис. 3. Метафазно-профазный индекс в меристеме *A. cepa* L. в зависимости от концентрации ионов свинца и экстракта.

Из представленных данных видно, что нитрат свинца в инициальной концентрации (1 мкМ) и при 10 мкМ повышает в 1,5–2,3 раза митотическую активность клеток корневой меристемы (рис. 2). Начиная с эффективных (100 мкМ), сублетальных и летальных (500–1000 мкМ) концентраций ионов свинца наблюдается снижение значений митотического индекса до 2,1–0,78% (в 2,5–6,0 раза).

Добавление экстракта в солевой раствор свинца при концентрации 1–10 мкМ приводит к существенному снижению в 1,5–5 раз значения МИ по сравнению с соответствующими вариантами, когда использовали только соли металла. Не было

отмечено значительного влияния экстракта на изменение величины МИ при использовании высоких концентраций свинца (100–1000 мкМ).

Коэффициент корреляции между МИ с учетом профаз и МИ без учета профаз имеет высокое положительное значение, равное 0,99. В то же время корреляционное отношение между МИ и МПИ находится в слабой связи и составляет $R=0,23$. Из рис. 3 заметно преобладание метафаз над профазами, соответственно, МПИ в вариантах опыта с использованием в растворе только ионов свинца составил 3,1–28,7 против 2,4 в контроле. Добавление экстракта в солевой раствор металла в концентрациях 10 мкМ

и 500–1000 мкМ существенно ($P < 0,01$) понижало значение величины МПИ.

Длительность фаз. Расчет различных типов митотического индекса и определение долей делящихся клеток необходимы для регистрации времени прохождения клетками различных стадий митоза, выявления возможной задержки клеток на какой-либо стадии вследствие повреждения цитогенетических структур клетки под действием внешних или внутренних факторов любой природы.

В зависимости от того, на какие процессы 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 (41,5–99,7%), доля клеток на стадиях ана- и телофазы суммарно составила 0,6–42,5%, на стадии профазы – 0,4–34,2% (рис. 4). Из приведенных данных видно значительное варьирование длительности фаз митоза между изученными вариантами.

Было отмечено, во-первых, модифицирующее влияние экстракта при совместном его действии с ионами свинца на длительность фаз митоза, во-вторых, различные концентрации экстракта по-разному влияют на клеточный цикл в зависимости от концентрации ионов свинца. Уже в контрольных вариантах тестируемая концентрация экстракта в варианте к' вызывала митотический блок на стадии анафазы, а в варианте к'' – на стадии профазы.

При низких концентрациях ионов свинца (1–10 мкМ) длительность профазы уменьшается, а ана- и телофазы увеличивается. При эффективной концентрации ионов свинца (100 мкМ) возрастает продолжительность профазы и метафа-

зы, с существенным уменьшением до 2,1% длительности ана- и телофазы. При концентрации 500–1000 мкМ происходит блокировка на стадии метафазы при практическом отсутствии других стадий митоза, когда суммарно их длительность не превышает 1,5–4,0%.

Результаты сравнительного анализа процентных соотношений фаз митоза между вариантами совместного действия нитрата свинца в концентрации 10–500 мкМ и экстракта в концентрации 10 мл/100 мл раствора и соответствующими вариантами с действием солей металла свидетельствуют о том, что экстракт в силу своего модифицирующего эффекта в большей или меньшей степени способствует в стрессовых условиях восстановлению регуляторных клеточных процессов, и поэтому клеточное деление включает все четыре выраженные стадии митоза. В то же время экстракт в концентрации 0,1 мл/100 мл раствора при применении эффективных и сублетальных концентраций нитрата свинца проявляет слабую способность к модификации метаболических и регуляторных процессов. В этих вариантах длительность ана- и телофазы сохраняется на минимальном уровне (1–3,0%). При совместном применении экстракта и летальной концентрации ионов свинца блокировка на стадии метафазы сохраняется, определены стадии ана- и телофазы, но при почти полном отсутствии профазы (0,4%). Представленные данные указывают, что существенно нарушается ход событий в профазе и, несомненно, нарушается формирование митотического аппарата. А это, в свою очередь, и вызывает задержку деления на стадии метафазы.

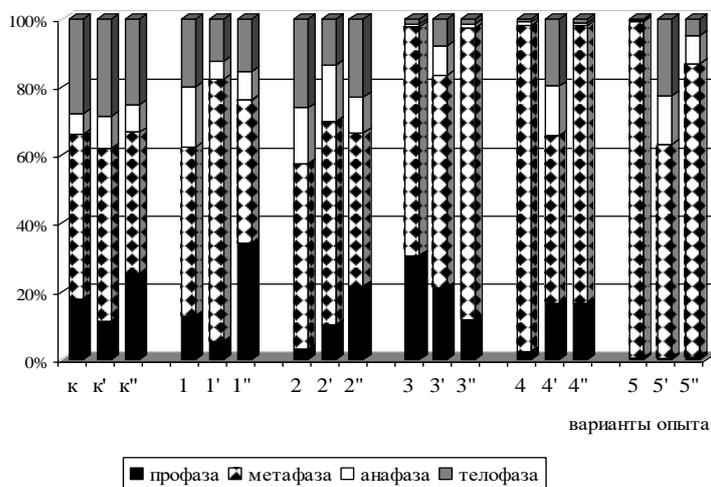


Рис. 4. Относительная продолжительность фаз митоза в корневой меристеме *A. cepa* L.

В зависимости от концентрации ионов свинца и экстракта.

Выявление способности веществ останавливать клеточное деление на различных стадиях митоза, по мнению И.А. Алова [4], позволяет высказать мнение о механизме действия этих соединений. Так, блокировка на стадии профазы говорит о вмешательстве в метаболизм нуклеиновых кислот либо наблюдается при нарушениях репликации ДНК, блок на стадии метафазы характерен для всех патологий, связанных с повреждением митотического аппарата, в результате становится проблематичным расхождение хромосом к полюсам. Блок на стадии анафазы и телофазы свидетельствует о величине повреждения хромосомного аппарата, выражающейся в возрастании количества мостов [4].

При анализе результатов исследования установлено следующее: с возрастанием концентрации ионов свинца доля клеток на стадии метафазы возрастает по сравнению с контролем, что дает основание рассматривать изменение времени прохождения клетками данной стадии митоза как включение механизма адаптации к стрессовым факторам и поддержания гомеостаза клеточной популяции [11]. Можно также полагать, что нитрат свинца в концентрации 100–1000 мкМ действует на клетки подобно колхицину, который, как известно, нарушает образование микротрубочек, необходимых для шпинделя волокон отдельных хромосом в анафазе, тем самым способствуя накоплению клеток с метафазами и остановке клеточного цикла на этой стадии. В упомянутых вариантах добавление экстракта в солевой раствор свинца стимулирует включение адаптивных механизмов на разных стадиях метаболизма. И, по-видимому, как количественно, так и качественно при низкой концентрации экстракта, равной 0,1 мл/100 мл раствора, изменения в метаболических реакциях меристематических клеток протекают медленнее, и в итоге практически полностью происходит потеря одной–двух стадий митоза, в то время как при более высокой концентрации экстракта сохраняется в большем или меньшем объеме полноценность прохождения митоза.

Известно, что способность соединений вмешиваться в клеточный метаболизм коррелирует с их мутагенностью [4], поэтому следующим этапом работы был анализ возможной мутагенности экстракта при цитотоксической активности ионов свинца для *A. сера*.

Патология митоза. Поскольку многие соединения, стимулирующие или ингибирующие митотическую активность, часто индуцируют мутации в анализируемых тест-системах, мы исследовали способность экстракта при совместном воздействии с различными концентрациями ионов свинца подавлять патологии митоза в клетках корневой меристемы лука. По данным В.Н. Калаева [12], подсчет патологий митоза с учетом профаз является экспресс-методом оценки состояния митотического аппарата, т.к. позволяет диагностировать изменение в его функционировании (возрастание патологий митоза и/или изменение времени прохождения клеткой стадий митоза). Для более точного определения причины нарушения митотического аппарата необходимо проводить подсчет патологий митоза без учета профазных клеток и распределение клеток по стадиям цикла.

Результаты анализа показали существенное возрастание значений патологии митоза при действии нитрата свинца в концентрациях 100–1000 мкМ с 4,0% в контроле до 7,0–100% в опыте (табл. 2). Выявлено, что экстракт во всех вариантах опыта при концентрации ионов свинца 1–500 мкМ подавляет протекание патологических процессов в клетке, что приводит к снижению показателя ПМ. Значение ПМ в этих вариантах колеблется от $0,3 \pm 0,1$ до $4,9 \pm 1,0\%$, что находится в пределах нормального значения уровня спонтанного мутирования: 2–5%. Превышение этого уровня до 100% ($P < 0,01$) отмечали в вариантах применения летальной концентрации нитрата свинца. Причем, определение корреляционных отношений между ПМ с учетом профазы и ПМ без учета профазы выявило высокое положительное значение, равное 0,98.

Полученные данные (рис. 2, 4, табл. 2) свидетельствуют о большей чувствительности показателей митозомодифицирующей активности к совместному действию экстракта и различных концентраций нитрата свинца 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 об-

щий количественный показатель – индекс патологии митоза (табл. 2).

Уровень и спектр патологий митоза в корневой меристеме *A. сера* под действием экстракта и нитрата свинца

Варианты опыта	ПМ, %	Патологии митоза, % от делящихся клеток					Микроядра, % от просмотренных клеток
		асимметричное расположение веретена деления	отставание и забегание хромосом в анафазе, обособление хромосом	мостики	фрагментация хромосом	слипание хромосом	
к	4,0±0,9	39,3±4,0	52,0±5,1	5,9 ±0,4	2,8 ±0,7	0	0,02±0,008
к'	2,5±0,9	35,0±4,2	65,0±7,1 ¹	0	0	0	
к''	3,7±0,6	40,0±4,2	57,4±5,0	2,6±0,4 ¹	2,0± 0,4	0	0,01±0,001 ^{1,2}
1	2,9±0,5	2,6±0,2 ¹	89,5±9,0 ¹	5,3±0,8	2,6±0,4	0	0,02±0,007
1'	0,6±0,1 ^{1,2}	100 ^{1,2}	0	0	0	0	0
1''	0,6±0,2 ^{1,2}	11,1±1,2 ^{1,2}	33,3±3,1 ^{1,2}	0	55,6±5,4 ^{1,2}	0	0,002±0,001 ^{1,2}
2	2,7±0,7	18,4±2,3 ¹	79,6±8,1 ¹	2,0±0,3 ¹	0	0	0
2'	1,8±0,6 ¹	10,5±1,1 ^{1,2}	78,9±7,9 ¹	5,2±0,4 ²	5,2±0,7 ^{1,2}	0	0
2''	2,4±0,7	10,3±1,4 ^{1,2}	87,2±9,0 ¹	0	2,6±0,3 ²	0	0,02±0,009 ²
3	7,0±1,0 ¹	0	100 ¹	0	0	0	0,12±0,01 ¹
3'	1,5±0,8 ^{1,2}	12,5±2,0 ^{1,2}	88,5±9,1 ¹	0	0	0	0,02±0,008 ²
3''	0,3±0,1 ^{1,2}	33,3±4,1 ²	66,7±5,9 ^{1,2}	0	0	0	0,08±0,007 ^{1,2}
4	95,0±5,0 ¹	0	0	0	95,0±5,0 ¹	95±5,0 ¹	0,10±0,09 ¹
4'	3,1±0,9 ²	25,0±2,5 ^{1,2}	75,0±6,8 ^{1,2}	0	0	60±6,3 ^{1,2}	0,01±0,007 ^{1,2}
4''	4,9±1,0 ²	0	80,0±8,9 ^{1,2}	0	20,0±2,4 ^{1,2}	70±7,9 ^{1,2}	0,01±0,001 ^{1,2}
5	100	0	0	0	0	100 ¹	0,2±0,02 ¹
5'	100	0	0	0	0	100 ¹	0
5''	100	0	0	0	0	100 ¹	0

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

Выявлено, что в результате совместного действия экстракта при большинстве тестируемых концентраций ионов свинца 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 лукович, 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 либо образуя группу хромосом, и в итоге ли-

бо разрушаются и элиминируются из клетки, либо случайным образом попадают в одно из дочерних ядер, либо образуют отдельное микроядро. В эксперименте доля клеток с таким признаком наиболее высокая. Значения данного признака увеличиваются в 1,5–2,0 раза с возрастанием концентрации ионов свинца от 1 до 100 мкМ (табл. 2). В пределах упомянутых концентраций нитрата свинца действие экстракта подавляет либо сохраняет на прежнем уровне образование данного типа патологий.

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. В контрольных вариантах значения данного признака наиболее высокие и достигают

35,0±4,2–40,0±4,2%. Исключение составляет вариант опыта 1', когда в делящихся клетках встречается только данный тип патологии митоза. Асимметричное расположение веретена деления было определено только в присутствии в растворе нитрата свинца в концентрациях 1 и 10 мкМ. В то же время использование экстракта совместно с нитратом свинца в концентрациях 100 и 500 мкМ индуцировало в стрессовых условиях появление данного типа патологии митоза в клетках. Следует подчеркнуть, что деление клетки нуждается не только в событиях, которые происходят в точной временной последовательности, но и в точном их расположении в месте деления. Чтобы гарантировать, что дочерние клетки получают одинаковые наборы 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.

Выявлено, что меристематические клетки корешков лука в контроле и в ряде вариантов с использованием ионов свинца в концентрации 1–10 мкМ содержат мосты, которые составляют 5,9±0,4–2,0±0,3% от всех патологий митоза. С повышением концентрации нитрата свинца уменьшается встречаемость мостов в клетках. Как известно, хромосомные и хроматидные мосты являются обычно следствием фрагментации хромосом, что частично прослеживается по нашим данным (табл. 2). Образование мостов приводит к генотипической разнородности дочерних клеток, а также нарушает течение завершающих стадий деления и задерживает цитокinesis. Тестируемые концентрации экстракта, по-видимому, нивелируют негативные процессы, имеющие место при расхождении хромосом в анафазе.

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±0,001% до 0,12±0,01%), что, однако, яв-

ляется тревожным моментом, поскольку их присутствие служит индикатором начала патологических процессов и нестабильности генома [13]. Выявлено, что действие экстракта совместно с нитратом свинца в концентрациях 1 мкМ и 100–1000 мкМ существенно подавляет образование микроядер ($P < 0,01$) в меристематических клетках лука по отношению к соответствующим вариантам использования солевого раствора.

Среди митотических нарушений, наблюдаемых в клетках при сублетальной и летальной концентрации ионов свинца, 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 нитрата свинца на хромосому объясняется какими-то нарушениями в белковой части нуклеопротеидов. Как правило, это действие обратимо: деление клеток продолжается, и образование комков хромосом при последующих делениях не возобновляется. Эта хромосомная абберация указывает на высокую токсичность действующих веществ и представляет довольно часто нерепарируемый эффект, приводящий к клеточной смерти. Если при концентрации ионов свинца 500 мкМ применение экстракта способствовало подавлению процесса слипания хромосом, то при летальной концентрации металла данный тип патологии проявлялся на 100%.

Полученные данные о способности ионов свинца вызывать хромосомные повреждения в растительных клетках согласуются с результатами и других авторов [14]. 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. 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 экстракта стимулирование или ингибирование потенциальных повреждений различной природы регулируется с привлечением разных клеточных механизмов, о чем свидетельствует варьирование уровня и спектра патологий митоза. В результате проведенных исследований выявлен цитозащитный эффект экстракта и его активных компонентов против серьезных цитогенетических повреждений, вызванных свинцом.

Заключение. Таким образом, при исследовании совместного действия водного экстракта куколок дубового шелкопряда и различных концентраций (от инициальной до летальной) нитрата свинца в течение одного клеточного цикла на развитие луковиц *A. cerea* установлено проявление протекторных свойств экстракта и его активных компонентов против цитогенетических повреждений.

Полученные экспериментальные результаты во всех вариантах опыта свидетельствуют о большей чувствительности показателей митоз-модифицирующей активности в сравнении с изменением величин ПМ по отношению к совместному действию экстракта и различных концентраций нитрата свинца. Экстракт в исследуемых количествах при концентрациях нитрата свинца 1–500 мкМ подавляет митотическую активность меристематических клеток, снижает у них показатель патологии митоза, существенно подавляет образование микроядер по сравнению с соответствующими вариантами использования одной соли. При действии летальной концентрации нитрата свинца на корешки лука установлено влияние экстракта на цитологические и цитогенетические характеристики клетки: изменение размеров и форм клеток, существенное подавление митотической активности клеток, изменение длительности фаз митоза, сужение спектра представленных типов патологий.

Установлено модифицирующее влияние экстракта на процесс клеточного деления в условиях стресса, вызванного свинцом при концентрациях 100–500 мкМ. Позитивный репаративный эффект экстракта проявляется сильнее при концентрации 10 мл/100 мл раствора по сравнению с концентрацией 0,1 мл/100 мл раствора, о чем свидетельствует регистрирование в первом случае среди делящихся клеток всех четырех фаз митоза, и они более выражены по своей продолжительности.

Таким образом, в настоящем исследовании определены протекторные свойства экстракта

по отношению к цитогенетическим повреждениям различной природы в условиях токсического действия свинца. При более высокой концентрации экстракта его цитозащитные функции проявляются сильнее.

ЛИТЕРАТУРА

1. Nwosu, J.U. Cadmium and lead uptake by edible crops grown in a silt loam soil / J.U. Nwosu [et al.] // *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. – 1995. – Vol. 54. – P. 570–578.
2. 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.
3. 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.
4. Алов, И.А. Цитофизиология и патология митоза / И.А. Алов. – М.: Медицина, 1972. – 264 с.
5. Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
6. Obroucheva, N.V. Root growth responses to lead in young maize seedlings / N.V. Obroucheva [et al.] // *Plant and Soil*. – 1997. – Vol. 200. – P. 55–61.
7. Серегин, И.В. Физиологические аспекты токсического действия кадмия и свинца на высшие растения / И.В. Серегин, В.Б. Иванов // *Физиология растений*. – 2001. – Т. 48, № 4. – С. 606–630.
8. Серегин, И.В. Функционально-анатомическое изучение токсического действия кадмия и свинца на корень проростков кукурузы: автореф. ... дис. канд. биол. наук: 03.00.05 / И.В. Серегин. – М., 1999. – 18 с.
9. Obata, H. Effects of cadmium on mineral nutrient concentration in plant differing in tolerance for cadmium / H. Obata, M. Umabayashi // *J. Plant Nutr.* – 1997. – Vol. 20, № 1. – P. 97–105.
10. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / под ред. Н.Н. Третьякова. – М.: Колос, 2000. – 640 с.
11. Artyukhov, V.G. Cytogenetic indices of English oak (*Quercus robur* L.) seminal progeny subject to radioactive radiation in the Chernobyl nuclear disaster and growing on territories with different levels of anthropogenic contamination / V.G. Artyukhov, V.N. Kalaev // *20 Years after Chernobyl Accident: past, present and future* / Editors E.V. Burlakova, V.I. Naidich. – N. Y.: Nova Science Publishers, Inc., 2006. – P. 247–264.
12. Калаев, В.Н. Цитогенетические реакции листовых древесных растений на стрессовые условия и перспективы их использования для оценки генотоксичности окружающей среды: автореф. дис. ... докт. биол. наук: 03.00.16; 03.00.15 / В.Н. Калаев; ГОУ ВПО. – Воронеж, 2009. – 47 с.
13. Захаров, В.М. Биотест: интегральная оценка здоровья экосистем и отдельных видов / В.М. Захаров, Д.М. Кларк. – М.: Моск. отд-ние Междунар. фонда «Биотест», 1995. – 68 с.
14. Wierzbicka, M. Disturbances in cytokinesis caused by inorganic lead / M. Wierzbicka // *Environ. Exp. Bot.* – 1989. – Vol. 29, № 2. – P. 123–133.
15. Сьяксте, Т.Г. Химические соединения, повреждающие ДНК / Т.Г. Сьяксте, Н.И. Сьяксте. – Рига: Зинатие, 1991. – 152 с.

Поступила в редакцию 04.05.2012. Принята в печать 14.06.2012

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

Возможность использования фенетического анализа пигментации яиц в изучении состояния популяций птиц

О.А. Назарчук

Учреждение образования «Мозырский государственный педагогический
университет им. И.П. Шамякина»

Фенетический анализ пигментации яиц речной и белокрылой крачек позволяет выявить внутривидовую структуру птиц. Речная и белокрылая крачки неодинаково реагируют на воздействие антропогенной нагрузки на местообитания птиц. Влияние антропогенных факторов сказывается на физиологическом состоянии птиц. Это в свою очередь проявляется в фенетическом разнообразии и частоте встречаемости фенов окраски скорлупы яиц. В слабоизмененном местообитании речной крачки выявлено 6 фенов пигментации яиц. Частота встречаемости фенов нормальной пигментации составляет 82,96%, промежуточной – 7,18%, ненормальной – 9,87%. В сильноизмененном местообитании речной крачки выделено 7 фенов окраски яиц. Частота встречаемости фенов нормальной пигментации 81,03%, промежуточной – 5,74%, ненормальной – 13,22%.

В трех местообитаниях белокрылой крачки выявлено 5 фенов пигментации яиц. Установлена закономерность увеличения частоты встречаемости фенов нормальной окраски скорлупы по мере повышения антропогенной трансформации местообитаний (92,52% в слабоизмененном, 94,57% в измененном и 95,84% в сильноизмененном).

Ключевые слова: речная крачка, белокрылая крачка, пигментация яиц.

The possibility of using phene analysis of egg pigmentation in studying the condition of bird populations

O.A. Nazarchuk

Educational establishment «Mozyr State I.P. Shamyakin Pedagogical University»

Phene analysis of egg pigmentation of the Common tern and the White-winged black tern allows revealing intraspecies structure of the birds. The Common tern and the White-winged black tern react unequally to an anthropogenous influence on bird habitats. Anthropogenous factors affect physiological condition of the birds. In turn, it is shown with phene variety and frequency of occurrence of phene coloring of an egg shell. 6 phenes of egg pigmentation have been revealed in a low-changed habitat of the Common tern. The frequency of phene occurrence with normal pigmentation is 82,96%, the intermediate one – 7,18%, the abnormal one – 9,87%. 7 phenes of egg coloring have been singled out in greatly changed habitat of the Common tern. The frequency of occurrence of phenes with normal pigmentation is 81,03%, the intermediate one – 5,74%, the abnormal one – 13,22%.

5 phenes of egg pigmentation have been revealed in three habitats of the White-winged black tern. The regularity of augmentation of the frequency of phene occurrence with normal shell coloring in the process of increasing of anthropogenous transformation of the habitats is determined (92,52% in the low-changed one, 94,57% in the changed one and 95,84% in the greatly changed one).

Key words: Common tern, White-winged black tern, egg pigmentation.

Природа появления окраски на изначально белой скорлупе яиц в процессе эволюции класса птиц остается неизвестной. По мнению А.В. Яблокова [1], возможным источником появления или утраты пигмента на скорлупе яиц являлась реакция генотипической структуры самки на экстремальные абиотические факторы природной среды. Одновременно с этим было отмечено, что вариабельность окраски скорлупы яиц в пределах вида определяется генами. Окраска скорлупы яиц является относительно консервативным признаком таксона на протяжении его эволюции и, очевидно, наследуется по линии самок.

Определенные черты генетической конституции данной особи отражают фены. А частота

встречаемости тех или иных фенов отражает генетическую структуру популяции и других групп особей данного вида [2].

Фенетический анализ распределения плотности пигментации яиц модельных видов птиц имеет большое теоретическое и практическое значение. С одной стороны, используя данные фенетического анализа плотности пигментации яиц модельных видов, можно выявить как специфику микроэволюционных процессов, так и внутривидовую структуру птиц. С другой стороны, анализ изменчивости пигментации яиц птиц во времени и пространстве представляет определенный интерес для популяционной экологии.

Цель работы – выявление фенетических различий плотности пигментации яиц речной

и белокрылой крачек в местообитаниях с различной степенью антропогенной нагрузки. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: оценка фенетического разнообразия плотности пигментации яиц двух модельных видов крачек; выделение редких фенов плотности пигментации яиц речной и белокрылой крачек в местообитаниях с различной степенью антропогенной нагрузки.

Материал и методы. Исследования проводились на территории юго-востока Беларуси в весенне-летний период 2005–2007 гг. В качестве стационаров был выбран участок поймы реки Припять на территории Житковичского и Мозырского районов, а также участок агробиоценоза на территории Ветковского района. В работу включены неопубликованные результаты, полученные А.Н. Кусенковым за период 1991–1992 гг., за что автор выражает особую благодарность.

В основу типологической характеристики местообитаний птиц семейства *Laridae* были положены следующие формы воздействия на территории, прилегающие к изучаемым поселениям: сельскохозяйственная освоенность территорий, а также выполнение хозяйственных работ; загрязнение территорий, прилегающих к поселениям крачек, органикой сельскохозяйственных животных и фактор беспокойства.

С учетом интенсивности воздействия отмеченных факторов было выделено три типа местообитаний: слабоизмененные, измененные и сильноизмененные. Установлено гнездование белокрылой крачки в местообитаниях трех типов, для речной крачки выделено два типа местообитаний.

За период исследования было описано 571 яйцо речной крачки (*Sterna hirundo*) и 335 яиц белокрылой крачки (*Chlidonias leucopterus*).

Нами предпринята попытка использовать различные типы распределения плотности пигментации яиц птиц семейства *Laridae* для фенетического анализа.

Для этой цели выделенные Р. Мяндром [3] и дополненные А.Н. Кусенковым [4] типы распределения плотности пигментации яиц были приняты в качестве различных фенов окраски яиц. Для фенов, характеризующих нормальную или близкую к ней окраску скорлупы яиц, характерно заметное доминирование пигментации в инфундибулярной зоне яиц с варьированием плотности пигментации яиц в других зонах. Фены, характеризующие промежуточные типы окраски яиц, включают яйца, имеющие выра-

женное доминирование пигментации в экваториальной зоне яиц с заметными ее колебаниями в инфундибулярной и клоакальной зоне. Для фенов ненормальной или близкой к ней окраски яиц характерно уменьшение плотности пигментации от клоакальной зоны до инфундибулярной зоны яиц [4].

Результаты и их обсуждение. Изучение вариантов окраски яиц речной крачки из двух местообитаний показало, что в слабоизмененном местообитании изучаемого вида из установленных 6 фенов нормальное распределение пигментации яиц характеризуют фены 1А и 3А, промежуточную окраску – 1Б и 1Д и два фена (2Б и 1В) характеризуют ненормальное распределение пигмента.

В слабоизмененном местообитании речной крачки частота встречаемости фенов, характеризующих нормальную пигментацию яиц (1А и 3А), составляет 82,96%. Фены промежуточной окраски яиц изучаемого вида в рассматриваемом местообитании составляют 7,18%. Частота встречаемости фенов 2Б и 1В, характеризующие ненормальное распределение пигмента, составляет 9,87% (табл. 1).

В сильноизмененном местообитании речной крачки выявлено 7 фенов окраски скорлупы яиц. Как и в слабоизмененном местообитании, в данном поселении также выявлены фены 1А, 3А и 1Б, 1Д, характеризующие нормальную и промежуточную окраску. В отличие от ранее рассмотренного местообитания в данном поселении ненормальное распределение пигмента характеризуют три фена – 2Б, 3Б и 1В. Следует отметить, что увеличение фенетического разнообразия происходит на фоне повышения изменчивости плотности пигментации в трех зонах яиц речной крачки сильноизмененного местообитания.

Частота встречаемости фенов, характеризующих нормальное или близкое к нему распределение пигмента, в сильноизмененном местообитании речной крачки несколько меньше (81,03%), чем в слабоизмененном местообитании. Фены, характеризующие промежуточную окраску яиц изучаемого вида, составляют 5,74%, что также значительно меньше, чем в слабоизмененном местообитании речной крачки. Следует отметить, что частота встречаемости фенов ненормальной или близкой к ней окраски яиц в данном местообитании значительно больше (13,22%), чем в слабоизмененном местообитании.

Фены пигментации яиц речной крачки на территории юго-востока Беларуси

Фены окраски яиц	Местообитания речной крачки			
	слабоизмененное		сильноизмененное	
	n	%	n	%
1А	82	36,77	151	43,39
2А	—	—	—	—
3А	103	46,19	131	37,64
4А	—	—	—	—
1Б	13	5,83	14	4,02
2Б	19	8,52	36	10,34
3Б	—	—	1	0,29
4Б	—	—	—	—
1В	3	1,35	9	2,59
2В	—	—	—	—
3В	—	—	—	—
4В	—	—	—	—
1Д	3	1,35	6	1,72
Всего:	223	100	348	100

Примечание: n – количество яиц.

Таблица 2

Межгодовая изменчивость фенотипов пигментации яиц речной крачки на территории юго-востока Беларуси

Фены окраски яиц	Местообитания речной крачки											
	слабоизмененное						сильноизмененное					
	1991		2006		2007		2005		2006		2007	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1А	3	14,29	47	40,17	32	37,65	31	37,35	56	58,95	64	37,65
2А	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3А	11	52,38	54	46,15	38	44,71	34	40,96	29	30,53	68	40,00
4А	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1Б	2	9,52	6	5,13	5	5,88	3	3,61	1	1,05	10	5,88
2Б	3	14,29	8	6,84	8	9,41	10	12,05	6	6,32	20	11,76
3Б	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1,05	—	—
4Б	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1В	1	4,76	1	0,85	1	1,18	3	3,61	2	2,11	4	2,35
2В	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3В	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4В	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1Д	1	4,76	1	0,85	1	1,18	2	2,41	—	—	4	2,35
Всего	21	100	117	100	85	100	83	100	95	100	170	100

Примечание: n – количество яиц.

В сильноизмененном местообитании речной крачки была обнаружена кладка из трех яиц, одно из которых было депигментировано, два других яйца имели очень светлую окраску основного фона. Яйца этой кладки визуально были длиннее остальных яиц обследованных кладок. Данная кладка была расположена на периферии колонии. Это подтверждает высказывания Р. Мянды [5] и J. Coulson [6] о том, что на периферии колонии гнездится менее приспособленная и ослабленная часть популяции.

Фенетическое исследование наиболее продуктивно при достаточно длительном изучении природных популяций [7]. Сравнение вариантов окраски яиц речной крачки слабоизмененного местообитания, проведенное с промежу-

ком в 15 лет (1991 – 2006, 2007 год), не выявило фенетической разнородности изучаемого параметра (табл. 2).

В сильноизмененном местообитании изучаемого вида количество фенотипов окраски яиц речной крачки во все годы исследования одинаково – 6, однако представлены они в разном соотношении. В 2005 и 2007 годах по два фена характеризуют нормальную (1А, 3А), промежуточную (1Б, 1Д) и ненормальную (2Б, 1В) окраску яиц. В 2006 году наблюдается несколько иная картина: нормальную окраску яиц определяют фены 1А и 3А, промежуточную – 1Б. Ненормальная окраска яиц изучаемого вида представлена фенами 2Б, 3Б и 1В, что значительно больше не только по сравнению с рассматриваемыми годами, но и по сравнению с обсуждаемыми местообитаниями речной крачки. Однако достаточно короткий временной отрезок (2005–2007 гг.) в изучении фенетической структуры изучаемого параметра яиц речной крачки сильноизмененного местообитания не позволяет судить о существенных микроэволюционных процессах.

Фенетический анализ пигментации яиц белокрылой крачки выявил некоторую разнородность, как по годам, так и между обсуждаемыми местообитаниями. Так, в слабоизмененном местообитании изучаемого вида в 2006 году отмечено 4 фена пигментации яиц, причем два фена – 1А и 3А – определяют нормальное распределение плотности пигментации, фен 1Б –

промежуточное распределение и фен 2Б характеризует ненормальное распределение пигмента. В 2007 году в изучаемой популяции белокрылой крачки появляется фен 1В, также определяющий ненормальное распределение плотности пигментации. В сравнении с предыдущим годом исследования в 2007 году общее количество фенотипов, характеризующих пигментацию яиц изучаемого вида, увеличилось до пяти (табл. 3).

В измененном местообитании белокрылой крачки отмечена некоторая флуктуация фенотипов окраски яиц по годам. Так, в 2005 году пигментация яиц представлена тремя фенами, из которых 1А и 3А характеризуют нормальное распределение пигмента, а фен 1В определяет ненормальное распределение пигмента по яйцу. Уже в 2006 году количество фенотипов окраски яиц возрастает до четырех, причем два из них 1А и 3А определяют нормальную окраску яиц и два фена 2Б и 1В характеризуют ненормальное распределение пигмента. После некоторого увеличения в 2007 году отмечается резкое уменьшение фенетического разнообразия пигментации яиц. Следует отметить, что в этот год исследования отмечены только два фена окраски 1А и 3А, характеризующих нормальное распределение пигментации яиц белокрылой крачки. Фены, характеризующие промежуточное распределение пигментации яиц в данном местообитании изучаемого вида, выявлены только в 2006 году.

Таблица 3

Межгодовая изменчивость фенотипов распределения пигментации яиц белокрылой крачки на территории юго-востока Беларуси

Фены окраски яиц	Местообитания белокрылой крачки													
	слабоизмененное				измененное						сильноизмененное			
	2006		2007		2005		2006		2007		1992		2006	
	п	%	п	%	п	%	п	%	п	%	п	%	п	%
1А	34	59,65	35	38,89	6	33,33	33	61,11	7	35,00	2	4,65	26	49,06
2А	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1,89
3А	19	33,33	48	53,33	11	61,11	17	31,48	13	65,00	39	90,70	24	45,28
4А	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1Б	3	5,26	2	2,22	–	–	–	–	–	–	2	4,65	1	1,89
2Б	1	1,75	4	4,44	–	–	1	1,85	–	–	–	–	1	1,89
3Б	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4Б	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1В	–	–	1	1,11	1	5,56	–	–	–	–	–	–	–	–
2В	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3В	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4В	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1Д	–	–	–	–	–	–	3	5,56	–	–	–	–	–	–
Всего	57	100	90	100	18	100	54	100	20	100	43	100	53	100

Примечание: п – количество яиц.

Фены пигментации яиц белокрылой крачки на юго-востоке Беларуси

Фены окраски яиц	Местообитания белокрылой крачки					
	слабоизмененное		измененное		сильноизмененное	
	n	%	n	%	n	%
1А	69	46,94	46	50,00	28	29,17
2А	–	–	–	–	1	1,04
3А	67	45,58	41	44,57	63	65,63
4А	–	–	–	–	–	–
1Б	5	3,40	–	–	1	1,04
2Б	5	3,40	1	1,09	3	3,13
3Б	–	–	–	–	–	–
4Б	–	–	–	–	–	–
1В	1	0,68	1	1,09	–	–
2В	–	–	–	–	–	–
3В	–	–	–	–	–	–
4В	–	–	–	–	–	–
1Д	–	–	3	3,26	–	–
Всего	147	100	92	100	96	100

Примечание: n – количество яиц.

Изучение фенетического разнообразия пигментации яиц белокрылой крачки сильноизмененного местообитания проводилось в годы, отличающиеся большим временным интервалом. Так, в 1992 году в обсуждаемом местообитании выявлено три фена окраски яиц, два из которых определяют нормальную пигментацию – 1А и 3А, и один фен (1Б) характеризует промежуточную окраску скорлупы яиц. В 2006 году установлено пять фенов окраски. Нормальное распределение пигмента по яйцу характеризуют три фена: 1А, 2А и 3А. Фен 1Б определяет промежуточную окраску, а фен 2Б характеризует ненормальное распределение пигментации.

Частота встречаемости фенов, характеризующих нормальное или близкое к нему распределение пигмента яиц белокрылой крачки в изучаемых местообитаниях, различна. Увеличение доли яиц с преобладанием пигментации в инфундибулярной зоне происходит в направлении сильноизмененного местообитания белокрылой крачки. Частота встречаемости таких фенов составляет 92,52% для слабоизмененного местообитания, 94,57% для измененного местообитания и 95,84% для сильноизмененного местообитания белокрылой крачки (табл. 4).

Обратная картина наблюдается с процентным соотношением доли яиц, имеющих промежуточные фены окраски с выраженным доминированием пигмента, в экваториальной зоне. Частота встречаемости фенов, характеризующих промежуточную окраску яиц белокрылой

крачки увеличивается в направлении слабоизмененного местообитания и составляет 1,04% для сильноизмененного местообитания, 3,26% для измененного и 3,40% для слабоизмененного местообитания белокрылой крачки.

Наибольшая частота встречаемости фенов, характеризующих ненормальную окраску яиц, характерна для слабоизмененного местообитания и составляет 4,08%, а наименьшая – для измененного местообитания 2,18%. Ненормальный или близкие к ним типы окраски в сильноизмененном местообитании белокрылой крачки составляют 3,13% от общего числа яиц в выборке.

Одним из важнейших путей изучения действия естественного отбора является сопоставление фенофонда разных поколений. Важным аспектом в этом плане является выделение признаков, меняющихся в каком-либо определенном направлении на протяжении многих поколений.

А.В. Яблоков [7], ссылаясь на работы американских ученых школы Ф.Г. Добржанского, отмечает, что за 30 лет исследований (около сотни поколений дрозофил) частота встречаемости главных фенотипов и генотипов не изменилась, тогда как концентрация редких фенов резко колебалась.

К главным фенам окраски скорлупы яиц следует отнести фены 1А и 3А. Они встречаются в популяции как речной, так и белокрылой крачки в обсуждаемых местообитаниях во все

годы исследования. Частота встречаемости данных фенотипов несколько меняется по годам (табл. 2–3).

Следует отметить, что фены 1Б, 2Б, 1В и 1Д имеют различные черты проявления в зависимости от видовой принадлежности птиц. Так, в популяции речной крачки выделенные фены окраски скорлупы яиц встречаются в обсуждаемых местообитаниях во все годы исследования. Исключение составляет только фен 1Д, который не был отмечен в сильноизмененном местообитании изучаемого вида в 2006 году. Данный фен характеризует повышенную плотность пигментации в экваториальной зоне и ее уменьшение в направлении инфундибулярной зоны яиц. Важно отметить, что выделенные фены в местообитаниях речной крачки встречаются с меньшей частотой по сравнению с главными фенами окраски скорлупы яиц.

К редким фенам окраски скорлупы яиц речной крачки следует отнести 3Б. Этот фен впервые отмечен в сильноизмененном местообитании речной крачки в 2006 году и характеризует повышенную плотность пигментации в клоакальной зоне яиц и равномерное ее распределение в экваториальной и инфундибулярной зоне яиц. Повышенная плотность пигментации в клоакальной зоне яиц характеризует ненормальную окраску скорлупы.

В популяции белокрылой крачки фены окраски скорлупы яиц 1Б, 2Б, 1В и 1Д встречаются с меньшим постоянством. Для них отмечена видимая флуктуация, как по годам, так и по изучаемым местообитаниям. Для окраски скорлупы яиц белокрылой крачки выделенные фены можно отнести к категории редких.

К очень редким фенам окраски яиц белокрылой крачки можно отнести фен 2А, который характеризует повышенную плотность пигментации в инфундибулярной зоне и равномерное ее распределение в клоакальной и экваториальной зоне. Этот фен характеризует нормальное распределение пигментации. Следует отметить, что фен 2А выявлен в сильноизмененном местообитании изучаемого вида в 2006 году.

Колебание концентрации редких фенотипов окраски яиц и устойчивость концентрации массовых фенотипов свидетельствуют о существовании стабилизирующего отбора по окраске скорлупы яиц. Сравнительный анализ фенетического разнообразия пигментации яиц двух видов птиц показывает, что популяция белокрылой крачки подвержена повышенному действию стабилизирующего отбора, нежели популяция речной крачки.

В ходе сравнения встречаемости редких фенотипов окраски в трех изучаемых местообитаниях белокрылой крачки было установлено, что проявление фенетических характеристик пигментации яиц в слабоизмененном местообитании белокрылой крачки характеризуется однородностью. Только в 2007 году отмечен фен 1В, частота встречаемости которого минимальна. В измененном и сильноизмененном местообитании изучаемого вида встречаемость редких фенотипов значительно колеблется. Это свидетельствует об ужесточении действия стабилизирующего отбора для этих двух местообитаний. Однако в измененном местообитании белокрылой крачки отбор направлен в сторону уменьшения фенетического разнообразия с элиминацией фенотипов, определяющих ненормальную окраску скорлупы яиц. В то время как в сильноизмененном местообитании действие отбора направлено в сторону увеличения фенетического разнообразия.

Некоторые фены могут иметь непосредственное адаптивное значение. Выяснение адаптивного значения того или иного фена является одним из возможных путей изучения действия естественного отбора. Можно предположить, что появление в сильноизмененном местообитании белокрылой крачки фена 2А, характеризующего нормальное распределение пигментации скорлупы яиц, является проявлением адаптации и обеспечивает эффективность размножения птиц в нарушенных условиях среды обитания.

Фенетическое разнообразие популяций связано с разнообразием природных условий, в которых существуют эти популяции. Изучение географического, а также биотопического распространения фенотипов окраски яиц изучаемых видов может способствовать установлению генотипа данной популяции. Поскольку, как было отмечено выше, определенные черты генетической конституции каждой отдельной особи отражают фены, то выяснение частоты встречаемости тех или иных фенотипов отражает генетическую структуру популяции.

Заключение. Таким образом, можно сделать вывод, что речная и белокрылая крачки неодинаково реагируют на воздействие антропогенной нагрузки на местообитания птиц. Обобщая данные фенетического анализа окраски яиц речной крачки можно предположить, что негативное влияние антропогенных факторов в сильноизмененном местообитании сказывается на физиологическом состоянии птиц. Это в свою очередь проявляется в фенетическом раз-

нообразии и повышенной частоте встречаемости фенотипов, определяющих ненормальную окраску скорлупы яиц.

В популяции белокрылой крачки частота встречаемости фенотипов, характеризующих нормальную окраску скорлупы, увеличивается в направлении сильноизмененного местообитания. Можно предположить, что в местообитаниях белокрылой крачки с повышенной степенью антропогенной нагрузки увеличение частоты встречаемости фенотипов нормальной окраски яиц и уменьшение частоты встречаемости фенотипов, характеризующих промежуточную и ненормальную окраску скорлупы яиц, обеспечивают успешность размножения птиц в нестабильных условиях среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Яблоков, А.В. Изменчивость структур пера и окраски яиц у некоторых птиц / А.В. Яблоков, А.В. Валецкий // Зоологический журнал. – 1972. – Т. 51, № 2. – С. 248–258.
2. Тинберген, Н. Мир серебристой чайки / Н. Тинберген; под ред. К.Н. Благосклонова. – М.: Мир, 1974. – 272 с.
3. Мяндр, Р. Внутрипопуляционная изменчивость птичьих яиц / Р. Мяндр. – Таллинн: Валгус, 1988. – 193 с.
4. Кусенков, А.Н. Изменчивость окраски яиц птиц и ее использование для оценки стабильности популяций / А.Н. Кусенков, Е.В. Хохлач. – Гомель: ГомГУ им. Ф. Скорины, 2001. – 95 с.
5. Мяндр, Р. Естественная элиминация нормальных и не полностью пигментированных яиц полярной крачки / Р. Мяндр // Известия АН Эстонской ССР. Сер. Биология. – 1984. – Т. 33, № 1. – С. 7–14.
6. Coulson, J.C. Differences in the quality of birds nesting in the centre and on the edges of a colony / J.C. Coulson // Nature. – 1968. – Vol. 217, № 5127. – P. 478–479.
7. Яблоков, А.В. Фенетика / А.В. Яблоков. – М.: Наука, 1980. – 132 с.

Поступила в редакцию 07.05.2012. Принята в печать 14.06.2012
Адрес для корреспонденции: e-mail: nazarchuk_olga@tut.by – Назарчук О.А.



Приемы укрупнения ключевых задач

В.В. Устименко, А.В. Виноградова

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

Важной составной частью изучения школьного курса геометрии является обучение школьников решению геометрических задач. Многими методистами реализуется идея рассмотрения взаимосвязанных задач. Принципы создания таких задач у разных авторов нередко различаются.

Особо следует выделить подход, который включает в себя выделение системы ключевых задач (под ключевой понимают такую задачу, к которой можно свести некоторое количество задач той или иной темы). От учащегося требуется не только прочное знание условия, рисунка и решения ключевой задачи, но и умение «видеть» ее в данной задаче. Таким образом, вместе с целью научиться решать задачи одновременно ставится и другая – знать и уметь решать ключевые задачи.

Актуальность исследования определяет возникшее противоречие между необходимостью осуществления динамического развития методов решения ключевых задач в контексте деятельностного подхода и особенностями традиционной методики обучения учащихся средней школы. В данной статье рассматривается проблема укрупнения ключевых задач в школьном курсе геометрии, а также вопрос о том, как практически образовать на основе конкретной ключевой задачи некоторый блок новых задач, взаимосвязанных между собой по линии укрупнения своих решений.

Ключевые слова: укрупнение действия, ключевые задачи, блоки взаимосвязанных задач.

Ways of integration of key problems

V.V. Ustimenko, A.V. Vinogradova

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

An important part of the study of school Geometry course is to teach students the solution of geometric problems. A lot of methodologists implement the idea of considering interrelated problems. Principles of creation of such problems by various authors often differ.

Special attention should be given to the approach that includes selection of the system of key tasks (a key problem is considered to be the problem, to which the solution of a number of problems of one or another topic can be reduced). The student is required not only to solidly know of the conditions, the figure and solutions of the key problem, but also to be able to «see» it in this task. Thus, within the goal to learn to solve problems, another goal is set – to know and be able to solve key problems.

The relevance of the research determines the contradiction between the need to implement a dynamic development of methods of solving key problems in the context of activity approach and the features of the traditional methods of teaching high school students. This paper addresses the problem of consolidation of key problems in school Geometry course as well as the issue of how to practically form a definite key problem based block of new tasks related to each other through the consolidation of their solutions.

Key words: integration of the operation, key problems, the blocks of interrelated problems.

В настоящее время в учебных планах, регламентирующих процесс обучения в общеобразовательной школе, наметилась тенденция к сокращению количества часов на изучение математических дисциплин. Одновременно происходит возрастание требований к качеству приобретенных учащимися знаний, умений и навыков. В связи с этим обострились многие методические проблемы преподавания математики, в том числе проблема обучения школьников решению задач.

Как показывает анализ научно-методической литературы, идея рассмотрения взаимосвязанных задач в методике преподавания математики не нова. Примеры создания таких задач, объединяемых авторами в блоки, системы, совокупности и т.д., можно встретить в работах И.В. Ульяновой, Т.А. Лепехиной, Р.Г. Хазанки-

на, Э.Г. Готмана, Г.В. Дорофеева, И.Е. Дразни-на, Т.М. Калининной, Е.С. Канина, И.А. Куш-нира, Н.С. Мельника, Г.И. Саранцева, Г.В. Ток-мазова, Б.Ф. Харитоновна, П.М. Эрдниева и др. Принципы их образования у разных авторов нередко различаются. Например, рассмотрим укрупненное упражнение П.М. Эрдниева, являющееся «главным оружием теории УДЕ» и представляющее собой «многокомпонентное задание, образующееся из нескольких логически разнородных, но психологически состыкованных в некоторую целостность частей: а) решение обычной «готовой» задачи; б) составление обратной задачи и ее решение; в) составление аналогичной задачи по данной формуле (тождеству) или уравнению и решение ее; г) составление задачи по некоторым элементам, общим с исходной задачей; д) решение или со-

ставление задачи, обобщенной по тем или иным параметрам исходной задачи» [1]. Нетрудно заметить, что оно представляет собой блок взаимосвязанных задач, в котором одна задача (представленная в пункте а) является основной, а другие – ее производными, полученными на ее основе.

Вместе с тем Р.Г. Хазанкин [2] предлагает использовать при изучении геометрии ключевые задачи. Под ключевой задачей автор понимает такую задачу, к которой можно свести решение некоторого количества задач той или иной темы. Для отбора ключевых задач предлагается следующий порядок действий:

1. Внимательно проанализировать всевозможные способы решения как каждой задачи по теме, так и всех задач в целом.

2. Разбить все задачи темы на группы, которые включают, по возможности, максимальное количество задач, решения которых осуществляются при помощи одной и той же задачи (которая, скорее всего, уже сформулирована как одна из этих задач). Она и будет ключевой задачей для данной группы.

3. Из выбранных таким образом ключевых задач создают новую группу, которая должна включать не более 7–8 (иногда 10) подобных задач.

Кроме этого в методической литературе были определены и другие способы объединения геометрических задач. Однако независимо от того или иного способа ученые, рассматривающие подобные задачи, указывали на многие их достоинства и широкие возможности применения в обучении школьников. Так, например, применение взаимосвязанных задач в учебном процессе, по словам Э.Г. Готмана, позволяет учащимся лучше усвоить метод их решения [3]. По мнению И.В. Ульяновой, ожидаемый при этом результат можно значительно улучшить, если задачи, входящие в тот или иной блок, оказываются взаимосвязанными между собой главным образом по линии укрупнения своих решений. То есть связи между ними носят не столько содержательный (хотя это тоже возможно), сколько процессуальный характер, так как на первое место здесь выступает связь между процессами их решений. Эта связь характеризуется в первую очередь не наличием общей закономерности или общего метода решения таких задач, а тем, что каждая последующая из них в данном блоке расширяет (укрупняет) решение любой из предшествующих ей в нем задач посредством выполнения одного или более новых действий. Другими словами, решение каждой последующей в блоке задачи содержит

в себе как составную часть решение одной из предшествующих ей в нем задач. Такие задачи предоставляют реальную возможность укрупнения действий, адекватных методам решения, что способно оказывать положительное воздействие на процесс усвоения школьниками данных методов [4].

Цель данного исследования заключается в определении методических приемов укрупнения ключевых задач.

Материал и методы. Материалом для исследования послужил многолетний опыт работы авторов со школьниками. В работе использованы методы сравнительно-сопоставительного и системно-комплексного анализа научно-методической литературы, эмпирические и логические методы исследования.

Результаты и их обсуждение. Предположим, что у нас имеется некоторая задача-1, для решения которой каким-либо конкретным методом необходимо выполнить определенную последовательность действий. Эти действия взаимосвязаны между собой. Каждое последующее из них опирается на результат выполнения предыдущего, а вместе они направлены на достижение одной цели: получение ответа в задаче-1, выполнение ее требования. Эту совокупность действий определим как одно целое, укрупненное действие-1. Если далее мы расширим задачу-1 до задачи-2 (т.е. решение задачи-2 будет непосредственно опираться на решение задачи-1), то действия, способствующие решению второй задачи некоторым методом, будут взаимосвязаны между собой так же, как и действия первой задачи. Поэтому их совокупность определим как новое целое, укрупненное действие-2. Решение задачи-2 включает в себя решение задачи-1. Часть действий из тех, что способствуют решению задачи-2, тождественна действиям в решении задачи-1. Значит, к предыдущим действиям мы просто добавили несколько новых и получили действие-2. Таким образом, действие-2 содержит в себе действие-1 как структурный элемент (в качестве более мелкого действия). Тогда действие-2 есть укрупненное действие-1.

Таким образом можно расширить любую геометрическую задачу, однако нас будет интересовать вопрос: как можно на практике расширить ту или иную наиболее важную задачу для данной темы, т.е. как практически образовать на основе конкретной ключевой задачи некоторый блок новых задач, взаимосвязанных между собой по линии укрупнения своих решений (блок укрупненных ключевых задач)? Поиск ответа на

этот вопрос требует выделения возможных приемов укрупнения ключевых задач по геометрии.

Как показывает анализ выделяемых в научно-методической литературе возможных приемов образования взаимосвязанных между собой по содержательной линии задач, наиболее применимым для укрупнения геометрических задач является прием постановки нового требования задачи при сохранении неизменным ее условия. Для подтверждения этого обратимся к следующему задачному блоку:

1.1. В равнобедренной трапеции ABCD стороны AD, AB, BC равны 10 см, 5 см, 8 см соответственно. Найти высоту трапеции.

1.2. В равнобедренной трапеции ABCD стороны AD, AB, BC равны 10 см, 5 см, 8 см соответственно. Найти диагонали трапеции.

1.3. В равнобедренной трапеции ABCD стороны AD, AB, BC равны 10 см, 5 см, 8 см соответственно. Найти угол между диагоналями трапеции.

Задачи, составляющие этот блок, имеют одинаковые условия, но разные требования. При их решении традиционным методом (связанным с использованием различных соотношений в трапеции) можно выделить такие действия, адекватные их решению, которые представлены в табл.

Из табл. видно, что постановка нового требования задачи действительно дает возможность укрупнения ее решения. В некотором случае в блоке задач задачу 3 можно решить, не используя предварительных действий, но тогда не будет укрупнения. Процесс решения задачи есть деятельность, результат которой зависит не только от вида выполняемых действий, но и от места следования их друг за другом. Методиче-

ский прием постановки нового требования задачи будет способствовать укрупнению ее решения каким-либо методом, когда решение новой (укрупненной) задачи дополнит количество «старых» действий новыми и с обязательным сохранением последовательности выполнения.

Возможность изменения условия задачи при некотором изменении ее требования вызывает предположение, что изменение ее условия и при сохранении требования также будет способствовать укрупнению задач по геометрии. Для подтверждения обратимся к примерам:

2.1. Дана трапеция ABCD, основания которой равны 10 и 24, а боковые стороны – 13 и 15. Найти высоту трапеции.

2.2. Дана равнобедренная трапеция ABCD, основания которой равны 3, 10, а боковая сторона – 5. Найти высоту трапеции.

2.3. В равнобедренную трапецию вписана окружность. Основания трапеции равны 4 см, 10 см. Найти высоту трапеции.

Следует отметить, что в случае постановки нового условия задачи также происходит укрупнение ее решения каким-либо конкретным методом. Однако этот прием менее эффективный и более сложный в обращении, чем прием постановки нового требования.

Решения указанных выше задач, в связи с построением дополнительных линий (построение высоты, диагоналей трапеции), способствуют выделению еще одного приема образования блоков укрупненных задач: приема укрупнения чертежа, соответствующего данной задаче, посредством построения в нем каких-либо новых линий (одной или более). Для демонстрации его сущности обратимся к задачам 3.1–3.3.

Таблица

Задача	1.1	1.2	1.3
Действия, адекватные решению задачи	1) нахождение длины AE как полуразности длин оснований $\left(AE = \frac{AD - BC}{2} \right)$;		
	2) нахождение длины BE из треугольника ABE по теореме Пифагора;		
	3) нахождение длины ED вычитанием из AD длины AE; 4) нахождение длины BD из треугольника BED по теореме Пифагора; 5) нахождение длины AC из треугольника ACF по теореме Пифагора;		
	6) нахождение площади трапеции по формуле $S = \frac{AD + BC}{2} \cdot BE$; 7) нахождение угла между диагоналями трапеции из формулы $S = \frac{d_1 d_2 \sin \alpha}{2}$.		

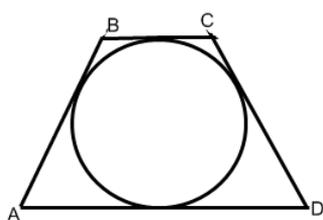


Рис. 1.

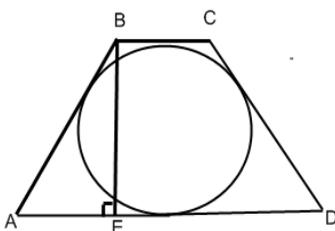


Рис. 2.

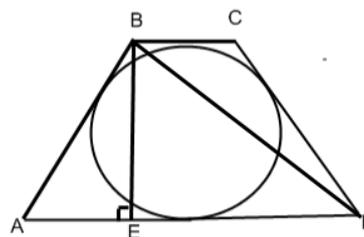


Рис. 3.

3.1. В трапецию ABCD вписана окружность. Основания трапеции равны 6 см и 10 см, соответственно. Найти боковую сторону (рис. 1).

3.2. В трапецию ABCD вписана окружность. Основания трапеции равны 6 см и 10 см, соответственно. Найти высоту трапеции (рис. 2).

3.3. В трапецию ABCD вписана окружность. Основания трапеции равны 6 см и 10 см, соответственно. Найти диагональ трапеции (рис. 3).

Чертежи, соответствующие задачам 3.2 и 3.3, расширяют чертеж задачи 3.1 посредством построения высоты и диагонали. Расширять чертеж, адекватный той или иной задаче, можно не только, строя новые линии внутри границ, задаваемых самой крупной из образующих его фигур, но и выходя за эти границы.

Укрупнение чертежа задачи, осуществляемое построением в нем новых линий, позволяет укрупнять действия, адекватные конкретному методу решения этих задач. В этом случае нередко происходит увеличение числа совершаемых действий, характерных для решения предыдущей задачи. При этом возможно выделить два варианта расширения чертежа:

1) чертеж каждой новой задачи содержит в себе в качестве основного элемента чертеж одной и той же задачи. (Так, в чертежах задач 3.2 и 3.3 легко обнаружить как основную часть чертеж задачи 3.1, содержащий трапецию и вписанную в нее окружность);

2) чертеж каждой новой задачи является собой результат расширения чертежа только что решенной задачи.

Укрупнение задачи через расширение ее чертежа, постановку нового требования или использование какого-либо другого возможного приема допускает также рассмотрение аналогов задач, их обобщений или конкретизации и т.д. Приведем пример обобщения первого блока задач:

4.1. В равнобедренной трапеции ABCD стороны AD, AB, BC равны a см, b см, c см, соответственно. Найти высоту трапеции.

4.2. В равнобедренной трапеции ABCD стороны AD, AB, BC равны a см, b см, c см, соответственно. Найти диагонали трапеции.

4.3. В равнобедренной трапеции ABCD стороны AD, AB, BC равны a см, b см, c см, соответственно. Найти угол между диагоналями трапеции.

При определении приемов образования блоков укрупненных задач невозможно пройти мимо взаимно обратных задач.

Систему действий (таких, что осуществление каждого $(i+1)$ -го действия опирается на результат выполнения i -го действия), способствующих решению задачи-1 каким-либо методом, определим как одно целое укрупненное действие-1. Для решения задачи-2, обратной к задаче-1, также можно выделить совокупность действий, адекватных методу ее решения ($m = n$, если методы решения одинаковы; если они разные, то количество действий разное, $m \neq n$). Эти действия взаимосвязаны между собой, как и действия на задаче-1, поэтому они также образуют укрупненное действие. Однако действие-1 и действие-2, подобно задачам 1 и 2, являются взаимно обратными друг к другу, так как то, что было неизвестным в задаче-1, становится известным в задаче-2. И наоборот, известное в задаче-1 становится неизвестным, которое надо найти, в задаче-2. Объединение же двух взаимно обратных действий представляет собой одно целое действие, названное нами укрупненным действием.

Подтверждается возможность образования блоков укрупненных задач по геометрии, т.е. возможность осуществления укрупнения действий, адекватных методам их решения. И это на фоне того, что прием рассмотрения взаимно обратных задач является эффективным средством анализа задачи, проясняющим для учеников ее математическую сущность через осознание ими, например, связей между величинами задачи; средством, позволяющим школьникам осуществлять самоконтроль за правильностью решения, а также развивать собственные творческие способности и интеллектуальные возможности и т.д. В то же время обращение к

взаимно обратным задачам позволяет осуществить сочетание разных методов их решения. В качестве примера приведем следующую пару таких задач.

5.1. В четырехугольнике ABCD, противоположные стороны которого равны и параллельны, проведена диагональ BD. Найдите величину угла ABC четырехугольника, если его периметр равен 84 см, $AD = 24$ см, а периметр треугольника ABD равен 72 см.

5.2. В прямоугольнике ABCD проведена диагональ BD. Найдите периметр треугольника ABD, если периметр данного прямоугольника равен 84 см, $AD = 24$ см.

Заключение. Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что образовывать блоки укрупненных ключевых задач (взаимосвязанных между собой по линии укрупнения своих решений), предоставляющих нам возможность осуществлять укрупнение действий, адекватных различным методам их решений, наиболее вероятно посредством комплекса методических приемов, включающих в себя:

- 1) замену требования задачи каким-либо новым требованием;
- 2) замену условия задачи каким-либо новым условием;
- 3) расширение чертежа задачи (через построение в нем новых линий);
- 4) рассмотрение аналогов задач, их обобщение и конкретизацию;
- 5) использование обратных задач.

Включение таких блоков в учебный процесс всегда будет подразумевать использование деятельностного подхода, причем во всех трех зна-

чениях, наиболее употребимых в методике обучения математике. Действительно, нетрудно заметить, что при решении подобных задач:

- происходит выделение действий, адекватных методам их решений, которые (методы) являются предметным содержанием процесса обучения математике;
- выстраиваются алгоритмы решения последующих в блоке задач. Тем самым школьники обучаются возможным способам решения данных задач. Кроме того, неоднократное повторение действий, способствующих решению блочных задач, позволяет учащимся самостоятельно «открывать» те или иные существенные моменты в решении, не замеченные ими первоначально и позволяющие им выявлять новые способы решений;
- осуществляются изучение школьниками различных эвристических приемов, выполнение ими контроля и самоконтроля за совершаемыми действиями и т.д. Очевидно, что приобретаемые ими при этом знания будут выступать как деятельность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эрдниев, П.М. Укрупнение дидактических единиц в обучении математике: кн. для учителя / П.М. Эрдниев, Б.П. Эрдниев. – М.: Просвещение, 1986. – 255 с.
2. Халамайзер, А.В. Об опыте работы учителя Р.Г. Хазанкина / А.В. Халамайзер // Математика в школе. – 1987. – № 4. – С. 16–21.
3. Готман, Э.Г. Вариации задачи о квадрате и вписанном в него треугольнике / Э.Г. Готман // Математика в школе. – 1991. – № 1. – С. 26–28.
4. Ульянова, И.В. Обучение школьников методам решения геометрических задач в контексте укрупнения дидактических единиц: дис. ... канд. пед. наук / И.В. Ульянова. – Саранск, 2002. – 182 с.

Поступила в редакцию 20.02.2012. Принята в печать 14.06.2012
 Адрес для корреспонденции: e-mail: alla.vin@inbox.ru – Виноградова А.В.

Конструирование интегрированного урока на лабораторных занятиях по методике преподавания математики

Е.Л. Старовойтова

*Учреждение образования «Могилевский государственный
университет им. А.А. Кулешова»*

В статье рассмотрены вопросы подготовки будущих учителей математики по проблеме форм организации учебного процесса. В качестве основной формы выступает урок. На лекциях и практических занятиях урок характеризуется с точки зрения его видов, структуры, современных требований к организации и методике проведения. На лабораторных занятиях основное внимание уделяется вопросам интеграции в процессе обучения, конструированию интегрированных уроков. Студенты знакомятся с различными подходами к определению интегрированного урока, его целями и задачами. Определяются соответствующие содержанию урока формы, методы и средства обучения. Разработанное содержание апробируется при проведении занятий в школе. В статье представлен фрагмент интегрированного урока-совещания «Пчелиная математика» по теме «Числовые неравенства».

Ключевые слова: интеграция, методика преподавания математики, урок, школа.

Formation of the integrated lesson at laboratory classes on the methods of teaching mathematics

E.L. Starovoitova

Educational establishment «Mogilev State A.A. Kuleshov University»

The article deals with the issues of training would be teachers of mathematics taking into consideration the forms of organizing teaching process. The main form is the lesson. At the lectures and practical classes the lesson is characterized by its types, structure, contemporary requirements for the organization and methods of conducting it. At laboratory classes main attention is paid to the issues of integration in the process of teaching, to the formation of integrated lessons. Students learn different approaches to the definition of the integrated lesson, its aims and tasks. Forms, methods and means of teaching appropriate to the content of the lesson are determined. The worked out content of the lesson is approved while conducting lessons at school. The article contains a part of the integrated lesson-debate «Bee mathematics» devoted to the topic «Numerical inequality».

Key words: integration, methods of teaching mathematics, lesson, school.

Курс методики преподавания математики в университете должен реагировать на все те изменения, которые происходят в школьной практике. В связи с этим одной из задач этого курса является подготовка будущего учителя к реализации на практике всех инновационных подходов, благодаря которым возможно совершенствование процесса обучения математике в школе. Инновации касаются и технологии обучения математике, охватывающей, прежде всего, методы, формы обучения, организацию учебной деятельности школьников. Несмотря на достаточно большое количество психолого-педагогических исследований по проблемам инновационных изменений образовательного процесса и способам повышения квалификации учителей в современных условиях, остаются открытыми вопросы о способах подготовки будущих учителей к овладению новыми формами организации образовательного процесса. В

частности, требуется теоретическое осмысление и обобщение различных подходов к проектированию уроков как основной формы организации учебной работы и практическое воплощение теоретических разработок в соответствии с современными требованиями к уроку, в том числе и к уроку математики. Одно из направлений такой работы заключается в реализации требования не только сформировать у учащихся математические знания, но и подготовить их к применению этих знаний в практической деятельности. Это становится возможным в процессе раскрытия взаимосвязи математики с окружающим миром, другими науками и производством в ходе приобретения навыков использования полученных знаний для решения прикладных и практических задач. Особо значимы при этом интегрированные уроки. Цель данной работы состоит в разработке содержания лабораторных занятий по методике преподавания

давания математики по конструированию и проведению интегрированных уроков.

Материал и методы. Методическая подготовка будущих учителей математики по проблеме использования интегрированного урока как нетрадиционной формы организации учебной работы базируется на основных положениях теории и методики обучения математике в средней школе (И.А. Новик [1], Н.М. Рогановский [2] и др.), теории межпредметных связей (И.Д. Зверев, В.Н. Максимова [3] и др.), теории интеграции математического образования (М.Н. Берулава [4], А.Я. Данилюк [5] и др.), основных положениях теории разработки интегрированных курсов (М.Н. Берулава [4], С.В. Гордина [6] и др.). Методами исследования явились наблюдение, анкетирование, анализ и обобщение научно-методической литературы по проблеме интеграции при обучении математике, изучение состояния реальной практики обучения математике в школе и методической подготовки студентов на предмет использования интегрированных форм обучения математике, логические методы исследования.

Результаты и их обсуждение. Методическая подготовка будущих учителей математики по проблеме использования различных форм организации учебного процесса наиболее эффективна в условиях проведения лабораторных занятий. Лабораторные и практические занятия по методике преподавания математики направлены на выработку у студентов методических умений, непосредственно связанных с проведением уроков и внеклассной работы, с разработкой методики обучения конкретным вопросам школьного курса.

Основной формой организации занятий в школе, где решаются многие учебно-воспитательные задачи обучения, развития и воспитания школьников, является урок. Учебные занятия в форме разнообразных уроков подтвердили свое достоинство, обеспечивая организационную четкость и упорядоченность всего учебного процесса. Современный урок – это, прежде всего, урок, на котором учитель использует все возможности для развития личности ученика, его активного умственного роста, глубокого и осмысленного усвоения знаний.

Современная педагогическая наука утверждает, что для продуктивного усвоения учеником знаний и его интеллектуального развития средствами разных школьных предметов весьма важным является установление широких связей как между различными школьными дисципли-

нами, так и между науками, профессиями, естественными процессами и учебными предметами. Потребность в синтезе научных знаний обусловлена все увеличивающимся количеством комплексных проблем, стоящих перед человечеством, решение которых возможно только лишь с привлечением знаний из различных отраслей науки, то есть с помощью интеграции. Особую актуальность приобретает вопрос формирования у учащихся нового, интегративного способа мышления, характерного и необходимого для современного человека. Подобный подход в обучении способствует выработке у учащихся системы знаний и развивает у них способность к переносу и применению этих знаний в новых ситуациях.

Интеграция является одним из важнейших направлений развития системы школьного образования. Любая интеграция возникает в случае, если имеются ранее в чем-то разобщенные элементы и существуют объективные предпосылки для их объединения; они объединяются не суммативно и рядоположенно, а посредством синтеза, результатом же такого объединения является система, обладающая свойством целостности [7]. В.С. Безрукова вводит определение понятия «педагогическая интеграция», рассматривая ее как разновидность научной интеграции, осуществляемой в рамках педагогической теории и практики [8].

Понятие «интеграция» применяется к системе обучения в двух значениях: во-первых, это создание у школьника целостного представления об окружающем мире (здесь интеграция рассматривается как цель обучения, т.е. интеграция на уровне знаний); во-вторых, это нахождение общей платформы сближения предметных знаний (здесь интеграция – средство обучения, т.е. интеграция на уровне видов деятельности). Анализ исследований по проблеме интеграции в обучении [4–6, 8–9 и др.] показал, что идея интеграции среднего математического образования становится более актуальной в связи с обеспечением естественнонаучного миропонимания действительности. Через интеграцию математического образования реализуются две важнейшие функции прикладной направленности школьного курса математики – мировоззренческая и социально-педагогическая, которые были определены Н.А. Терешиним [10]. Социально-педагогическая функция прикладной направленности школьного курса математики реализуется в процессе профессиональной ориентации школьников. Мировоззренческая функция реализуется при

использовании математики в других школьных учебных предметах, при рассмотрении истории возникновения и развития математических понятий, при знакомстве с элементами математического моделирования процессов.

Интеграция содержания математического образования предполагает содержательность и значимость математических знаний для учащихся; системное представление изучаемого материала; реализацию внутрипредметных и межпредметных связей; прикладную направленность курса математики. Рассматривая интеграцию как цель и средство обучения, отметим, что интеграция как цель обучения позволяет дать ученику те знания, которые отражают связанность отдельных частей мира как системы, научить его с первых шагов обучения представлять мир как единое целое, в котором все элементы взаимосвязаны. Интеграция же как средство обучения направлена на развитие эрудиции обучающегося, на преодоление существующей узкой специализации в обучении.

Решение многих задач обучения школьников сегодня уже не укладывается в рамки традиционной классно-урочной системы, вызывая необходимость усиления ее вариативной части, к которой относят и уроки с межпредметным содержанием (или интегрированные уроки). Чтобы соединить разрозненные знания в единую систему, нужна специальная организующая деятельность, которая может осуществляться через комплекс интегрированных уроков. Эти уроки выступают возможной формой интеграции в процессе обучения. Многие педагоги утверждают, что именно такой вид нестандартного урока, как интегрированный, проводится в первую очередь с целью углубления знаний учащихся, расширения их кругозора, привития интереса к изучаемым предметам, углубления межпредметных связей, ликвидации раздробленности представлений человека об окружающем мире. Интегрированные уроки реализуют основную цель математического образования – применение математических методов в других науках, в изучении реальных явлений и процессов, они обладают ярко выраженной прикладной направленностью и, несомненно, вызывают познавательный интерес у учащихся.

Реализуя интеграцию в учебном процессе, необходимо определить само понятие интегрированного урока, чтобы иметь возможность выявить структуру таких уроков, разработать некоторые практические рекомендации по их подготовке и проведению. На сегодняшний

день определение понятия интегрированного урока остается весьма спорным в педагогике. Можно выделить два подхода: одна часть педагогов считает интегрированный урок уроком изучения взаимосвязанного материала двух или нескольких предметов, который проводят два преподавателя, а другая часть считает, что интегрированный урок определяется тем кругом задач, которые возможно разрешить только благодаря интеграции [8–9 и др.]. Мы придерживаемся второго подхода педагогов, и под интегрированным уроком понимаем урок, который представляет собой сложное единство нескольких областей знаний, удовлетворяющее определенному уровню интеграции.

Из самого названия урока «интегрированный» следует, что его особенность исходит из процесса интеграции. Так как интегрированный урок совмещает в себе знания и умения из разных предметных областей, то его структура будет представлена блоками, содержащими знания и умения из первой предметной области, из второй предметной области, а также интеграцию знаний и умений первого и второго блоков в процессе обучения. Под первым и вторым блоками понимаются такие компоненты, как актуализация прежних знаний и способов действий, формирование новых знаний и способов действий, применение, формирование умений и навыков. Число блоков структуры указанного типа, как первый и второй блоки, зависит от количества интегрируемых предметов на одном уроке. Мы рассматриваем интегрированные уроки по реализации межпредметных связей школьных курсов математики с химией и биологией. В связи с этим под первым блоком понимаются знания и умения по школьному предмету «Математика», под вторым блоком – знания и умения из таких предметных областей, как химия и биология, а также дополнительный материал о природных, экологических явлениях, процессах из сельского хозяйства, медицины и т.д. Третий блок характеризует уровень интегрированности урока и определяется на основе уровней интеграции математики с профильными предметами для классов химико-биологического направления обучения в старших классах лицеев и гимназий.

На интегрированных уроках представлены цель, содержание, задачи, средства, методы, деятельность по организации и управлению, т.е. все его дидактические элементы. Главную роль среди основных характеристик играют цели урока. Основная цель – формирование математических знаний, умений и навыков; формиро-

вание общей системы знаний об объектах окружающего мира, законах и закономерностях, общенаучных понятиях, методах познания, фундаментальных теориях и идеях мировоззренческого характера; формирование умения решать прикладные задачи, умения составлять математические модели реальных процессов и явлений, а также развитие интереса, мотивов, потребностей к познанию. Особенно важны интегрированные уроки для обучения таким разделам математики, методы которых используются во многих областях знаний и человеческой деятельности. Интегрированные уроки математики развивают линию математического моделирования, являющегося единственным методом изучения непосредственно недоступных человеку явлений окружающего мира, а также основным источником связи математики со всеми отраслями естествознания.

После определения цели урока отбирается его содержание. Рационально отобрать учебный материал педагогу помогают учебные программы, учебники, методические пособия, дидактические материалы, дополнительная литература по конкретной учебной теме, интернет. При этом нужно всегда думать о том, как заинтересовать учащихся математикой, а затем и как научить математике. Учителю математики необходимо связывать свой предмет с другими школьными предметами, и с областью будущей деятельности обучающихся. При наличии межпредметных связей у учащихся формируется личностная заинтересованность в изучении материала и вследствие этого возникает положительный мотив познания. Если учащиеся мотивированы, то знания будут не только осознаны, но и прочно закреплены. Поиск «точек соприкосновения» различных предметов, интересов и способностей учащихся определяется местом изучаемой темы в математике и ее возможностями в изучении других дисциплин, использовании математических понятий, теорем, формул, решении задач.

Отобрав содержание урока, необходимо подобрать адекватные ему методы и приемы обучения, которые позволят эффективнее провести урок. Выбор оптимальных методов обучения – одна из наиболее значимых методических задач. Удачный метод обучения в каждом конкретном случае означает наиболее целесообразную в данных условиях комбинацию различных приемов и средств, позволяющих достичь заранее поставленной цели оптимальным путем. Выбор методов обучения при разработке комплекса интегрированных уроков определят-

ся как используемыми учителем видами изложения учебного материала, так и видами организации самостоятельной учебной деятельности учащихся. Эффективны эвристический и исследовательский методы. При использовании эвристического метода открытие нового факта, закона, правила проводится не педагогом, а самими учащимися под руководством и с помощью учителя, а в рамках исследовательского метода учителем организуется исследовательская деятельность учащихся путем постановки перед ними теоретических и практических исследовательских заданий. Ученики самостоятельно совершают логические операции, раскрывают сущность нового понятия и нового способа действия. Конечно же, на каждом уроке используется не один метод обучения, а их всевозможные сочетания.

Необходимо использовать самые разнообразные формы интегрированных уроков, но в каждом из них должно быть достаточно материала для деятельности учащихся, для их самостоятельной работы. Это могут быть уроки-конференции, уроки-совещания, уроки-игры и т.д. На интегрированном уроке математики огромная роль принадлежит групповым формам работы учащихся. Подобные формы позволяют уплотнить время урока, сообщить больший объем нового материала, они создают ситуации взаимообучения учащихся, существенно влияющие на развитие познавательного интереса к математике.

Интегрированные уроки математики должны создать такую методическую систему, при которой математическая теория создается на глазах учащихся при их посильном участии, отчетливо прослеживаются приложения математических знаний в практической деятельности человека. Для повышения эффективности интегрированного урока необходимо соблюдать ряд условий. Отметим некоторые из них:

- на каждом уроке должно обеспечиваться единство обучающей, развивающей и воспитательной целей обучения, а приобретаемые при этом знания должны способствовать формированию качеств личности, необходимых для любого вида будущей профессиональной деятельности учащихся;

- при подготовке интегрированного урока необходимо учесть все те обстоятельства, которые помогут сделать вывод о возможности и необходимости интеграции, проанализировать уровень подготовленности учеников класса, оценить их психологические особенности, по-

знавательные интересы и профессиональные предпочтения;

- необходимо повысить роль самостоятельной работы учащихся, так как интеграция расширяет тематику изучаемого материала, вызывает необходимость более глубокого анализа и обобщения явлений, круг которых увеличивается за счет других предметов;

- каждый урок должен решать конкретные и перспективные задачи интеграции, а не быть просто суммирующим фактом двух–трех предметов, на основе которых он был разработан;

- в содержании интегрированного урока необходимо заранее расставить приоритеты, определить, что считать первостепенным, а что второстепенным, поскольку в нем перекликаются между собой материалы из разных областей знаний;

- необходимо определить место интегрированного урока в системе уроков по теме, разделу, курсу в зависимости от цели его проведения;

- интегрированный урок должен быть оптимально технически и дидактически оснащен (мультимедийные презентации, дидактические пособия и пр.).

В нашем исследовании в качестве средства обучения на интегрированных уроках предлагаются межпредметные задачи с биологическим содержанием. Отметим, что указанная межпредметная связь школьных курсов математики и биологии представлена в научно-методической литературе недостаточно. Примеры с биологическим содержанием на уроках математики являются редкостью, хотя они также доступны и не менее интересны учащимся в практическом плане, как и традиционно используемые примеры из курса физики. При изучении многих тем школьного курса математики использование примеров из биологии может служить мотивационной основой для стимулирования интереса учащихся к математике, осознания ими факта практической значимости математических знаний вне зависимости от профессии, которую они выберут в будущем.

Покажем, как реализуется прикладная направленность обучения на интегрированном уроке-совещании «Пчелиная математика» (математика и биология, 8 класс) [11–12]. Цели урока заключаются в проверке теоретических знаний и практических навыков и умений учащихся по теме «Числовые неравенства», отражении связи математики с биологией посредством решения межпредметных задач; показе важности математических знаний и их востре-

бованности в различных областях жизнедеятельности человека. Форма организации работы учителя и учащихся – коллективная. Подготовительная деятельность педагога к уроку заключается в подборе (составлении) межпредметных задач, позволяющих применять знания по теме «Числовые неравенства» в необычной для учащихся ситуации (в пчеловодстве), в подборе иллюстраций для создания фрагментов презентаций, демонстрирующих применение вопросов темы в разных предметных областях и сферах деятельности, в основе которых – продукты жизнедеятельности пчел.

Урок необходимо начать с беседы учителя и учащихся, постановки общих вопросов о значимости математических знаний и их применении в разных сферах человеческой деятельности. Так, например, учитель математики отмечает, что при изучении его предмета постоянно проводится параллель с повседневной жизнью, однако математикой «пользуются» и другие обитатели нашей планеты, в частности пчелы.

Биолог предлагает небольшую историческую справку о происхождении пчел, их эволюции и особенностях этих насекомых. Информацию такого типа можно найти в справочной и специальной литературе по пчеловодству, ее поиск не представляет особых проблем.

Далее в урок включается учитель истории. Он проводит краткий экскурс в становление и развитие пчеловодства, предлагает ученикам для самостоятельного прочтения фрагмент текста, в котором рассказывается о том, что этих насекомых упоминали и давали практические советы по уходу за ними греческий философ Демокрит, историк Ксенофонт, «отец зоологии» Аристотель и сам царь Соломон. В 950 году в Византии по приказу императора Константина VII была составлена энциклопедия по пчеловодству. В тексте рассказывается о расселении пчел по миру, о легендах и мифах о них как насекомых, олицетворяющих самоотверженность, преданность и верность.

Затем учитель математики предлагает рассмотреть некоторые характеристики пчел через решение ряда задач. Например:

№ 1. Пчелиная семья, как правило, всегда состоит из одной матки, нескольких десятков тысяч рабочих пчел и нескольких сотен трутней. Количество рабочих пчел в пчелиной семье зависит от времени года. Меньше всего их бывает весной – 10–30 тыс., больше – в июне–июле, перед главным взятком – 60–100 тыс. Осенью их количество уменьшается до 25–40 тыс. Запишите указанные количества ра-

бочих пчел с использованием двойного неравенства и изобразите их на числовой прямой.

№ 2. Длина тела матки пчелы 20–25 мм, рабочей пчелы – 12–15 мм, трутня – 15–17 мм. Оцените значение длины тела одной матки и одного трутня вместе; 4 рабочих пчел и 3 трутней вместе. Оцените значение выражения $2p + t - m$, где p , t , m – длины тел рабочей пчелы, трутня и матки соответственно. Определите общую длину всех особей одной пчелиной семьи из 50–60 тыс. штук.

№ 3. Каждая рабочая пчела в среднем весит около 100 мг, вес матки около 200 мг. Зная примерный вес трутня (из справочной литературы), запишите двойным неравенством возможные для средней пчелиной семьи в осенний период количества рабочих пчел и трутней. Найдите, сколько рабочих пчел и трутней может насчитываться в одном килограмме?

№ 4. Скорость полета пчелы около 24 км/час, но на коротких расстояниях она может увеличиваться до 40 км/час. Выразите в метрах в секунду наименьшее и наибольшее целые значения скорости полета пчелы.

№ 5. Во время полета пчелы расходуется 10 мг сахара в течение часа. С наполненным зобиком пчела может летать в течение 15 минут, преодолевая за это время расстояние от 6 до 8 км. Найдите количество сахара, расходуемое пчелой за 15 минут полета (потребление сахара считаем равномерным)? Оцените количество сахара, расходуемое пчелой при перелете на расстояние больше 12 км и меньше 16 км.

№ 6. Хорошая пчелиная семья при обильном взятке может принести в улей в течение дня от 10 до 15 кг нектара. Оцените количество пчел в такой семье, если известно, что за один полет пчела может принести в медовом зобике от 50 до 60 мг нектара, совершая при благоприятных условиях погоды от 13 до 14 полетов.

№ 7. В зрелом меде, помимо различных веществ, содержится 20% воды. Сколько воды содержится в трехлитровой банке меда? Оцените с использованием неравенств вес меда в чайной, десертной и столовой ложке.

Имея в распоряжении и другие задачи, учитель может по своему усмотрению выбирать их для урока, организуя при необходимости самостоятельную работу учащихся.

Сюжет следующей задачи предлагает учитель биологии.

№ 8. Мед (его цвет, аромат и привкус) различают по растениям, с которых пчелы собирали нектар: белый цвет – с кипрея, желтый – с белой акации, эспарцета, липы, подсолнечника,

люцерны, клена; темно-бурый – с гречихи, вереска, василька. Совокупность вкуса и аромата называется «букетом меда». Продолжите перечень медоносов и постройте график зависимости цвета меда от вида растения, с которого собирался цветочный нектар. Составьте несколько «букетов меда», который предпочитаете вы и ваша семья.

Учитель химии рассказывает о том, как правильно хранить мед и как изменяются при нарушении условий хранения его лечебно-диетические свойства. Школьный медаботник характеризует антибактериальные свойства натурального меда, отмечая, что различные сорта меда применяются для лечения определенных заболеваний. Например, темно-коричневый гречишный мед богаче других железом, витаминами, белками, а поэтому он полезен при малокровии. Липовый мед справедливо считается лучшим из всех сортов меда, он отличается потогонным и общеукрепляющим действием. Женьшеневый мед обладает тонизирующими свойствами и применяется от неврозов и невралгии.

Врач-диетолог информирует о правильном питании медом, обращает особое внимание на опасность для здоровья меда диких пчел. Представитель экологической службы предлагает познавательную информацию, в которой отмечается, что пчелы являются природным прибором, который можно использовать для контроля загрязненности определенных районов и даже, возможно, измерять уровень загрязненности.

Конструирование интегрированного урока по указанной тематике предварялось соответствующей подготовительной работой. Она включала подбор материала по плану урока, поиск познавательной информации к задачам, ознакомление с содержанием темы «Числовые неравенства» и решение задач по этой теме. Сконструированное содержание (полностью или частично) апробировалось при проведении лабораторного занятия в школе.

Заключение. Интегрированные уроки являются одной из форм активного обучения. Именно такие уроки расширяют представления школьников о приложениях математических знаний по изучаемой теме, прослеживают связь математики с разными областями человеческой деятельности. Интегрированные уроки помогают развивать познавательный интерес к математике, формировать общие познавательные творческие умения. Они способствуют выработке правильных оценочных суждений, формируют коммуникативно-речевые, творческие,

обще предметные умения, ассоциативное, логическое мышление, моделируют интеллектуальную деятельность учащихся, что способствует познанию мира, а в целом позволяют реализовать прикладную направленность обучения. Рассмотрение на лабораторных занятиях по методике преподавания математики вопросов, связанных с конструированием интегрированных уроков, и методика их проведения оказывают существенное влияние на профессиональную подготовку будущих учителей математики.

ЛИТЕРАТУРА

- Новик, И.А. Практикум по методике обучения математике: учеб. пособие / И.А. Новик, Н.В. Бровка. – М.: Дрофа, 2008. – 236 с.
- Рогановский, Н.М. Методика преподавания математики в средней школе: учеб. пособие: в 2 ч. / Н.М. Рогановский, Е.Н. Рогановская. – Могилев: УО «МГУ им. А.А. Кулешова», 2010. – Ч. 1: Общие основы методики преподавания математики (общая методика). – 312 с.
- Зверев, И.Д. Межпредметные связи в современной школе / И.Д. Зверев, В.Н. Максимова. – М.: Просвещение, 1981. – 158 с.
- Берулава, М.Н. Интеграция содержания образования / М.Н. Берулава. – М.: Педагогика, 1993. – 172 с.
- Данилюк, А.Я. Теория интеграции образования / А.Я. Данилюк. – Ростов н/Д: Изд-во Рост. пед. ун-та, 2000. – 440 с.
- Гордина, С.В. Методологические основы интеграции среднего математического образования: автореф. ... дис. канд. пед. наук: 13.00.02 / С.В. Гордина. – Саранск, 2002. – 35 с.
- Тюнников, Ю.С. Методика выявления и описания интегративных процессов в учебно-воспитательной работе СПТУ / Ю.С. Тюнников. – М.: Изд-во АПН СССР, 1988. – 46 с.
- Безрукова, В.С. Педагогическая интеграция: сущность, состав, механизмы реализации // Интеграционные процессы в педагогической теории и практике / отв. ред. В.С. Безрукова. – Свердловск: Свердловск. инж.-пед. ин-т, 1990. – С. 5–26.
- Машарова, Т.В. Технология интегрированного урока в условиях модульного обучения / Т.В. Машарова, А.А. Харунжев, О.Г. Смирнова // Интеграция образования. – 2002. – № 4. – С. 53–59.
- Терешин, Н.А. Прикладная направленность школьного курса математики: кн. для учителя / Н.А. Терешин. – М.: Просвещение, 1990. – 96 с.
- Старовойтова, Е.Л. Применение межпредметных задач на уроках математики для осуществления прикладной направленности обучения / Е.Л. Старовойтова // Матэматыка: праблемы выкладання. – 2011. – № 2(73). – С. 6–11.
- Старовойтова, Е.Л. Решение межпредметных задач на уроках математики в базовой школе для осуществления прикладной направленности обучения: метод. указания / Е.Л. Старовойтова. – Могилев: УО «МГУ им. А.А. Кулешова», 2011. – 56 с.

Поступила в редакцию 23.03.2012. Принята в печать 14.06.2012
Адрес для корреспонденции: e-mail: stelle@tut.by – Старовойтова Е.Л.

Исследование особенностей стигматизации в старшем школьном возрасте методом качественного интервью

С.Л. Богомаз*, Н.М. Комленок**

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

**Учреждение здравоохранения «Витебский областной клинический центр психиатрии и наркологии»

Статья посвящена исследованию субъективного опыта стигматизации в старшем школьном возрасте с использованием качественного интервью. Качественные методы отвечают современной постмодернистской методологии и дают возможность познания сложного и противоречивого феномена стигматизации с точки зрения субъективного опыта испытуемых.

Выявлены некоторые особенности стигматизации в старшем школьном возрасте. У старшеклассников средней школы наблюдается не целостный феномен стигматизации, а его отдельные компоненты, соответствующие звеньям структуры самосознания. Имя собственное, как первый элемент структуры самосознания, не всегда подвергается депривации – негативное отношение выражается уже не столько обидными кличками, сколько тоном голоса и манерой обращения. Притязания на признание депривуются через наклеивание ярлыков «не такой, как все», «не от мира сего», «психически неполноценный человек», «странный», «непонятный», «больной» и др. Половая идентичность депривуется характеристиками «никакой пацан», «как дети». Психологическое время личности затрагивается, когда стигматизированных описывают фразы: «как взрослый», «ей очень тяжело будет в жизни». Социальное пространство личности при стигматизации сужается за счет негативного социометрического статуса.

Ключевые слова: качественное полуструктурированное интервью, естественные смысловые единицы, стигматизация, старший школьный возраст, компоненты стигматизации.

Study of the peculiarities of stigma of adolescents by the method of qualitative interview

S.L. Bogomaz*, N.M. Komlyonok**

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

**Public Health establishment «Vitebsk Regional Clinical Centre of Psychiatry and Addictology»

The article is devoted to the study of subjective experience of stigma of adolescents with the use of qualitative interview. Qualitative methods meet the contemporary post-modern methodology and help to investigate the complicated and contradictory phenomenon of stigma from the point of view of subjective experience of the participants. Some peculiarities of stigma of adolescents are revealed. Senior secondary school pupils do not experience the holistic phenomenon of stigmatization, only its separate components, which correspond with the parts of the self-consciousness structure. Personal name, as the first element of the self-consciousness structure, is not always exposed to deprivation, because negative attitude is expressed not so much with offensive nicknames, but mainly with tone of voice and manner of the treatment. Claims for recognition are deprived through sticking labels «not such as all», «in a world of one's own», «mentally handicapped person», «not as everybody», «strange», «sick», etc. Sexual identity is deprived by the characteristics «not a boy at all», «like children». Psychological time of the personality is affected, when the stigmatized are described by the phrases: «as an adult», «she'll have hard times in her life». Social space of the personality with stigma is narrowed due to negative sociometric status.

Key words: qualitative semistructured interview, natural sense units, stigma, adolescence, the components of stigma.

Стигматизация как негативное выделение индивида (или социальной группы) по какому-либо признаку с последующим стереотипным набором социальных реакций на данного индивида (или представителей данной социальной группы) [1] является актуальной темой русскоязычных психологических и социологических исследований (И.Я. Гурович, М.М. Кабанов, И.И. Михайлова, В.С. Ястребов, С.Н. Ениколопов, Л.Я. Серебрянская, Г.В. Тюменкова, А.А. Портнова, З.И. Кекелидзе,

Т.П. Липай, В.С. Мухина, В.Ф. Пирожков, Л.В. Соколова, Ю.С. Смирнова и др.). Зарубежные исследования феномена стигматизации активно проводятся с 60-х годов XX века (Е.Е. Jones, А. Farina, А.Н. Hastorf, Н. Markus, D.T. Miller, R.A. Scott, I. Katz, Schur, Т. Douglas, А. Финзен, Т. Холт и др.), вслед за основополагающей работой И. Гофмана «Стигма. Заметки об управлении испорченной идентичностью» [2].

Стигматизацию, понимаемую как предпосылка и результат предубеждений, пытались

объяснить с социобиологических (Р. Хернштейн, К. Мюррей, Д. Спербер, В. Рейнолдс, В. Фолгер, Н. Степан), психоаналитических (З. Фрейд), неопсиходинамических (Л. Берковиц, Б. Беттельгейм), необихевиористских (Дж. Доллард, Н. Миллер), когнитивистских (Н. Таффел, J. Forgas, J. Turner), онтогенетических (С.К. Sigelman, L.C. Singleton), психолингвистических (Д. Бар-Тал, О. Зур, К. Бурке, Т.А. ван Дейк), социально-психологических позиций (В.С. Агеев); ее механизмы раскрывали в теориях межгрупповых противоречий (М. Шериф, Д. Кэмпбелл), социального влияния (Г. Олпорт, Дж. Сиданиус, С. Левин, Ф. Пратто), «козла отпущения» (Т. Дуглас), «авторитарной личности» (Т. Адорно) и других. На сегодняшний день выявлены внутриличностные и межличностные детерминанты процесса стигматизации, однако недостаточно изучена специфика этого процесса в старшем школьном возрасте. Целью нашей статьи являлось исследование субъективного опыта стигматизации в старшем школьном возрасте с использованием качественного интервью.

Материал и методы. Неудовлетворенность исследователей только позитивистскими, количественными методами в психологии привела к развитию феноменологического подхода и возрастающей популярности вытекающих из него качественных методов познания. Цель качественного исследовательского интервью состоит в получении описания жизненного мира респондентов для интерпретации смысла описываемых феноменов. Оно называется полуструктурированным, потому что сочетает в себе приверженность структуре – цели, задачам, определенным темам исследования и внимательное выслушивание собеседника, интерес к направлениям, которые он выбирает внутри широкой заданной темы, непредсказуемость этих направлений. Последовательность и формулировка вопросов не являются четко заданными, наоборот, приветствуются уточняющие, индивидуально адресованные вопросы и следование за рассказом собеседника в пределах обозначенной темы. Ответы респондента отражают его представление о мире, в котором он живет. При этом могут обнаружиться новые неожиданные оттенки, новые закономерности и связи явлений.

Проблема легитимации данных качественно интервью решается в соответствии с предписаниями социального критицизма. А. Страусс и Дж. Корбин важнейшее значение придают открытости исследователя и подробному информированию читателя о ходе исследовательского

процесса. Это позволяет судить о том, насколько обоснованы выводы и валидны результаты исследования [3]. По мнению С. Квале, «сложность валидизации качественных исследований отнюдь не обязательно есть результат изначальной слабости качественных методов. Напротив, она может быть следствием того, что качественные методы необычайно глубоко проникают в сложную исследуемую социальную реальность и формулируют вопросы к ней» [4]. Таким образом, потенциал качественного интервью соответствует цели исследования сложного и противоречивого феномена стигматизации.

В качестве объектов исследования были выбраны ученики шести 10-х и двух 11-х классов средней школы № 39 г. Витебска. Участие респондентов являлось полностью добровольным и допускало прерывание исследования с их стороны в любой момент. Участники были предупреждены о сохранении конфиденциальности и давали согласие на использование данных интервью в исследовательской работе и в печати с условием анонимности. Интервью проводилось в отдельном кабинете.

На *первом этапе* исследования нами были сформулированы исследовательские вопросы:

1. Как стигматизированного старшеклассника описывают окружающие?
2. Как проявляется стигматизация в старшем школьном возрасте? Какова специфика этого процесса у старшеклассников?

На *втором этапе* были проведены пилотажные интервью, обрисована схема исследования, обозначены тематические области, которых следует коснуться в интервью.

Третий этап – интервьюирование. Продолжительность интервью составляла от 35 до 90 минут. Производилась запись на диктофон для последующей расшифровки. В начале беседы экспериментатор представлялся, кратко рассказывал о своем исследовании. Уровень доверия, готовности раскрывать свои глубинные мысли и переживания у испытуемых был различным. Нашей задачей было услышать в рассуждениях старшеклассника ответы на сформулированные ранее (на втором этапе) вопросы и понять, что говорит нам о стигматизации конкретный респондент. В ходе интервью проводилась его первичная интерпретация, когда исследователь переформулировал сказанное испытуемым, уточняя и проверяя правильность своего понимания. Мы пытались добиться согласия и однозначности в понимании сказанного. Это обеспечивало также валидизацию наших интерпретаций, которая, с точки зрения методологии

постмодернизма, в первую очередь обеспечивается согласованием с субъектом исследования.

На *четвертом этапе* происходило перекодирование текста из звукового в печатный формат. В целях сохранения анонимности участников были изменены имена, фамилии, некоторые детали и обстоятельства, описываемые в интервью. Интервью было превращено в более формальный письменный текст, сохраняющий, по возможности, эмоциональный настрой, стиль речи и оттенки значений высказываний испытуемых. В итоге 44 интервью со старшеклассниками составили 117 страниц печатного текста.

Анализ интервью (*пятый этап*) проходил следующим образом. Сначала были прочитаны все расшифрованные тексты. Интересные или подходящие элементы каждого интервью копировались и вставлялись в отдельный файл. Когда таким образом были проработаны все тексты, мы получили большой список первоначальных смысловых элементов всех интервью. Затем из множества первоначальных смысловых элементов мы отсеяли те, которые отвечали прямо или косвенно на поставленные исследовательские вопросы и сгруппировали их в несколько крупных тем, или категорий. В данной статье мы рассматриваем следующие темы:

1. Как описывают отверженных и «не таких, как все».
2. Клички и стигматизация.

Затем мы обратились к приему «конденсирования смысла», предложенному А. Джорджи [5]. Были составлены таблицы, отображающие естественные смысловые единицы текстов интервью и их основное содержание. «Естественные смысловые единицы» составляли цитаты из интервью. «Основное содержание» – это доминирующая в естественных смысловых единицах тема, сформулированная как можно проще. Здесь исследователь пытался читать ответы респондента без предубеждения и определять тему высказывания с точки зрения респондента, но так, как ее понимает исследователь. Следующий шаг, в соответствии со схемой А. Джорджи, состоял в проверке смысловых единиц с точки зрения цели исследования. К содержанию смысловых единиц мы подходили через вопрос: «Что данное высказывание говорит нам о стигматизации?». На конечной стадии существенные, необходимые темы всех интервью связывались воедино в описательное утверждение. Таким образом, метод состоял в конденсации выраженных значений во все более и более сущностный смысл феномена стигматизации в старшем школьном возрасте.

Результаты и их обсуждение. Благодаря использованию приема «конденсирования смысла» мы получили семь таблиц, которые отображают различные аспекты стигматизации. В качестве примера приводим часть табл. по теме «Клички и стигматизация».

Анализ табл. показывает, что в старших классах негативное отношение выражается уже не столько кличками, сколько тоном голоса и манерой обращения. По сравнению с младшими классами кличек становится значительно меньше. Остаются в основном «необидные», «хорошие» клички, заменяющие имя человека, или клички, которые считают необидными те, кто их использует. Отсутствие клички в старших классах может быть свидетельством крайней степени игнорирования.

Элементы стигматизации выявляются при описании старшеклассниками учеников «не таких, как все» и при ответах на вопросы «Кого бы ты не выбрал(а) для совместной учебной деятельности и досуга и почему?». Определения «не такой, как все», «не такая, как все» приобретают негативный оттенок, если характеризуемый ими человек избегает общения, закрывается, если возникают подозрения в его психической неполноценности или личностной незрелости («нет своего Я»), если человек внешне неопрятен, неспортивен, если с ним тяжело договориться и положиться на него в совместной деятельности. Для описания непопулярных сверстников используют такие прилагательные, как «замкнутый», «неполноценный», «неуверенный», «неспортивный», «мягкотелый», «обычный, но...», «нормальный, но...», «не такие», «загадочный», «тихие», «скованные», «неестественный», «подделочный», «неразговорчивая», «никакой», «изоляционный», «особенный», «как взрослый», «спокойная», «философский» (*мальчик*), «отделенный», «интересный», «наглое» (*общение*), «вызывающее» (*поведение*), «убойный» (*характер*), «непредсказуемый», «непонятный», «больной». К стигматизированным старшеклассникам применяют следующие характеристики: «на своей волне», «на своем приходе», «не от мира сего», «ведет себя знатно», «держится особнячком», «не воспринимает других», «не ученик нашего класса», «психически неполноценный человек», «как дети», «по-своему воспринимает мир», «живет в своем мире», «не как все люди», «хамелеон», «поставил себя изоляционно». Такие ученики могут вызывать к себе различные чувства: жалость, интерес, неприязнь, страх и настороженность, отвращение, безразличие.

Клички и стигматизация

Естественные смысловые единицы и их основное содержание	
Естественные смысловые единицы	Основное содержание
<p>– Я хотела узнать твое мнение о кличках – обидных и необидных. Как с этим в старших классах?</p> <p>– Нет, в старших классах это не особо. Есть такие клички, но они не обидные, которые человека, может, на протяжении всей жизни так называют. Иногда не знаешь даже как человека называть, иногда даже имя его забываешь. А обидные сейчас уже не особо принимают, уже стараются их не употреблять.</p>	<p>В старших классах если и применяются клички, то в основном не обидные.</p>
<p>– То есть плохое отношение, отвержение человека не в кличках уже выражается в старших классах?</p> <p>– Ну, мне кажется, если человек тебе не нравится, можно даже его имя произнести, но с такой интонацией, что он поймет, что тебе не нравится. Здесь даже не в кличках дело.</p>	<p>Плохое отношение выражается не кличками, а интонацией.</p>
<p>...Мне кажется, это все (клички) такое дурачество, это все для младших классов, когда еще мозги не сформировались, может, от нечего делать или от того, что они хотят показать, что они лучше, или кого-то унижить, принизить, может, они поэтому дают какие-то клички, прозвища. А потом со временем это все уходит, только остается то хорошее, что прикрепляется. Люди взрослеют, больше понимают, что то же самое и к тебе могут прикрепить, и тебе же будет неприятно, обидно, будешь чувствовать себя ущемленным. И поэтому не хочешь себе такого, и других не называешь.</p>	<p>Клички используются в основном в младших классах, по глупости, для развлечения, для самоутверждения или унижения кого-то. В старших классах люди уже не стремятся обидеть, задеть, потому что сами не хотели бы к себе такого отношения. Остаются в основном хорошие клички.</p>
<p>...Они странные. Отношение к ним никакое. Есть они или нет – все равно. И кличек у них нет.</p> <p>...Обидные клички есть у тех, кого как раз замечают.</p>	<p>Некоторых одноклассников до такой степени игнорируют, что даже кличек им не дают. Если человеку дали обидную кличку – как минимум, его заметили.</p>

Старшеклассники отвергают и «слишком взрослых, серьезных» сверстников, и тех, кто ведет себя «как ребенок». Также для них непривлекательны крайности в самооценке и самопредъявлении – и те, кто имеют заниженную самооценку, «комплекс неполноценности», и те, кто ведет себя, будто он «особенный, лучше остальных», не вызывают симпатии. Прослеживаются различия в степени «закрепленности» стигмы. Если некоторым старшеклассникам, чтобы быть принятым в коллектив, нужно всего лишь стать более открытым, идти на контакт («он вроде и нормальный человек, только живет в своем мире»), то другим это будет сделать очень сложно, так как на протяжении многих лет они занимали позицию «странного, отверженного, ненормального» («она больной человек») и менять свое поведение сейчас будет уже «неуместно и стыдно». Успехи в учебе вызывают уважение и, возможно, защищают от пол-

ного отвержения и закрепления стигмы. Для того чтобы быть принятым в группе сверстников, нужно не только обладать определенными качествами (быть веселым и задорным, а не тихим и замкнутым), но и проявлять активность, защищая себя от нападков. «Новеньким», чтобы быть принятым в классе, нужно идти на контакт, больше общаться. Неприязнь к «хамелеону», «подделочному», неискреннему человеку, возможно, указывает на предпочтение таких ценностей, как искренность, прямота, открытость. Чрезмерное увлечение учебой и недостаток общения с противоположным полом также вызывают насмешки и отвержение сверстников.

Заключение. Установлено, что при изучении стигматизации у учащихся старших классов можно проследить отдельные ее компоненты. Мы наблюдали не целостный феномен стигматизации, описанный И. Гофманом и В. Мухиной, а лишь отдельные его элементы:

– имя собственное, как первый элемент структуры самосознания, не всегда подвергается депривации – негативное отношение выражается не столько обидными кличками, сколько тоном голоса и манерой обращения;

– притязания на признание депривируются через наклеивание ярлыков «не такой, как все», «не такая, как все», «на своей волне», «на своем приходе», «не от мира сего», «не ученик нашего класса», «психически неполноценный человек», «не как все люди», «неполноценный», «странный», «никакой», «непонятный», «больной» и т.п.;

– половая идентичность депривируется характеристиками «никакой пацан», «как дети»;

– психологическое время личности затрагивается, когда стигматизированных описывают фразами «как взрослый», «ей очень тяжело будет в жизни»;

– социальное пространство личности при стигматизации сужается за счет негативного социометрического статуса.

При этом стигматизированные старшеклассники не всегда имели все перечисленные компоненты стигматизации, а чаще всего – только несколько или один из них. Это позволило сделать вывод о том, что «частичность» стигматизации является спецификой данного феномена у учащихся старших классов, в отличие от криминальной молодежной среды или социума в целом [6–12].

ЛИТЕРАТУРА

1. Кабанов, М.М. Уменьшение стигматизации и дискриминации в отношении психически больных / М.М. Кабанов, А.С. Ломаченков, А.П. Коцюбинский // Социальная и клиническая психиатрия. – 1999. – № 2. – С. 23–28.
2. Goffman, E. Stigma: Notes on the management of spoiled identity / E. Goffman. – Harmondsworth, 1986.
3. Страусс, А. Основы качественного исследования: обоснованная теория, процедуры и техники / А. Страусс, Дж. Корбин; пер. с англ. и послесл. Т.С. Васильевой. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 256 с.
4. Квале, С. Исследовательское интервью / С. Квале. – М.: Смысл, 2003. – 301 с.
5. Giorgi, A. The descriptive phenomenological psychological method / A. Giorgi, B. Giorgi // P.M. Camic, J.E. Rhodes, L. Yardley (Eds.) Qualitative Research in Psychology: Expanding Perspectives in Methodology and Design. – Washington D.C.: American Psychological Association, 2003. – P. 243–273.
6. Арбитайло, А.М. Этнические предрассудки и возможности юмора для их преодоления: автореф. ... дис. канд. психол. наук / А.М. Арбитайло. – М., 2008.
7. Смирнова, Ю.С. Социально-психологический анализ феномена предрассудков к стигматизированным группам: дис. ... канд. психол. наук: 19.00.01 / Ю.С. Смирнова; Белорус. гос. пед. ун-т. – Минск, 2005.
8. Ениколопов, С.Н. Направления исследования предрассудочности в западной психологии межгрупповых отношений / С.Н. Ениколопов, Н.В. Мешкова // Вопросы психологии. – 2007. – № 1. – С. 148–159.
9. Мухина, В.С. Инициации подростков во временных объединениях как условие личностного роста и стигматизация личности в подростковой среде / В.С. Мухина // Развитие личности. – 2000. – № 3–4. – С. 157–190.
10. Соколова, Л.В. Дегерсонализация и стигматизация личности в подростковой среде: дис. ... канд. психол. наук / Л.В. Соколова. – М.: РГБ, 2003.
11. Giorgi, A. The theory, practice and evaluation of the phenomenological method as a qualitative research procedure / A. Giorgi // Journal of Phenomenological Psychology. – 1997. – № 28. – P. 235–260.
12. The Dilemma of Difference. A Multidisciplinary View of Stigma / Ed. by S.C. Ainsley, G. Becker and L.M. Coleman. – N. Y. and London: Plenum Press, 1986.

Поступила в редакцию 27.03.2012. Принята в печать 14.06.2012
 Адрес для корреспонденции: e-mail: psihologii.kafedra@yandex – Богомаз С.Л.

Психолого-педагогические конструкты профессиональной модели игрока-теннисиста

А.В. Железнов

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

Основной целью многолетней подготовки представителей игровых видов спорта является выявление индивидуальной динамики становления спортивного мастерства, развитие и стабилизация профессионально важных качеств и способностей, обеспечивающих в конечном итоге надежность и успешность выступлений на ответственных соревнованиях. На современном этапе развития настольного тенниса, в условиях, когда физическая, технико-тактическая подготовленность спортсменов высшей квалификации достигла примерно одного уровня, результат спортивного поединка все чаще определяется психологическими факторами. Отсюда все более актуальными становятся проблемы создания профессиональной психолого-педагогической модели спортсмена. Решение этих вопросов позволит спроектировать характеристику-эталон игрока-теннисиста.

В статье представлены эмпирические материалы модели личности спортсмена-теннисиста, которая рассматривается как комплекс качеств личности, способствующий оптимизации профессиональной деятельности спортсмена. Выявлены и охарактеризованы три содержательных конструкта модели – мотивационный, интеллектуальный, эмоциональный.

Ключевые слова: профессиональная модель, личность, спортсмен, теннисист, профессиограмма.

Psychological and educational constructions of the professional model of the tennis player

A.V. Zheleznov

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

Main objective of long-term training of representatives of game sports is identification of individual dynamics of sports skill, development and stabilization of professionally significant qualities and abilities, which finally provide reliability and success of performances at important competitions. At the present stage of the development of table tennis, in conditions when physical, technical and tactical readiness of top skill athletes has reached approximately one level, the result of a sports duel is often conditioned by psychological factors. Hence more and more significant are the problems of the creation of professional model of the athlete that will allow designing the psychological characteristic – a standard of the tennis player.

In the article empirical materials of the model of the personality of the tennis player which is considered as a complex of qualities of the personality, promoting the strengthened professional activity of the athlete are presented. Three substantial constructions of the model are revealed and characterized – the motivational, the intellectual and the emotional.

Key words: professional model, personality, athlete, tennis player, profession picture.

Модели личности спортсмена создаются для того, чтобы представить тот комплекс качеств личности, который способствует успешности профессиональной деятельности. В соответствии с такой схемой на практике осуществляются многоэтапный отбор спортсменов и их многолетняя подготовка. Предлагаемые нами психолого-педагогические конструкты модели игрока в настольном теннисе состоят из трех блоков: мотивационного, интеллектуального и эмоционального. Структура психологической модели представляет собой комплекс профессионально важных качеств теннисиста.

В мотивационном блоке основным является профессионально важное качество мотивации достижения. Оно начинается с интереса к игре как таковой и к настольному теннису конкретно, а заканчивается осознанием огромной ответственности выступления за свою команду,

город, регион, страну. На каждом этапе спортивной подготовки спортсменов руководствуется целым комплексом мотивов достижения успеха, но какой-то мотив в определенный момент является ведущим. Тренер должен знать этот мотив, и опираясь на него, поднимать для спортсмена желанную планку достижений, и делать это на протяжении всей его спортивной жизни по иерархической цепочке мотивов «хочу» – «могу» – «должен».

Конструкт блока игрового интеллекта является ядром психологической модели игрока в настольный теннис. Наши исследования выявили, что игровой интеллект как умение быстро и качественно перерабатывать информацию является первоочередной предпосылкой успеха в настольном теннисе. Первые два структурных элемента профессионально важного качества игрового интеллекта – сенсомоторный и перцептивный – характеризуют способность игрока к быст-

рому реагированию и наличию у него так называемого «чувства мяча». Все игроки высокого класса обладают ярко выраженными качествами реакции и чувства мяча, которые являются сплавом природных задатков и приобретенного опыта.

Следующие два компонента структуры игрового интеллекта – мнемический и мыслительный – характеризуют умение спортсмена ориентироваться в игровой ситуации, выделять в ней главное, быстро и правильно принимать технико-тактические решения. Таким образом, с повышением квалификации игрок от умения ориентироваться в непосредственной ситуации переходит к умению видеть на ход вперед, а затем и к вероятностному прогнозированию развития игровой ситуации на много ходов вперед. Игровой интеллект предполагает умение мыслить творчески, нестандартно.

Эмоциональная устойчивость как способность противостоять психическим сбивающим факторам соревнований является важнейшей составной характеристикой мастерства. Она может быть по форме моторной – как устойчивость выполнения технико-тактических приемов в стрессовых условиях соревнований, сенсорной – как способность «видеть поле» в сложной игровой ситуации, интеллектуальной – как умение навязывать свою тактику при жестком противодействии соперника.

В то же время наши исследования показали, что, к сожалению, даже ведущие теннисисты Витебского региона обладают низкой эмоциональной устойчивостью. Как свидетельствует наша практическая деятельность, для ее повышения нужны специальные мероприятия. Во-первых, это начальный отбор для занятий настольным теннисом игроков с сильной и уравновешенной нервной системой, которая является физиологической основой эмоциональной устойчивости. Во-вторых, нужно постепенно адаптировать игроков к сложным соревновательным условиям. И, наконец, необходимо целенаправленно мобилизовать личность спортсмена, что достигается путем психологического тренинга.

Наличие психолого-педагогических конструкций профессиональной модели позволяет спроектировать тот оптимальный комплекс профессионально важных качеств, который обеспечит постоянный профессиональный рост спортсмена и позволит ему добиться успехов в спортивной карьере.

Целью данной статьи является эмпирическое исследование психолого-педагогических кон-

структов профессиональной модели игроков-теннисистов.

Материал и методы. Материалом исследования послужил многолетний опыт работы автора со студентами ФФК и С УО «ВГУ им. П.М. Машерова», а также со спортивными командами Витебского региона по настольному теннису. Использованы методы моделирования, шкала мотивации Маслоу, шкала лидерства, цветовой тест Люшера, тепинг-тест, кольца Ландольта, тест Кеттела. Способность точно дифференцировать мышечное напряжение измерялось с использованием киномометра, способность точно распределять мышечное напряжение измерялось с помощью динамометра.

Результаты и их обсуждение. Настольный теннис представляет собой сложнокоординированную деятельность в вариативных ситуациях. Неопределенность условий игровой деятельности ограничена жестким лимитом времени и малой информативностью действий соперника, что представляет сложность технико-тактических задач, непрерывно решаемых спортсменом в течение встречи. Специфическая структура настольного тенниса характеризуется тем, что каждая ситуация перед новым обменом ударами воспринимается как предстартовое состояние, способное оказывать мощное стрессогенное воздействие на организм спортсмена. Состязательная игра протекает в условиях постоянного соперничества, оперативного разгадывания замыслов противника при отыгрывании каждого отдельного мяча. В поединках спортсменов-профессионалов нет и не может быть длительного обмена ударами. Этот процесс носит сложный конфликтный характер и отличается большим психологическим напряжением.

Современный уровень спортивных достижений настольно высок, что правомерно встает вопрос о пределе человеческих возможностей, обуславливающих эти достижения. В условиях, когда физическая, техническая и тактическая подготовленность спортсменов высшей квалификации достигла примерно одинакового уровня, результат спортивного поединка часто определяется психологическими факторами. Как показывает наше исследование в настольном теннисе, выравнивание технико-тактической, физической подготовленности спортсменов выражается в значительной динамике соотношения в счете в течение партии, эмоциональной и психической напряженности, остроконфликтном характере игры, где до конца розыгрыша очка каждый из соперников имеет возможность коренным образом изменить

направленность и содержание борьбы. Указанные условия предъявляют серьезные требования к эмоциональной устойчивости спортсмена, возможностям высокой работоспособности, оперативному приему, анализу информации, принятию к исполнению решения, что в комплексе определяет надежность стабилизации игровой деятельности.

В настольном теннисе, где техника и успех неразрывно связаны, а тактика является главенствующей составляющей, уровень и содержание психической деятельности определяют в первую очередь профессиональные качества спортсмена-теннисиста.

Подходы к составлению нами психогаммы основываются на учете структуры профессионально важных качеств, что в свою очередь предусматривает применение системного подхода, связывающего различные психологические явления в единое целое.

1. Мотивационная сфера личности спортсмена составляет первый блок структуры профессионально важных качеств игрока. По определению С.Л. Рубинштейна, любую деятельность определяют мотивы как динамические тенденции, причем в игре мотив перемещается на саму деятельность. Поэтому выявление мотивации является первоочередной задачей исследования. Она определяется как блок мотивов достижения высоких спортивных результатов. Он включает в себя такие структурные элементы, как интерес к игре, уровень притязаний, стремление к лидерству.

2. Второй основной блок структуры профессионально важных качеств образуют составляющие интеллекта спортсмена-игрока. В спортивных играх интеллект спортсмена приобретает решающее значение для успеха в состязаниях. Интеллектуальный блок в структуре профессионально важных качеств спортсмена-игрока определяется нами как сфера оперативного интеллекта, т. к. мыслительные способности в данном случае реализуются непосредственно в процессе игровой деятельности.

3. Третий блок образуют составляющие эмоциональной устойчивости, которая выступает как способность к сохранению профессиональной работоспособности в условиях эмоциональных воздействий. Ее роль в успешности спортивной деятельности в условиях соревнований, по мнению спортивных психологов и педагогов, является решающей. Характеристика эмоциональной устойчивости включает следующие аспекты: моторная, сенсорная, интеллектуальная. На основании выявленной структуры профессионально

важных качеств спортсмена-игрока нами составлена психогамма его деятельности на примере настольного тенниса.

Мотивация достижения. Для ее измерения использовались: шкала мотивации Маслоу, шкала лидерства (Леевик, Серова), цветовой тест Люшера (8-цветный). При сравнении трех групп спортсменов различной квалификации (новичок, КМС, МС) выявлено, что наиболее высокий уровень мотивации достижения обнаружен у группы мастеров спорта. У КМС он несколько понижается, что соответствует закону Йеркса–Додсона.

Оперативный интеллект. Сенсорный аспект изучался с помощью электрорефлексометра, теппинг-теста, оценки величины пространственных отрезков. Игроки в настольный теннис показывают высокий уровень простой реакции ($x = 0,228 \pm 0,004$), сложной реакции ($x = 0,271 \pm 0,14$), а также высокий уровень быстроты движений и точности усилий. Высокий уровень сенсомоторики обеспечивается подвижностью и лабильностью нервной системы теннисистов. Перцептивный аспект интеллекта изучался с помощью черно-красных таблиц, колец Ландольта, хронометрирования игровой деятельности. Выявлено, что на перцептивные процессы теннисист в игре в среднем затрачивает 0,3–0,4 секунды, что требует высокой скорости переработки информации. Тесты подтвердили высокий уровень переработки информации у игроков в настольный теннис. Мнемический компонент интеллекта изучался с применением тестов «слова», «числа», «фигуры». У игроков в настольный теннис особенно развита зрительная память. Из 9 фигур, предъявляемых в течение 30 секунд, запоминание в среднем $8,53 \pm 0,13$ фигуры. Мыслительный компонент, или интеллект в узком смысле, изучался по тестам Кеттелла, Равенна. Теннисисты показали общий интеллект выше среднего уровня (по шкале Равенна – $108,1 \pm 4,1$ балла), что соответствует оценке «нормальный, высокий, средний интеллект». Результаты наших исследований согласуются с данными других авторов [1–12].

Эмоциональная устойчивость оценивалась по тестам Кеттелла и Люшера. Установлено, что эмоциональная устойчивость у игроков в настольный теннис находится на низком уровне, что не соответствует требованиям, предъявляемым к профессиональным качествам.

Объективные показатели соревновательной деятельности дают представление об эффектив-

ности отдельных технико-тактических действий теннисистов. Однако в условиях напряженной соревновательной борьбы этот фактор будет во многом зависеть от личностных особенностей спортсменов, которые проявляются опосредованно через механизмы психической регуляции соревновательной деятельности.

По нашему мнению, подтвержденному эмпирическими исследованиями, игра в настольный теннис предъявляет ряд существенных требований к личности спортсмена – высокий моральный уровень, чувство долга – факторы, которые характеризуют взаимосвязь мотивации достижения с деловой мотивацией, непосредственно соединяют волевые качества с мотивами деятельности – склонность к соперничеству, ориентированность на успех с высокой самооценкой обусловлены тем, что реализация принципа активной игры как определяющая черта эффективности теннисиста делает необходимыми высокий уровень состязательности, постоянный поиск путей захвата инициативы, создание конфликтной ситуации с неременной ориентацией на успех. Лидерство, доминанция – волевое и коммуникативное качество, формирование которого концентрированно отражает современные тенденции развития настольного тенниса, требующие проявления активности, инициативы, настойчивости, уверенности в себе, а также самостоятельности и непреклонной решимости в борьбе с соперником любого ранга.

Вышеперечисленные особенности личности спортсменов определяют высокую активность теннисистов, их стремление к захвату инициативы, ориентацию на успех деятельности с высокой самооценкой, доминирование в тактическом и психологическом отношениях, что необходимо для эффективного завершения конкретной ситуации единоборства.

Наряду с отмеченными положительными деятельностными особенностями высококвалифицированных теннисистов наши исследования указывают и на отрицательные стороны их деятельности, которые являются результатом влияния определенных особенностей личности. Экспрессивность, излишнее беспокойство негативно сказываются на динамике результативности технико-тактических действий, активности, стабильности игры. Наличие у спортсменов таких особенностей личности, как нерешительность, неуверенность в себе, часто определяют неоправданную потерю инициативы, неспособность в экстремальной ситуации играть оригинально, эффективно воплощать тактические замыслы.

Нами рассмотрен через эмпирические исследования механизм психической регуляции эф-

фективных спортсменов в условиях, моделирующих соревновательную деятельность, а также в тренировочной и соревновательной деятельности, что позволяет утверждать:

- спортсменам, деятельность которых эффективна, присущ реализм, проявленный в процессе постановки перспективной цели с адекватной социальной нормой характера;

- эффективные спортсмены способны гибко изменять уровень цели, если последняя не реализуется, что свидетельствует о выраженном в процессе игровой деятельности качестве быстро перестраивать тактику спортивной борьбы в случае ее несоответствия конкретным задачам единоборства и как следствие – низкой эффективности. Это проявляется, в частности, в том, что так называемый «показатель настойчивости» оказывается относительно невысоким;

- самооценка спортсменом состояния готовности к решению трудных двигательных задач характеризуется высокой критичностью. Завышенные самооценки готовности неблагоприятно влияют на эффективность деятельности.

Вышеназванные аспекты психической регуляции деятельности обеспечивают проявление спортсменами выраженной способности к мобилизации психомоторных функций в наиболее трудных, экстремальных условиях. Спортсменов с эффективным протеканием деятельности отличает умение целесообразно управлять динамикой спортивной формы по мере приближения к главному соревнованию сезона.

Можно утверждать, что на современном этапе развития настольного тенниса ведущим компонентом спортивного мастерства становится психолого-педагогическая подготовленность спортсмена, понимаемая нами как комплексное воспитание и формирование спортсмена-теннисиста, обладающего необходимыми качествами бойца, способного успешно преодолевать внешние и внутренние трудности на пути к победе.

Результаты нашего эмпирического исследования показали, что игра в настольный теннис предъявляет ряд существенных требований к личности теннисиста. Все эти требования рассматриваются с разных сторон, раскрывающих системный подход к структуре профессионально важных качеств высококвалифицированного теннисиста.

Первый блок затрагивает мотивационную сферу теннисиста, в связи с этим необходимо наличие таких черт, как высокий моральный уровень, чувство долга, стремление к лидерству, интерес к игре, ориентированность на успех с высокой самооценкой.

Второй блок затрагивает составляющие интеллекта теннисиста. Интеллектуальный блок определяется как сфера оперативного интеллекта; теннисисты обладают общим интеллектом выше среднего уровня, что соответствует оценке «нормальный, высокий, средний интеллект». Требование к теннисисту выражается в наличии таких качеств, как проницательность, гибкий, точный ум.

Конструкт интеллектуального блока:

– теоретическая подготовка создает сознательное, а не механическое подражание (отношение) к освоению приемов;

– игровой интеллект – сенсомоторный и перцептивный компоненты характеризуют способность игрока к быстрому реагированию, наличию творческого нестандартного мышления, прогнозированию–предугадыванию, выбору и реализации решений;

– кинестезическая чувствительность, лежащая, в том числе с проприоцептивной чувствительностью, в основе так называемого «чувства мяча и ракетки», – важнейший фактор точности движений, которые являются сплавом природных задатков и приобретенного опыта; способность точно дозировать мышечное напряжение и быстро реагировать на зрительные сигналы при сознательном совершении движений.

Третий блок образуют составляющие эмоциональной устойчивости. Требования к личности: эмоционально-волевое качество, экстраверсия, контактность, общительность. Коллегиальность, приверженность интересам, ценностям и идеалам спортивного коллектива важны в настольном теннисе как в командно-индивидуальном виде спорта.

Конструкт эмоционального блока:

– сильная и уравновешенная нервная система, являющаяся физиологической основой эмоциональной устойчивости (типологические особенности нервной системы, психомоторные качества);

– морфологические признаки: длина тела, длина рук, ног, стопы, кисти; масса тела;

– функциональные возможности: состояние ЦНС, зрительного и двигательного анализаторов, нервно-мышечного аппарата, сердечно-сосудистой и дыхательной систем организма;

– волевые качества (решительность, настойчивость, целеустремленность);

– эмоциональная устойчивость (моторная, сенсорная), высокая интенсивность концентрации внимания; способность удерживать ее на высоком уровне во время всего матча.

Эмоциональная устойчивость как способность противостоять психическим сбивающим факторам соревнований (моторная), способ-

ность «видеть» в сложной игровой ситуации (сенсорная), интеллектуальная – умение навязывать свою тактику при жестком противодействии соперника.

Оптимальное модельное состояние теннисиста характеризуется следующими проявлениями: уверенностью в своих силах, энергичностью, хладнокровием, оптимизмом, раскрепощенностью, обостренностью всех чувств, автоматизмом действий, концентрацией внимания, эмоциональным контролем.

Заключение. Таким образом, наше исследование подтверждает, что имеются разные благоприятные и неблагоприятные психические состояния, которые испытывает спортсмен в соревновательной деятельности, но почти все работы, имеющиеся в нашем распоряжении, не дают конкретных указаний и советов о том, как устранять влияние неблагоприятных эмоциональных переживаний на ход соревновательной борьбы.

В настоящее время признанного концептуального понимания проблемы профессиональной модели спортсмена-игрока не сформировано, что позволяет говорить об актуальности проведения эмпирических исследований в области профессиографии. Наличие психологической модели позволит спроектировать тот оптимальный комплекс профессионально важных качеств, который обеспечит постоянный профессиональный рост спортсмена и позволит ему добиться успехов в спортивной карьере.

ЛИТЕРАТУРА

1. Байгулов, Ю.П. Настольный теннис. Вчера, сегодня, завтра / Ю.П. Байгулов. – М.: Физкультура и спорт, 2000. – 86 с.
2. Барчукова, Г.В. Анализ соревновательной деятельности в настольном теннисе / Г.В. Барчукова // Теория и практика физической культуры. – 1982. – № 5. – С. 18–21.
3. Барчукова, Г.В. Ключ к успеху / Г.В. Барчукова, Г. Захаров // Спортивные игры. – 1985. – № 11. – С. 27.
4. Белиц-Гейман, С.П. Анализ и оценка соревновательной деятельности теннисиста / С.П. Белиц-Гейман // Теннис: сборник. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – С. 5–8.
5. Ильин, Е.П. Теория функциональных систем в физиологии и психологии / Е.П. Ильин. – М.: Наука, 1978. – 212 с.
6. Маришук, В.Л. Информационные аспекты управления спортсменом / В.Л. Маришук, Л.К. Серова. – М., 1983. – 68 с.
7. Матьшин, О.В. Подготовка высококвалифицированных спортсменов в настольном теннисе с учетом индивидуальных психологических особенностей личности и деятельности: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / О.В. Матьшин. – М., 1990. – 145 л.
8. Орман, Л. Современный настольный теннис: пер. с венг. / Л. Орман; предисл. Л.С. Макарова. – М.: Физкультура и спорт, 1985. – 175 с.
9. Плахтиенко, В.А. Надежность в спорте / В.А. Плахтиенко, Ю.М. Блудов. – Минск: Физкультура и спорт, 1983. – 176 с.
10. Психология спорта: хрестоматия / сост.-ред. А.Е. Тарас. – М.: АСТ; Минск: Харвест, 2005. – 352 с.
11. Родионов, А.В. Психология физического воспитания и спорта: учеб. для вузов / А.В. Родионов. – М.: Академический проект: Фонд «Мир», 2004. – 576 с.
12. Серова, Л.К. Психограмма личности спортсмена-игрока / Л.К. Серова // Вестник БПА. – 1996. – Вып. 6. – С. 67–70.

Поступила в редакцию 26.04.2012. Принята в печать 14.06.2012
Адрес для корреспонденции: 210032, г. Витебск, ул. Чкалова, д. 28, корп. 1, кв. 88 – Железнов А.В.

Неформальное образование в современном образовательном пространстве

Р.В. Загорулько*, З.С. Кунцевич**

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

**Учреждение образования «Витебский государственный медицинский университет»

Употребление термина «образование» связано с различными аспектами его содержания. С конца XX века оно выступает родовым понятием по отношению к воспитанию и обучению и характеризует разнообразие типов, моделей, видов образовательных практик. По степени организованности в мировой образовательной практике выделены формальное, неформальное и информальное образование. В статье прослежены история возникновения и развития неформального образования, специфика понимания его в разных странах. Проведен сопоставительно-сравнительный анализ отличительных особенностей формального и неформального образования. Раскрыты основные принципы неформального образования: добровольность участия, доступность, удовлетворение актуальных потребностей, вариативность и гибкость программ, практикоориентированная направленность содержания, ориентация на фактический результат и др. Рассмотрены характеристики содержания, форм, методов формального и неформального образования. Выделены основные группы субъектов, динамично развивающиеся сегменты неформального образования. Выявлены возможные способы сотрудничества между рассматриваемыми видами образования.

Ключевые слова: образование, модели образования, образовательная деятельность, формальное образование, неформальное образование, информальное образование, дополнительное образование.

Non formal education in contemporary education space

R.V. Zagorulko*, Z.S. Kuntsevich**

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

**Educational establishment «Vitebsk State Medical University»

The use of the term education is connected with different aspects of its content. Since the late XX century it is a family notion in connection to upbringing and teaching and characterizes the variety of types, models and kinds of education practices. According to the organization in the world education practice formal, non formal and informal education types are singled out. The article traces the history of the appearance and development of non formal education, specificity of understanding it in different countries. Comparative analysis of the distinctive features of formal and non formal education is made. Main principles of non formal education are revealed: voluntary participation, accessibility, meeting urgent demands, variability and flexibility of curricula, practice oriented direction of the content, orientation on factual result etc. Characteristics of the content, forms, and methods of formal and non formal education are considered. Main groups of subjects, dynamically developing segments of non formal education are singled out. Possible ways of cooperation between the considered types of education are pointed out.

Key words: education, education models, education activity, formal education, non formal education, informal education, additional education.

Современное мировое образовательное пространство объединяет образовательные системы различного типа и уровня, различающиеся по философским и культурным традициям, своеобразию целей и задач, качественному состоянию.

В связи с этим актуализируются задача соотношения терминологического аппарата, определение соответствия между отдельными компонентами образовательных процессов и образовательными процессами. Так, например, возникший в Древней Греции и широко распространенный в отечественной науке и практике термин «педагогика» принят в немецкоязычных, франкоязычных, восточноевропейских странах. Предметом «педагогики» при этом выступает образование как реальный целостный процесс, целенаправленно организуемый в специальных социальных институтах. В англоязычной традиции вместо него употребляется дефиниция «наука (или науки) об образова-

нии», что, по сути, не меняет предмета исследования и изучения.

Термин «модуль» в европейской системе взаимозачета кредитов (зачетных единиц обучения) – это скорее дисциплина учебного плана, структурный элемент обучения, обеспечивающий заданные компетенции, гибкий по методам обучения, темпу учебно-познавательной деятельности и вариативный по содержанию. При этом выделяются такие циклы модулей: основные, поддерживающие, специализированные, переносимые и т.д. Циклы модулей, по сути, близки в нашей практике к блокам учебных дисциплин: общепрофессиональный, социально-гуманитарный, специальный. Модуль в отечественной образовательной практике трактуется как логически завершенная часть учебного материала, целевой функциональный узел, в котором содержание соединено с технологией его усвоения и контролем знаний и умений учащихся.

Подобная ситуация понятийного расхождения прослеживается и с термином «неформальное образование», широко востребованным в мировой образовательной практике и недостаточно используемым у нас. Ценен также и зарубежный опыт неформального образования, его тенденции.

Цель исследования – выявление истоков, сущности и специфики, места и перспектив неформального образования в современном образовательном пространстве.

Материал и методы. Материалом исследования послужили работы зарубежных и отечественных исследователей теории и практики образования, в которых рассмотрены типы, виды образования, их роль и специфика. Использовались методы сравнительно-сопоставительного и системно-комплексного анализа научной литературы, терминологические и логические, генетический, структурный и системный методы.

Результаты и их обсуждение. Как явление социальной жизни, как механизм передачи и усвоения социального и профессионального опыта от поколения к поколению, образование сопровождало развитие человечества на протяжении всей истории.

Как понятие, термин «образование» впервые упоминается в XVIII в. в педагогических статьях Н.И. Новикова. Продолжительное время он употребляется как синоним воспитания, позже обособляется, приобретает свое специфическое значение, включает в себя процесс овладения изучаемым материалом (обучение) и его воспитательно-формирующее влияние на личность, подчеркивая их взаимосвязь и единство.

Примерно с середины XIX и до конца XX в. образование трактуется как более узкое понятие по отношению к воспитанию. При этом выделяются различные аспекты его содержания:

- единый процесс физического и духовного формирования личности, процесс социализации, сознательно ориентированный на некоторые идеальные образцы, на исторически обусловленные, более или менее четко зафиксированные в общественном сознании социальные эталоны (*образование как процесс*);
- совокупность систематизированных знаний, умений и навыков, взглядов и убеждений, а также определенный уровень развития познавательных сил и практической подготовки, достигнутые в результате учебно-воспитательной работы (в широком плане практическое владение человеком определенным запасом общественно полезных знаний) (*образование как необходимая и важнейшая составляющая личности*);
- относительно самостоятельная система, функцией которой являются обучение и воспи-

тание членов общества, ориентированные на овладение определенными знаниями (прежде всего научными), идейно-нравственными ценностями, умениями, навыками, нормами поведения (*образование как социальное явление*).

Во второй половине 90-х годов XX века стало распространяться мнение, что образование – это родовое понятие по отношению к воспитанию и обучению. Обучение – это процесс усвоения содержания образования под руководством педагогов, а воспитание – это воспитательная работа, обеспечивающая целенаправленное формирование положительных личностных качеств. Вместе обучение и воспитание составляют образование как формирование образа человека, гражданина, личности в соответствии с общественным идеалом.

История развития цивилизации, по мнению Г.М. Коджаспировой, выдвинула следующие типы образования: мифологический (в древних обществах), схоластический (в средневековой Европе), просветительский (с XVII в.) и разнообразие типов, моделей, видов образования с XX века. Основными образовательными моделями при этом являются государственно-ведомственная организация, когда система образования организовывается и контролируется государством, и неинституциональные модели с организацией образования вне социальных институтов (на природе, в интернете и т.п.).

Заслуживает внимания также деление сферы образования на виды образования: по характеру знаний – биологическое, филологическое, экономическое и т.п.; по виду доминирующего содержания – теоретическое, гуманитарное и т.п.; по виду деятельности – музыкальное, педагогическое и т.п.; по типу освоения культурных ценностей – классическое, религиозное и т.п.; по масштабу освоения культурных ценностей – национальное, отечественное, европейское, международное, глобальное и т.п.; по типу образовательной системы – универсальное, академическое, гимназическое и т.п.; по сословному признаку – элитное, массовое.

В настоящее время в мировой образовательной практике в зависимости от степени организованности выделяют области – *формальное, неформальное и информальное* образование. Данные области являются близкими к предложенным выше вариантам моделей, так как формальное образование представлено образовательной практикой в школах, колледжах, университетах и других учебных заведениях. Неформальное образование – это любая, организованная вне формального образования дея-

тельность, дополняющая формальное образование. Информальное образование трактуется как приобретение знаний, умений и навыков в процессе жизнедеятельности. Каждая из рассматриваемых областей обладает своей спецификой, местом и ролью в жизни человека и социума [1–2].

История развития неформального образования связывается с международной конференцией 1967 г. в Уильямсберге (США), во время которой были изложены идеи, послужившие основой широкоизвестного анализа возрастающего «мирового кризиса в сфере образования». Высказывалась обеспокоенность несовершенными программами; осознавалось, что образовательный и экономический рост не всегда совпадают в темпах развития, ряд стран сталкивается с трудностями финансирования формального образования.

Был сделан вывод о медленной адаптации официальных систем образования к социально-экономическим изменениям, о сдерживании их развития не только собственным консерватизмом, но и инерцией самих обществ. Именно с этой отправной точки стратеги и экономисты Всемирного банка стали делать различие между информальным, неформальным и формальным образованием. Данная трехсторонняя категоризация образования исходила прежде всего из работ Кумбса и Ахмеда.

Признанная в мировой практике терминология относит к *формальному образованию* организацию обучения, отвечающую следующим требованиям:

- приобретение обучающимися образования в специально предназначенных для обучения учреждениях;
- осуществление обучения специально подготовленным персоналом;
- завершение успешного обучения общепризнанным документом об образовании;
- систематическое овладение систематизированными знаниями, умениями, навыками, личностными качествами и ценностными ориентациями;
- целенаправленная деятельность обучающихся [3].

Государственная образовательная политика в соответствии с Кодексом Республики Беларусь «Об образовании» основывается на принципах приоритета общечеловеческих ценностей, прав человека, гуманистического характера образования; доступности дошкольного, профессионально-технического и на конкурсной основе среднего специального и высшего образования; преемственности и непрерывности

уровней и ступеней образования; светского характера образования; государственно-общественного характера его управления и др.

Но система формального образования, представленная традиционной образовательной практикой в школах, колледжах, университетах и других учебных заведениях, зачастую оказывается недостаточной. Восполнить этот пробел по силам неформальному образованию.

Определение неформального образования содержат в себе документы Совета Европы. В проекте «Европейский центр знаний о молодежи» специалисты Совета Европы совместно с Еврокомиссией определили *неформальное образование* как любую организованную вне формального образования образовательную деятельность, дополняющую формальное образование.

В большинстве стран имеется своя специфика понимания неформального образования. Например, в Германии образование в стиле «неформат» – своеобразное образование для взрослых, а в Канаде под этим термином имеют любое образование, не входящее в систему образования, которое спонсируется государством. Неформальное образование позволяет человеку на определенном возрастном этапе получить необходимые ему знания.

Неформальное образование объединяет все образовательные инициативы, реализуемые вне стен традиционной системы образования. Обучение может проводиться как по сертифицированным программам, дающим право на получение дипломов и сертификатов общепризнанного образца, так и по несертифицированным. К неформальной образовательной деятельности относится широкий круг инициатив: всевозможные семинары, курсы, тренинги, предлагаемые и проводимые на базе учреждений образования, частных фирм и государственных учреждений, репетиторство и т.д.

Целью подобного обучения может быть гражданское, правовое, гендерное, экологическое образование, освоение компьютерной грамотности, изучение языков и др.

Описывая взаимосвязь между формальным и неформальным обучением, используют метафору кирпича и раствора. Формальное обучение – это кирпичи, из которых складывается мост к персональному росту. Неформальное обучение – это раствор, содействующий укреплению и развитию формального обучения. При этом подразумевается, что неформальное обучение не заменяет формальное, а является механизмом, обеспечивающим эффективное развитие.

Тони О'Дрисколл пропозит следующую диа- грамму неформального/формального обучения:



Таблица

Идеальные модели формального и неформального образования (по Т. Симкинсу)

Системные характеристики обучения	Образование	
	Формальное	Неформальное
Цели	Долговременные и более общие	Кратковременные и специфические
	Получение официально признаваемых документов об образовании	Получение этих документов не предполагается
Время	Длительный цикл, полный день	Короткий цикл, неполный день
Содержание	Стандартизировано, ориентировано на основные положения учебного материала	Индивидуализировано, ориентировано на результаты
	Академическое	Практическое
	Жестко структурированное	Гибкое, личностно ориентированное
	Входные требования определяют контингент обучающихся	Обучающиеся определяют входные требования
Место	В учреждениях образования, не ориентировано на близость от места жительства	Ориентировано на близость от места жительства
Ресурсозатратность	Ресурсозатратно	Ресурсосберегающе
Контроль	Внешний/иерархический	Самоуправление/демократический

Начинающие ученики нуждаются в формальном обучении. Попросту говоря, у них нет «кирпичей» и «раствору» нечего связывать. По мере того как ученики повышают свою компетентность, они все больше тяготеют к методам неформального обучения.

Информальное образование – приобретение знаний, умений и навыков в процессе жизнедеятельности без целенаправленного обучения: в общении с окружающей социальной средой и

путем индивидуального приобщения к культурным ценностям.

Порой трудно провести границу между этими видами образования. По сути неформальным образованием является дополнительное образование, направленное на расширение возможностей в интеллектуальном, эстетическом, нравственном и физическом развитии личности при получении основного образования, углублении профессиональной компетентности, а также на ре-

шение задач кадрового обеспечения всех сфер социально-экономической деятельности. Дополнительное образование может осуществляться на всех уровнях основного образования, а также включает внешкольное воспитание и обучение, повышение квалификации и переподготовку кадров [4].

Идеальные модели формального и неформального образования (по Т. Симкинсу) представлена в таблице.

Среди основных принципов неформального образования выделяют добровольность участия, доступность, удовлетворение актуальных потребностей, вариативность и гибкость программ, практикоориентированную направленность содержания, ориентацию на фактический результат (направленность на точную, свободно избранную цель, учитывающую социальный контекст), компетентностный подход (преимущество компетенций в отношении поведения и активного участия в жизни).

Специфика содержания формального и неформального образования определяется различием в их целях и задачах. Так, например, цель формального образования – сформировать систему базовых знаний личности, неформального – удовлетворить интерес к какой-либо отдельной области.

Поэтому содержание формального образования носит комплексный характер, направлено на формирование базовой культуры личности (общее среднее), подготовку к выполнению профессиональных функций (специалистов). В нем выделяется обязательный минимум содержания основных образовательных программ, который обеспечивает преемственность ступеней образования и учебных предметов, предоставляет обучающимся возможность успешно продолжать образование на последующих ступенях (уровнях) образования [5].

Неформальное образование решает отдельные, частные задачи, хотя не менее значимые в жизни человека, отличается добровольностью участия. Так, дополнительное образование для школьников в соответствии с Концепцией модернизации российской системы образования направлено на развитие их склонностей, способностей и интересов, социальное и профессиональное самоопределение, сосредоточено на создании условий для свободного выбора каждым ребенком образовательной области, профиля программы и времени ее освоения; на многообразии видов деятельности, удовлетворяющих различные интересы [6]. Наиболее распространенными, приоритетными направлениями дополнительного образования в настоящее

время являются: предметное, научно-техническое, эколого-биологическое, туристско-краеведческое, спортивно-техническое, культурологическое, социально-педагогическое, художественно-эстетическое, физкультурно-спортивное, естественнонаучное, военнопатриотическое и др. Педагогическими работниками для своей деятельности могут использоваться примерные образовательные программы разных уровней и направленности, рекомендованные государственными органами управления образованием, или разрабатываться авторские программы в соответствии с собственными профессиональными интересами и творческими способностями. Авторские программы утверждаются педагогическим или методическим советом учреждения.

Дополнительное профессиональное образование реализуется в целях всестороннего удовлетворения образовательных потребностей граждан, общества, государства и направлено на непрерывное повышение квалификации рабочего, служащего, специалиста. Наиболее распространенными программами дополнительного профессионального образования являются:

- повышение квалификации – краткосрочные программы, имеющие своей целью расширение знаний специалиста в одной конкретной области (краткосрочные семинары и различные тренинги);
- профессиональная переподготовка – программы средней продолжительности, направленные на комплексное углубление знаний специалиста в рамках профессии или направления профессиональной деятельности;
- дополнительное образование – программы средней и длительной подготовки, направленные на освоение специалистом новых сфер деятельности (подобные программы дают возможность смены сферы деятельности).

В настоящее время сфера неформального образования представлена разными субъектами со своими целями, интересами и отличиями в подходах, принципах и способах организации деятельности. В качестве субъектов неформального образования выделяют:

- некоммерческие негосударственные организации и структуры (общественные организации, фонды, негосударственные учреждения, ассоциации, профсоюзы и т.д.; профессиональное образование);
- бизнес-структуры (консалтинговые компании, бизнес-школы, кадровые агентства и тренинг-центры и т.д.);
- дополнительное образование в государственном секторе (библиотеки, музеи, центры и др.).

Так, неформальное образование детей и молодежи в общественных объединениях осуществляется посредством реализации различных программ, проектов и направлено на поддержку талантливой молодежи, развитие лидерского потенциала подрастающего поколения, формирование качеств гражданина демократического государства.

К неформальному образованию также относятся разнообразные курсы, которые условно можно назвать прикладными. Например, курсы пользователей персональных компьютеров, иностранных языков, курсы вязания и т.д., которые не всегда требуют присвоения квалификации и дают общее развитие или сопутствуют карьерному росту. В советский период такие курсы именовались ФОПами – факультетами общественных профессий.

Профессионально направленные и общекультурные курсы обучения могут проводиться в народных университетах, центрах непрерывного образования, центрах образования взрослых, в лекториях общества «Знание» и т.д. Удовлетворяющие образовательные потребности, они направлены на пропаганду научных знаний и культуры, просвещение в вопросах семьи и брака, охраны здоровья, организации досуга.

Определенные сегменты неформального образования динамично развиваются. Это популярные на рынке труда (языки, компьютерная грамотность), поддерживаемые международными организациями и фондами (пилотные проекты) и др.

К сожалению, проводимые в Беларуси фестивали и недели неформального образования акцентируют внимание преимущественно на гражданском образовании и подготовке лидеров и организаторов для него, заметно сужая объем используемого термина, что не лучшим образом влияет на стратегию развития неформального образования.

Методы и формы неформального образования обладают определенной спецификой, более открыты, имеют интерактивный характер. Это обмен опытом (например, агротуризм), занятия в кружках, семинары, дискуссии, проектирование, тренинги, ролевые и деловые игры и т.д. Широко используются информационные технологии и дистанционное обучение.

Возможны разнообразные способы сотрудничества между видами образования. Неформальное образование может компенсировать недостатки и противоречия, которые не в состоянии удовлетворить формальное образование. Взаимовлияние частного, государственно-

го, общественного, профессионального образования способствует их сближению и требует стандартизации и технологизации. Неформальное образование, будь то частное или общественное, становится испытательной лабораторией и полигоном для новых технологий и выработки новых стандартов. Когда они выдерживают испытание в жесткой конкуренции в сфере неформального образования, их перенимают государственная система образования и частные учебные заведения.

Актуальной задачей выступает признание результатов неформального и информального (умения и навыки, полученные в процессе жизнедеятельности без целенаправленного обучения) образования. Мировая практика предлагает различные модели признания неформального и информального образования. Процедуры признания должны опираться на профессиональные методы оценки и набор надежных критериев. Оценке должен подлежать прежде всего результат, а не способ его получения.

Заключение. Неформальное образование в современном образовательном пространстве представляет сегодня все виды и формы образовательной деятельности вне основного образования. В отечественной практике оно включает в себя дополнительное образование, но не исчерпывается им. Являясь более гибким и вариативным, восприимчивым к инициативам и потребностям личности и социума, неформальное образование может компенсировать недостатки и противоречия формального образования, быть средством решения актуальных общественных задач, участвовать в создании среды для проявления творческих способностей личности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гершунский, Б.С. Философия образования для XXI века / Б.С. Гершунский. – М., 1998.
2. Змеев, С.И. Андрагогика: основы теории, истории и технологии обучения взрослых / С.И. Змеев. – М.: ПЕРСЭ, 2007.
3. Основы андрагогики / И.А. Колесникова, А.Е. Марон, Е.П. Тонконога [и др.]; под ред. И.А. Колесниковой. – М., 2003.
4. Мухлаева, Т.В. Международный опыт неформального образования [Электрон. ресурс] / Институт образования взрослых РАО. – Санкт-Петербург, 2010. – Режим доступа: <http://iovrso.ru/?c=118>. – Дата доступа: 20.10.2011.
5. Содержание образования [Электрон. ресурс] / Дидактика средней школы. – 2010. – Режим доступа: <http://didaktika.ru/osnovy-obshej-didaktiki/169-soderzhanie-obrazovaniya.html>. – Дата доступа: - 03.01.2011.
6. Формальное и неформальное обучение. Источник: KnowledgeJump [Электрон. ресурс] / Дистанционное обучение. Информационный портал. – 2003. – Режим доступа: <http://www.distance-learning.ru/db/el/EDE848BC770D614CC3257336001CA379/doc.html>. – Дата доступа: 18.02.2011.

Поступила в редакцію 07.03.2012. Прията в печать 14.06.2012
Адрес для кореспонденції: e-mail: Zagorulko RV@tut.by – Загорулько Р.В.

Понимание математического учебного материала в начальных классах как педагогическая проблема

З.К. Левчук

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

Статья посвящена одной из актуальных проблем методики начального обучения математике – пониманию математического учебного материала учащимися начальной школы. В ней рассматривается категория «понимание» как вид мыслительной деятельности, выявляющей существенное в изучаемом материале. Понимание учебной информации наиболее остро возникает при обучении учащихся начальной школы математике. Это обусловлено тем, что учащиеся должны воспринимать информацию, представленную формализованным математическим языком, которым они не пользуются в повседневной жизни. Отмечается, что трудности усвоения лексики связаны с недостаточным вниманием к формированию математической речи учащихся. Разработанная автором методика, основанная на языковой составляющей математической подготовки учащихся начальных классов, направлена на обеспечение понимания математической информации при изучении начального курса математики.

Ключевые слова: учащиеся начальной школы, понимание изучаемого материала, математический язык, семантика и синтаксис математического языка, семантический и синтаксический подходы в развитии математической речи.

Understanding mathematical study material in primary school as a pedagogical problem

Z.K. Levchuk

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

The article is devoted to one of the significant problems of the methods of primary teaching of Mathematics – understanding mathematical study material by primary school pupils. It considers the category of understanding as a kind of thinking activity which reveals the essential in the study material. Understanding of study information appears urgently while teaching Mathematics to primary school pupils. It is conditioned by the fact that pupils must perceive the information which is presented in formal mathematical language which they do not use in everyday life. It is pointed out that difficulties in mastering the vocabulary are connected with insufficient attention to the development of mathematical speech of pupils. The methods, elaborated by the author and based on the language component of mathematical training of primary school pupils, is aimed at providing understanding mathematical information while studying primary course of Mathematics.

Key words: primary school pupils, understanding the studied material, mathematical language, semantics and syntax of mathematical language, semantic and syntactical approaches in the development of mathematical speech.

В соответствии с Кодексом Республики Беларусь об образовании развитие современных образовательных систем характеризуется тем, что обучение рассматривается как «целенаправленный процесс организации и стимулирования учебной деятельности обучающихся по овладению ими знаниями, умениями и навыками, развитию их творческих способностей» [1]. Это требует совершенствования организации, содержания, форм, методов учебно-воспитательной работы в общеобразовательной школе, что поставило ряд проблем перед первой ступенью общего среднего образования. Одной из них является обеспечение понимания учащимися изучаемого материала.

«Понимание есть одна из главных целей обучения», – подчеркивает К.Н. Лунгу. «Категория “понимание” – одна из важнейших в теории обучения, она занимает центральное место в этапах усвоения учебно-познавательной деятельности». Преподавательские усилия (ПУ)

реализуются по формуле трех «П»: ПУ = Помнит + Понимает + Применяет, а успешность обучения (УО) – по правилу четырех «П»: УО = Принимает + Помнит + Понимает + Применяет [2]. Поэтому достижение понимания сложного математического материала является важной дидактической и психолого-методической задачей. В исследованиях К.Н. Лунгу понимание определяется как «способность субъекта вникнуть, уяснить смысл и значение, замысел чего-нибудь; это состояние сознания, когда субъект осознал изучаемое, пришел к выводу, аргументировал его и раскрыл форму и содержание того или иного объекта или понятия, явления, осуществил его координацию с другими объектами, сознательно использовал способы действия в их познании и в решении поставленных перед ним проблем» [2, с. 117]. В связи с этим основная задача педагогов состоит не в том, чтобы довольствоваться

передачей информации и знаний, а в том, чтобы находить надлежащий подход и язык для достижения состояния понимания у обучающихся. Так, если явно направить образовательный процесс на понимание, а не на запоминание материала, то эффективность образования возрастает существенно: «Образование – не то, чему учили, а то, что при этом понял» [2, с. 120].

В статье В.А. Еровенко отмечается: «Несмотря на бурный расцвет, а также выдающиеся достижения XX века, математика стала непонятной очень многим... “Сопротивление математике” зарождается уже на школьном уровне из-за методологического противоречия между интуитивными представлениями учащихся и способами репрезентации абстрактных математических объектов учителями, то есть тем, как подаются знания с помощью дедуктивных методов объяснения... Одной из причин широко распространенного “математического нигилизма” является плохое владение языком математики... Специфика языка математики состоит в том, что это не столько форма выражения готовых мыслей, сколько способ содержательной организации и представления знаний» [3]. Поэтому перед учителями стоит двоякая цель – добиться понимания изучаемого материала и нивелировать формализм знаний учащихся. Организация диалога между учителем и учеником с целью понимания математической информации возможна при условии, если они владеют общим языком – математическим. Несмотря на то, что математический язык отличается лаконичностью, точностью, овладеть им учащимся начальных классов достаточно трудно. Поэтому ориентация на понимание учебного материала требует от учителя организации специальной работы по овладению учениками математическим языком. В связи с этим А.А. Столяр указывал на необходимость правильного изучения математического языка (терминологии, символики), подчеркивая, что математический язык имеет два аспекта: семантический и синтаксический. По этому поводу ученый отмечал: «Семантика математического языка изучает отношения между языковыми образованиями и обозначаемыми ими объектами. Она рассматривает язык с точки зрения смысла, содержательного значения его выражений. Синтаксис математического языка рассматривает структуру, внутреннее строение этого языка, безотносительно к смысловому значению его выражений, к тому, что они обозначают во внеязыковой действительности» [4].

Но в школьном обучении часто встречается неправильное сочетание семантического и синтаксического подходов в развитии математической речи младших школьников, что и ведет лишь к формальному запоминанию отдельных слов и понятий без их понимания. В результате весь материал не осознается учащимися в полной мере, не применяется в их социальном опыте. Как отмечает А.В. Усова: «... это касается собственно изучения математики, но это также справедливо и для изучения языка и других дисциплин, так как только ясное понимание преподаваемых понятий может помочь педагогу оценить те трудности, с которыми сталкивается ребенок, и те этапы, через которые он проходит» [5]. И от того, как ученик усвоит семантику математического языка в начальной школе, будет зависеть, как он далее сможет изучать алгебру, геометрию, физику, химию и др. учебные предметы, применять знания в жизни.

При этом в социальном окружении человек редко пользуется отвлеченными математическими понятиями, чаще требуется применение знаний на практике. Например, сосчитать, сколько метров ткани нужно купить на пошив костюма; сколько краски, трубок обоев необходимо для ремонта помещений; сколько литров бензина залить в бак автомобиля, чтобы доехать до пункта назначения; сколько времени осталось до прихода поезда.

Правильные представления формируются на основе осознанного восприятия и верного осмысления изучаемых понятий, поэтому формализм в знаниях учащихся является серьезной преградой для успешного развития их мышления и интеллекта. Тем не менее, зачастую воспринимаемый материал осознается учениками поверхностно, как следствие непонимания объяснений учителя. Поэтому мы согласны с мнением П.М. Карадышева, который считает, что проблема понимания приобрела особую актуальность, так как с ней «тесно связан вопрос повышения активности, самостоятельности и прочности усвоения учебного материала, так как только на этой основе могут вырабатываться устойчивые и прочные знания» [6].

Однако в учебной программе для I–IV классов [7] не предусматривается специальная работа по овладению учащимися математическим языком. В учебных предметах русского и белорусского языка и чтения отсутствует раздел «Изучение имен числительных». Поэтому многие учащиеся на уроках математики сталкиваются с проблемами произношения, склонения и записи количественных, порядковых и дробных

числительных, с непониманием математической речи учителя. Подчас первые неудачи детей в овладении программным материалом некоторые педагоги и родители объясняют отсутствием у них математических способностей. Выявление трудностей в понимании математического материала младшими школьниками, определение путей их преодоления и стали целью нашего исследования.

Материал и методы. Исследования проводились среди учащихся 1–4 классов УО «Урбанский детский сад-средняя школа Браславского района». При этом использовались методы систематизации и анализа, сравнения, обобщения, классификации.

Результаты и их обсуждение. Математическая подготовка в начальной школе предполагает усвоение учащимися программных знаний, формирование у них количественных, пространственных и временных представлений [7]. Это может быть реализовано, если учащиеся осознают изучаемый материал и будут понимать язык математики.

Следует отметить, что язык начального курса математики включает более двухсот пятидесяти математических слов и понятий. Кроме того программой предусмотрено, чтобы в процессе работы над текстовыми задачами с пропорциональными величинами учащиеся свободно оперировали такими экономическими понятиями, как «цена», «количество», «стоимость», «выработка в единицу времени», «время работы», «общая выработка» и др. При этом решению задач предшествует усвоение учениками связей и отношений между этими величинами. Поэтому от овладения математическим и, в некоторой степени, экономическим языком зависит успешность усвоения программного материала.

Исследование показывает, что для предотвращения непонимания учебной информации важно с первых дней обучения обеспечивать овладение учащимися синтаксисом и семантикой математического языка, развивать инициативную математическую речь младших школьников.

Для этого учащиеся первого класса знакомятся с математическим алфавитом, включающим названия и запись с помощью цифр чисел до двадцати. Характерной особенностью применения в речи понятий числа и цифры является их неправильное употребление. Поэтому при объяснении нового материала обращается внимание учащихся на то, что число обозначает количество предметов, а цифра – знак для записи числа.

Кроме того при введении чисел второго десятка показывается необходимость слов-помощников: единицы и десятка. При объяснении получения чисел от 11-ти до 19-ти анализируются соответствующие числительные и ученики убеждаются в том, что первая часть слов-числительных обозначает количество единиц, а вторая часть «дцать» – «десяток». Соответствующая демонстрация количественных характеристик множеств показывает образование и числа и слова, например, 14 – «четыре-на-дцать».

Для воздействия на эмоциональную сферу школьников практикуется выполнение заданий следующего вида: «Запиши имена чисел с помощью цифр: “День рождения мамы, папы, брата, сестры”». Так как учащиеся уже знают название месяцев и их последовательность, то они располагают дни рождения в порядке следования в году. Сравнение записей этих чисел с помощью русского, белорусского и математического языков показывает краткость и точность математического языка.

Неформальному усвоению отношений «больше», «меньше» служит сравнение учащимися сначала множества предметов (при этом устанавливается взаимоднозначное соответствие между ними), потом – их числовых характеристик; затем запись результатов сравнения чисел с помощью математических знаков: $>$, $=$, $<$. Далее для активизации лексики, развития математической речи учащихся используются их предыдущий опыт и основанные на нем представления. Предлагается частичная иллюстрация, которая дополняется: на картинке отец и сын изготавливают скворечники и кормушки для птиц. Ученикам даются ключевые слова: семь, пять, больше, меньше. С помощью этих слов они составляют по картинке математический рассказ: «Папа с сыном сделали 5 скворечников и 7 кормушек для птиц. Чего изготовлено больше? Чего – меньше? Как это записать с помощью математических знаков?». Ученики записывают $7 > 5$, $5 < 7$. Затем к данным записям формулируются вопросы: «Сколько всего кормушек и скворечников изготовили? На сколько кормушек изготовили больше, чем скворечников? На сколько скворечников изготовили меньше, чем кормушек?». Записываются соответствующие решения полученных задач: $7+5=12$; $7-5=2$. Так происходит овладение языковым материалом и элементами творческой математической речи при изучении нумерации целых неотрицательных чисел, арифметических действий с ними и текстовых задач.

Вместе с тем, младшие школьники, много работая с величинами, все же подлинного понятия о них зачастую не получают. Это обусловлено недостаточным вниманием учителей к формированию у учащихся понимания семантики математического языка, относящегося к разделу «Величины» в начальном курсе математики.

Для осознания смысла единицы измерения емкости демонстрируется литровая банка, записывается на доске слово «литр», измеряется емкость сосудов с водой, показывается краткая запись новой единицы измерения при числе – 1 л. Далее после практической работы по определению емкости различных сосудов выполняются задания:

– Можем ли мы с помощью литровой банки отмерить полоску длиной 20 см?

– Можем ли мы отмерить 1 кг пряников с помощью 1 л?

Поиск учащимися верных ответов на предложенные задания способствует пониманию и осмыслению изучаемого материала.

При ознакомлении учащихся с единицей измерения массы – килограммом доказывалось, что необязательно масса большого предмета больше. Для этого взвешивался кусок пенопласта и маленький брусочек железа. Обращается внимание, что 1 кг – постоянная величина, это масса изделий из пенопласта, железа и др. материалов. Кроме того проводится работа над написанием и произношением новых слов.

Следует отметить, что при изучении всех величин делается акцент на связь изучаемого раздела с окружающим миром, чтобы учащиеся глубже и быстрее осознали и поняли эту информацию.

При усвоении геометрического материала очень важно наряду с руководством процесса восприятия существенных признаков изучаемых объектов, в частности, геометрических фигур и других единиц учебной информации, применять приемы наложения, приложения, переворачивание фигур, обведение пальцем контура, ощупывание, рисование, построение из палочек и кусочков пластилина и др. Эти действия помогают воспринимать форму предметов независимо от положения фигуры в пространстве, от цвета и величины, а также узнавать любую фигуру, выполняя эти действия мысленно.

Исследование показывает, что успешность обучения младших школьников зависит от усвоения ими специфики геометрических понятий, развития их математической речи. Вместе с

тем, специфика математического языка состоит в том, что понятия, категории, знаки, символы, обозначения имеют двойную степень абстракции. Например, любая геометрическая фигура абстрактна и не существует в действительности. Есть только предметы, форму которых и описывают геометрические понятия. Категория «форма» также сложна для понимания учениками. Как следствие, теряется простота восприятия, а значит, ухудшаются осознание и усвоение информации. Зачастую математический язык делает формальными знания учеников. Поэтому для обеспечения понимания учащимися семантики языка показывается применение знаний в практической деятельности. Особенно это относится к формированию геометрических знаний, так как геометрические формы непосредственно воплощаются в объектах реальной действительности. При изучении круга, треугольника, прямоугольника предлагается подумать, почему колеса имеют круглую форму, а стропила крыши дома делаются треугольными, почему книги и тетради имеют прямоугольную форму. Или представить, что произойдет, если колеса сделать квадратными, а тетради – круглыми. В результате функциональное отличие форм осознается учениками без особых затруднений.

Однако В.Н. Лебедь обращает внимание на то, что «в школе, как правило, редко целенаправленно обучают приемам рассматривания чертежа, все дело сводится к выполнению отдельных упражнений, требующих от учащихся назвать фигуры, которые они видят на чертеже. Наблюдения показали, что как бы много таких упражнений не предлагалось учащимся, выполнением их нельзя достичь наибольшего эффекта, если учащимся не раскрывается сам процесс видения, т.е. рациональные приемы, которые лежат в его основе» [8].

Это выдвигает необходимость использования семантического подхода в обучении детей геометрической, пространственной ориентировке. Целесообразен прием подведения геометрической фигуры под понятие: выяснение факта принадлежности данной фигуры к указанному в задаче понятию, основанием которого является наличие у этой фигуры всей совокупности существенных признаков понятия. При этом используются и такие фигуры, которые не подходят под определение, требуют исключения. Например, при изучении прямоугольника рассматривается шестиугольник, один из углов которого равен двумстам семидесяти градусам. Но здесь не следует демонстри-

ровать фигуры в одинаковых стандартных положениях.

Рассматриваемый прием подведения фигуры под понятие реализуется через систему следующих действий, выполняемых учащимися:

- вспомнить существенные признаки понятия;
- проверить наличие у фигуры существенных признаков;
- сделать соответствующий вывод.

Второй прием семантического подхода связан с вычленением геометрической фигуры на чертеже. Это сопровождается следующим:

- выяснение, о какой фигуре говорится в задаче;
- мысленное представление искомой фигуры, ее существенных признаков;
- выделение фигуры на чертеже.

Третий прием предусматривает включение одного и того же элемента чертежа в разные геометрические фигуры, т.е. выбирается элемент чертежа (точка, отрезок, угол и др.) и последовательно включается в разные фигуры на чертеже. Ученики, воспринимая этот элемент в составе различных фигур, усваивают их основные свойства. Затем применяется обратный прием нахождения общих элементов разных геометрических фигур. Он предусматривает следующее:

- выявление на чертеже каждой из фигур, указанных в задании;
- выделение общего элемента геометрических фигур.

Наши наблюдения показывают, что для обеспечения понимания семантики математического языка при работе с геометрическим материалом необходимо учитывать уровень подготовки учащихся, опираться на имеющиеся знания школьников по изучаемой теме; придавать практическую направленность новым сведениям; при объяснении понятий осуществлять этимологический анализ новых и незнакомых слов; связывать абстрактные понятия с реальными объектами окружающей действительности; использовать приемы, усиливающие восприятие существенных признаков понятий, с одновременной вариацией второстепенных частных свойств; соблюдать требования к качеству речи учащихся и учителя, обеспечивая точность, образность, доступность высказываний; создавать проблемные ситуации для активизации мыслительной деятельности учащихся.

Следует отметить, что понимание изучаемого материала достигается при наличии познавательного интереса. Т.И. Щукина выделяет сле-

дующие показатели познавательного интереса учеников: стремление включиться в процесс обсуждения общей задачи; желание дополнить ответы одноклассников и поделиться информацией из других источников; обращение к учителю с вопросами, направленными на углубление знаний; сосредоточенность, самостоятельность и поглощенность деятельностью при выполнении заданий [9].

Поэтому для обеспечения понимания семантики геометрической информации нами разработана система упражнений, для которой характерно следующее: при определении формы геометрических фигур они представляются не в стандартном, а в измененном положении; задания носят не информационный, а проблемный характер и требуют четкого представления основных свойств геометрических фигур; для установления связей геометрического материала с окружающей действительностью ученики рисуют предметы соответствующей формы (или называют их, или находят предметные картинки, их иллюстрирующие).

Далее для перехода от репродуктивной к инициативной математической речевой деятельности организуется выполнение заданий, побуждающих учащихся строить математические высказывания, самостоятельные по форме и содержанию. В своих ответах они используют средства математического языка с опорой на собственные представления, домыслы, фантазии. Для этого на уроках и во внеклассной работе драматизируются ситуации, которые стимулируют письменную и устную математическую речевую деятельность учащихся.

Одним из показателей понимания учебного материала является перевод информации с одного языка на другой. Поэтому большое значение имеет выполнение учащимися упражнений на иллюстрацию математических высказываний жизненными ситуациями, зарисовками и наоборот – переход от жизненных ситуаций их представлений и драматизаций к математическим записям.

Для оптимальной организации учебной деятельности учащихся поощряется их творческая и инициативная математическая речь в форме вопросов по наблюдаемым ситуациям, картинкам, рассказам, текстовым задачам, демонстрациям величин и предметов, включающим различные геометрические формы. Следует отметить, что сформулированные учениками вопросы и ответы позволяют выявить и степень понимания математического материала.

Определению результативности проведенной работы послужили следующие критерии понимания учебного материала: умение выделять главное в изучаемом материале; четко формулировать ответы на вопросы учителя; умение учащихся задавать вопросы для получения учебной информации; способность устанавливать связи научных понятий с окружающей действительностью; наличие познавательной активности учащихся на всех этапах учебного процесса.

Заключение. Таким образом, проведенное исследование показало, что умение школьников использовать широкий диапазон высказываний, находящихся в пределах программных математических языковых возможностей, значительно развивает мыслительную и речевую деятельность, приближает ее к естественным формам коммуникации, служит точному употреблению математического языка, обеспечивает понимание изучаемого материала, способствует переводу учеников от выполнения исполнительских функций репродуктивного характера к активной творческой учебной деятельности. Все это служит выполнению требований образовательного стандарта учебного предмета «Математика» [10] – содействовать формированию у учащихся обобщенных интеллектуальных умений: анализировать и делать выводы, устанавливать

связи данного объекта с другими, выделять существенные признаки объекта, сравнивать математические объекты, переносить известные способы деятельности в другие условия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кодекс Республики Беларусь об образовании. – Минск: Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь, 2011. – С. 4.
2. Лунгу, К.Н. Понимание как системный компонент усвоения знаний / К.Н. Лунгу // Школьные технологии. – 2008. – № 2. – С. 115.
3. Ерошенко, В.А. Философия математического образования как актуальная проблема философии понимания / В.А. Ерошенко, Е.К. Щетникович // Адукацыя і выхаванне. – 2010. – № 12. – С. 60–63.
4. Столяр, А.А. Педагогика математики / А.А. Столяр. – Минск: Выш. шк., 1986. – С. 215.
5. Усова А.В. Психолого-дидактические основы формирования у учащихся научных понятий / А.В. Усова. – М.: Педагогика, 1985. – С. 7.
6. Карандышев, Л.М. О стадиях процесса понимания / Л.М. Карандышев // Вопросы психологии. – 1982. – № 6. – С. 45.
7. Учебные программы для общеобразовательных учреждений с русским языком обучения. I–IV кл. Утверждено Министерством образования Республики Беларусь. – Минск: Национальный институт образования, 2011. – 239 с.
8. Лебедь, В.Н. Актуальные вопросы обучения геометрии в средней школе / В.Н. Лебедь. – Владимир: Выш. шк., 1989. – С. 82.
9. Щукина, Т.И. Активизация познавательной деятельности учащихся в учебном процессе / Т.И. Щукина. – М.: Просвещение, 1979. – С. 212.
10. Адукацыйны стандарт вучэбнага прадмета «Матэматыка» (I–XI класы). – Пастанова Міністэрства адукацыі Рэспублікі Беларусь ад 29.05.2009, № 32.

Поступила в редакцию 19.04.2012. Принята в печать 14.06.2012

Адрес для корреспонденции: 210032, г. Витебск, пр-т Победы, д. 31, корп. 1, кв. 108, тел. (8-029)215-77-31 – Левчук З.К.

Оздоровительная эффективность методики занятий на дорожке здоровья школьников 11–13 лет в условиях ДРОЦ «Жемчужина»

В.П. Кривцун*, Д.Э. Шкирьянов, М.И. Жальнерене*****

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

**Учреждение образования «Белорусский государственный университет физической культуры»

***Коммунально-унитарное предприятие «Детский реабилитационно-оздоровительный центр “Жемчужина”»

Высокий уровень политической и социальной значимости оздоровления и реабилитации школьников, пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС, актуализирует научно-исследовательскую работу в данном направлении, в частности совершенствование процесса физического воспитания в детских реабилитационно-оздоровительных центрах (ДРОЦ). В статье представлены результаты констатирующего педагогического эксперимента по определению оздоровительной эффективности методики занятий на дорожке здоровья в оздоровительно-тонизирующем двигательном режиме для школьников 11–13 лет в условиях ДРОЦ «Жемчужина» Витебской области. В результате проделанной работы определено и проанализировано воздействие регулярных физкультурно-оздоровительных занятий на дорожке здоровья в период санаторно-курортной смены на функциональные и антропометрические показатели, показатели вегетативной нервной системы, психического и соматического здоровья школьников. На основании результатов констатирующего эксперимента определены дальнейшие перспективы научно-исследовательской и методической работы в данном направлении.

Ключевые слова: дорожка здоровья, физкультурно-оздоровительная работа, оздоровительная эффективность, детский реабилитационно-оздоровительный центр.

Health maintaining efficiency of the teaching method on the health path for 11–13 year old pupils in Children's rehabilitation and health center «Pearl»

V.P. Krivtsun*, D.E. Shkiryanov, M.I. Zhalnerene*****

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

**Educational establishment «Belarusian State University of Physical Culture»

***Communal enterprise Children's rehabilitation and health center «Pearl»

High level of political and social significance of health maintenance and rehabilitation of pupils affected by Chernobyl disaster makes scientific and research work in this direction urgent, namely the improvement of physical training in Children's rehabilitation and health centers (CRHC). The article presents findings of stating pedagogical experiment on establishing health maintaining efficiency of the teaching method on the health path in health maintaining moving mode for 11–13 year old pupils in CRHC «Pearl» Vitebsk region. As a result impact of regulating physical and health classes on the health path on functional and anthropometric indicators, indicators of vegetative nervous system as well as psychic and somatic health of pupils during a shift was defined and analyzed. On the basis of the results of the stating experiment further perspectives of scientific and research as well as methodological work in this direction were defined.

Key words: health path, physical culture and health maintaining work, health maintaining efficiency, Children's rehabilitation and health center.

В последние десятилетия в белорусском государстве возрастает политическая и социальная значимость реабилитации и оздоровления школьников, пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС, в условиях специализированных санаторно-курортных организаций – детских реабилитационно-оздоровительных центров (ДРОЦ) [1–2]. Анализ данных статистического комитета Респуб-

лики Беларусь за 2011 год показывает, что на территории страны функционирует 13 ДРОЦов (общей численностью 5 тысяч мест). При этом ежегодно отмечается рост количества отдыхающих, в том числе школьников с таких территорий ближнего зарубежья, как Российская Федерация и Украина. Так, в 2000 году общее количество отдыхающих в ДРОЦах составляло 21,6 тысячи человек, а в 2010 г. достигло показателя 77,9

тысячи [3]. Однако следует отметить, что вопрос оздоровления и физической реабилитации школьников в условиях санаторно-курортных организаций в теории и практики физического воспитания изучен и описан крайне мало, что актуализирует научно-исследовательскую и методическую работу в данном направлении.

Одним из лидеров в данном сегменте рынка санаторно-курортных услуг является коммунальное унитарное предприятие ДРОЦ «Жемчужина» Витебской области. За весь период работы названного учреждения курс оздоровления прошли более 50 тысяч детей и подростков, из них 12% отнесенных к первой, 44% ко второй, 37% к третьей и 7% к четвертой группам здоровья. Анализ полученных данных показывает, что основная работа сотрудников центра направлена на оздоровление школьников второй группы здоровья, к которой в педагогической практике принято относить детей основной медицинской группы со средним либо ниже среднего уровнями физической подготовленности. Исходя из этого, возрастает значимость занятий физическими упражнениями с целью профилактики заболеваний у школьников в период их дезадаптации, т.е. переходного состояния между здоровьем и болезнью [4].

В 2010 году начались разработка и внедрение в процесс физического воспитания детей среднего школьного возраста инновационных программ физкультурно-оздоровительных занятий на дорожке здоровья с музыкальным дозированием физической нагрузки (регистрация БелИСА № 20101092 от 31.05.2010) [5]. Основу данных занятий составляют этапы дозированной ходьбы и бега, которые чередуются с выполнением восстановительных общеразвивающих физических упражнений на рекреационных остановках. При этом одной из важных организационных особенностей рассматриваемой формы занятий является дозирование физической нагрузки ритмом и длительностью звучания музыкальных произведений, объединенных в единую аудиофонограмму, в которой также содержатся методические рекомендации и указания виртуального инструктора. Такой подход позволяет не только проводить их в форме организованных либо самостоятельных занятий, но также четко дифференцировать физическую нагрузку с учетом возраста, пола и состояния здоровья занимающихся [6]. В процессе выполнения хоздоговорной научно-исследовательской работы была выдвинута гипотеза, что регулярные занятия на дорожке здоровья в период пребывания детей в реабилитационно-

оздоровительном центре оказывают определенное положительное влияние на уровень санаторно-курортного оздоровления.

Цель исследования – определение оздоровительной эффективности занятий на дорожке здоровья в оздоровительно-тонизирующем двигательном режиме в физкультурно-оздоровительной работе со школьниками 11–13 лет в период санаторно-курортной смены ДРОЦа.

Задачи исследования:

1. Разработать методику определения оздоровительной эффективности занятий на дорожке здоровья.
2. Изучить и проанализировать оздоровительную эффективность занятий на дорожке здоровья в оздоровительно-тонизирующем двигательном режиме со школьниками 11–13 лет.

Материал и методы. Для достижения поставленной цели на базе КУП «ДРОЦ “Жемчужина”» был организован констатирующий педагогический эксперимент в кратковременном интервале, в период одной санаторно-курортной смены, составляющей 24 календарных дня. На основании медицинского обследования школьников в первые дни санаторно-курортной смены были сформированы экспериментальная и контрольная группы (ЭГ и КГ). В их состав вошли дети в возрасте от 11 до 13 лет основной медицинской группы со средним и выше среднего уровнями физической подготовленности и положительной мотивацией к занятиям в физкультурно-оздоровительных группах. При назначении оздоровительных мероприятий участникам ЭГ назначались фиточай и витаминизация в сочетании с регулярными занятиями на дорожке здоровья, которые в сумме составляли не менее 14 часов. Наряду с этим школьникам КГ назначались фиточай и витаминизация в сочетании с традиционными, самостоятельными физкультурно-оздоровительными занятиями циклической направленности, такими, как езда на велосипедах, роликовых коньках, скейтбордах, при этом общее время занятий не превышало 14 часов.

Для определения эффективности предложенной методики занятий на дорожке здоровья нами использовались следующие методы исследования: функциональные пробы, метод индексов, антропометрия, опрос, констатирующий педагогический эксперимент, математическая статистика.

Результаты и их обсуждение. С целью определения эффективности предлагаемой методики с учетом рекомендаций Министерства здравоохранения Республики Беларусь по оценке уровня санаторно-курортного оздоровления

школьников [7] нами были выбраны показатели и признаки, наиболее широко характеризующие состояние функциональных резервов организма, в том числе и субъективные. Массив исследуемых показателей составили результаты таких измерений, как рост, масса тела, частота сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление (АД), жизненная емкость легких (ЖЕЛ), динамометрия, на основании которых был рассчитан ряд таких индексов, как масса тела, жизненный, силовой, а также показатель адаптационного потенциала. Кроме этого, учитывались результаты одномоментной функциональной пробы с дозированной физической нагрузкой по Н.А. Шалкову, результаты различных видов опроса, направленные на выявление психических, соматических жалоб и определение вегетативного тонуса школьников. При оценке психических жалоб у школьников обращалось внимание на наличие следующих симптомов: быстрая смена настроения, плохая концентрация внимания и ухудшение памяти, нарушение сна и т.д. При их наличии психическое состояние респондентов оценивалось

в 1 балл, при отсутствии – 0 баллов. При оценке соматического состояния учитывались жалобы со стороны систем пищеварения (снижение аппетита, диспепсия, боли в животе и т.д.), кровообращения (боли в области сердца, сердцебиение, перебои сердечного ритма, быстрая утомляемость и т.д.), нервной системы (онемение, «ознобление» пальцев рук и стоп и т.д.). При наличии пободных симптомов соматическое состояние оценивалось в 1 балл, при их отсутствии – в 0 баллов. Оценка вегетативного тонуса проводилась с использованием дифференциально-диагностической таблицы, предложенной А.М. Вейном в модификации Н.А. Белоконов, с определением симпатических и парасимпатических расстройств. Регистрация полученных данных производилась следующим образом: ваготония – 1 балл, симпатикотония – 2 балла, эйтония – 0 баллов.

Все исследуемые показатели в начале и конце санаторно-курортной смены фиксировались в соответствующем протоколе, после чего обрабатывались методом математической статистики при помощи программного обеспечения Statistika 6.0 (табл. 1–2).

Таблица 1

**Характеристика исследуемых показателей
в начале констатирующего педагогического эксперимента**

Показатели	ЭГ n=31	КГ n=32	t-критерий	p
Антропометрические показатели				
ЧСС в покое (уд/мин)	77,5±1,91	77,2±1,67	0,79	> 0,05
АД систолическое (мм.рт.ст.)	114,5±6,5	111,6±6,4	1,81	> 0,05
АД диастолическое (мм.рт.ст.)	68,7±6,7	66,6±4,82	1,46	> 0,05
Масса тела (кг)	43,4±7,68	46,2±12,5	-1,06	> 0,05
Рост (см)	150,9±9,43	150,6±12,2	0,12	> 0,05
ЖЕЛ (мл)	2225,8±170,7	2146,8±172,2	1,83	> 0,05
Динамометрия (кг)	23,1±3,56	22±3,03	1,39	> 0,05
Расчетные показатели индексов и проб				
Адаптационный потенциал	1,94±0,09	1,9±0,16	1,3	> 0,05
Индекс массы тела	18,9±1,4	20,5±6,24	-1,37	> 0,05
Жизненный индекс	52,7±9,18	49,8±13,7	0,99	> 0,05
Силовой индекс	53,9±6,26	50,3±13,2	1,35	> 0,05
Проба с дозированной нагрузкой по Н.А. Шалкову (вегетативная реактивность)	1,61±1,2	0,63±0,9	3,69	< 0,05
Субъективные показатели (результаты опроса)				
Психические жалобы	0,55±0,5	0,59±0,5	-0,36	> 0,05
Соматические жалобы	0,32±0,48	0,09±0,3	2,3	< 0,05
Вегетативный тонус	0,74±0,68	0,22±0,42	3,68	< 0,05

**Характеристика исследуемых показателей
в конце констатирующего педагогического эксперимента**

Показатели	ЭГ n=31	КГ n=32	t	p
Антропометрические показатели				
ЧСС в покое (уд/мин)	74,3±3,02	76,9±1,79	-4,19	< 0,05
АД систолическое (мм.рт.ст.)	108,9±3,58	111,4±6,12	-1,99	> 0,05
АД диастолическое (мм.рт.ст.)	62,3±4,25	66,9±5,35	-3,78	< 0,05
Масса тела (кг)	44,2±7,71	46,4±12,3	-0,88	> 0,05
Рост (см)	151,3±9,25	150,9±12,23	0,13	> 0,05
ЖЕЛ (мл)	2303,2±159,7	2181,3±167,9	3,0	< 0,05
Динамометрия (кг)	23,8±3,2	22,7±2,69	1,46	> 0,05
Расчетные показатели индексов и проб				
Адаптационный потенциал	1,78±0,06	1,9±0,16	-3,87	< 0,05
Индекс массы тела	19,1±1,27	20,5±6,25	-1,19	> 0,05
Жизненный индекс	53,5±8,78	50,1±13,3	1,19	< 0,05
Силовой индекс	54,5±6,01	51,8±13,6	1,01	> 0,05
Проба с дозированной нагрузкой по Н.А. Шалкову (вегетативная реактивность)	0,1±0,3	0,4±0,7	-2,23	< 0,05
Субъективные показатели (результаты опроса)				
Психические жалобы	0,03±0,18	0,22±0,42	-2,28	< 0,05
Соматические жалобы	0,13±0,34	0,03±0,18	1,44	> 0,05
Вегетативный тонус	0,1±0,3	0,16±0,37	-0,7	> 0,05

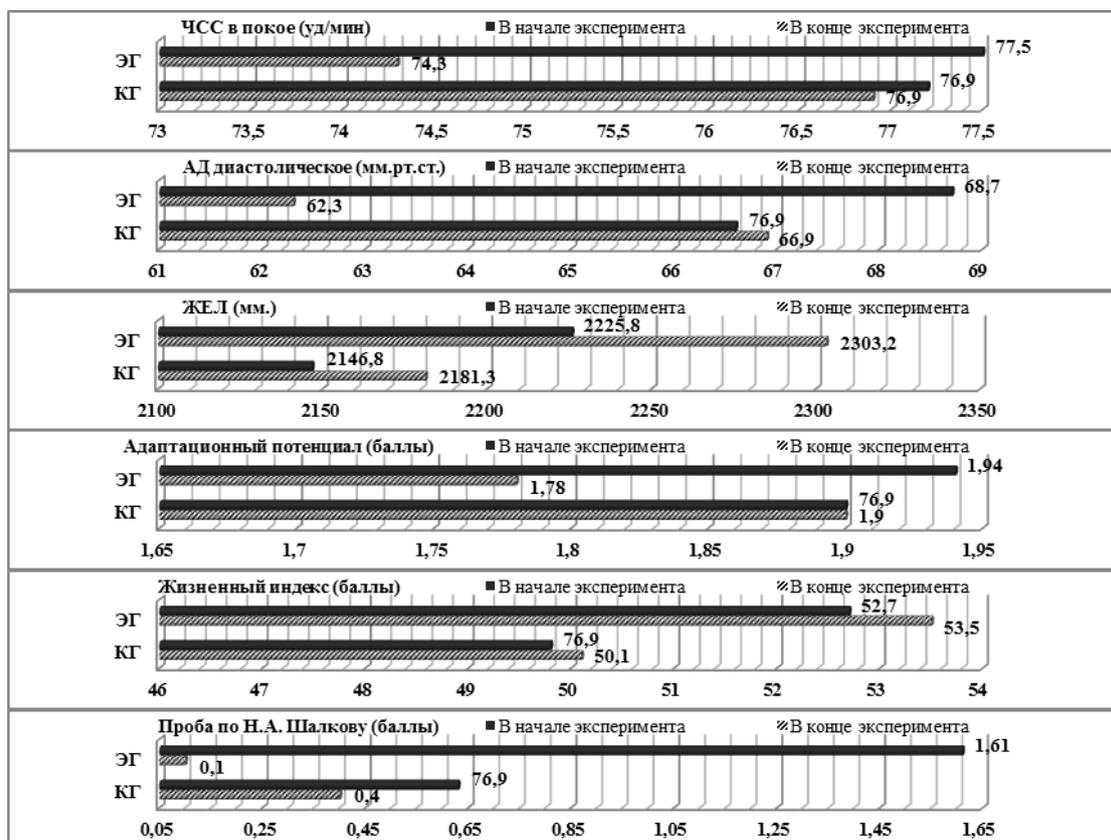


Рис. Сравнительная характеристика различий средних показателей ЧСС, АД (диастолического), ЖЕЛ, АП, ЖИ, результатов пробы по Н.А. Шалкову в ЭГ и КГ до и после педагогического эксперимента.

Сравнительный анализ до начала констатирующего эксперимента основных объективных и субъективных исследуемых показателей выявил отсутствие в КГ и ЭГ достоверных различий ($p > 0,05$). Однако среди субъективных исходных показателей (соматические жалобы и вегетативный тонус) наблюдались статистически достоверные различия ($p < 0,05$), при этом среди психологических жалоб таких различий выявлено не было (табл. 1).

Полученные результаты исследуемых показателей в конце педагогического эксперимента позволяют сделать вывод, что в большинстве показателей были отмечены достоверные различия (табл. 2, рис.). Так, анализ антропометрических измерений свидетельствует, что у школьников КГ и ЭГ за период санаторно-курортной смены произошло снижение показателей ЧСС в покое. При этом в КГ ЧСС снизилась с $77,2 \pm 1,67$ до $76,9 \pm 1,79$ уд/мин, а в ЭГ – с $77,5 \pm 1,91$ до $74,3 \pm 3,02$ уд/мин, таким образом, в ЭГ относительно КГ произошли статистически достоверные изменения ($p < 0,05$). Подобная положительная динамика исследуемых показателей наблюдается также с диастолическим АД и ЖЕЛ. Так, за время эксперимента средние показатели диастолического АД в КГ увеличились с $66,6 \pm 4,82$ до $66,9 \pm 5,35$ мм.рт.ст., наряду с этим в ЭГ они снизились с $68,7 \pm 6,7$ до $62,3 \pm 4,25$ мм.рт.ст. ($p < 0,05$); ЖЕЛ в КГ увеличилась с $2146,8 \pm 172,2$ до $2181,3 \pm 167,9$ мл, а в ЭГ с $2225,8 \pm 170,7$ до $2303,2 \pm 159,7$ мл ($p < 0,05$). Вместе с тем, в КГ и ЭГ не были выявлены достоверные различия по ряду таких показателей, как систолическое АД, масса тела, рост, динамометрия ($p > 0,05$). По нашему мнению, это объясняется коротким временным интервалом санаторно-курортной смены, в рамках которой проводился констатирующий педагогический эксперимент, а также аэробной направленностью занятий на дорожке здоровья, которая первостепенно воздействует на кардиореспираторную систему. Подтверждением нашего предположения могут являться полученные в исследовании результаты индексов и функциональной пробы по Н.А. Шалкову. Так, в КГ и ЭГ в показателях адаптационного потенциала по Р.М. Баевскому, адаптированного для детей школьного возраста А.П. Берсеновой, наблюдались достоверные различия ($p < 0,05$). Как известно, данный показатель является доступным методом количественного измерения уровня здоровья, интегрально отражающего степень

адаптации и функциональные резервы организма. Это объясняется тем, что при его расчете учитываются такие важные показатели, как ЧСС, АД, возраст, масса тела и рост [7]. Исходя из вышесказанного, полученные результаты могут служить объективным показателем эффективности предложенной методики. Кроме этого, усиливающими показателями данного обстоятельства являются и результаты жизненного индекса, представляющего собой соотношение ЖЕЛ и массы тела, а также результатов пробы Н.А. Шалкова, определяющих вегетативную реактивность, среди которых в КГ и ЭГ были зафиксированы достоверные различия ($p < 0,05$). Наряду с этим, среди индекса массы тела и силового индекса достоверных различий выявлено не было ($p > 0,05$), что согласуется с результатами антропометрических измерений массы тела, роста, динамометрии кисти.

Особого внимания при анализе результатов исследования заслуживают показатели оценки психических и соматических жалоб, а также вегетативного тонуса школьников. В результате математической обработки данных были выявлены достоверные различия среди психических жалоб у школьников КГ и ЭГ ($p < 0,05$), исходя из чего можно сделать вывод, что предлагаемая методика физкультурно-оздоровительных занятий способствует улучшению их психического состояния. Кроме этого, анализ результатов соматических жалоб показывает, что до начала эксперимента у школьников КГ их число было значительно ниже ($0,09 \pm 0,3$), чем у ЭГ ($0,32 \pm 0,48$), и показатель t-критерия составлял 2,3 ($p < 0,05$). По окончании эксперимента достоверных различий в исследуемых показателях не наблюдалось, и t-критерий снизился до 1,4 ($p > 0,05$), что свидетельствует о положительном воздействии в ЭГ предлагаемой методики физкультурно-оздоровительных занятий на соматическое состояние школьников. Аналогичная ситуация просматривается с показателями вегетативного тонуса, которые свидетельствуют о том, что занятия на дорожке здоровья способствуют нормализации вегетативной нервной системы. По нашему мнению, полученная динамика исследуемых показателей объясняется тем, что в процессе занятий на дорожке здоровья физическая нагрузка строго дозируется при помощи ритма и длительности звучания музыкальных произведений, при этом наблюдается высокая эмоциональная окраска подобных занятий, что положительно сказывается на нервно-психическом состоянии детей.

Заключение. В результате проведенного научного исследования впервые в теории и практике физического воспитания была определена оздоровительная эффективность разработанной методики занятий на дорожке здоровья с музыкальным дозированием физической нагрузки в системе физкультурно-оздоровительной работы школьников 11–13 лет в условиях ДРОЦа. Было выявлено, что регулярные занятия на дорожке здоровья в период пребывания детей в ДРОЦе оказывают положительное влияние на снижение диастолического АД и ЧСС в покое, способствуют увеличению ЖЕЛ, показателей адаптационного потенциала, жизненного индекса, а также нормализации вегетативной нервной системы. Также было зафиксировано положительное влияние на психическое и соматическое состояние школьников. При этом определено, что предложенная методика занятий не оказывает существенного оздоровительного воздействия на показатели систолического АД, массы тела, роста, динамометрии кисти. Необходимо отметить, что результаты констатирующего педагогического эксперимента являются основанием для совершенствования и более глубокого изучения оздоровительной эффективности занятий на дорожке здоровья со школьниками в условиях ДРОЦов.

ЛИТЕРАТУРА

1. О президентской программе «Дети Беларуси» на 2006–2010 годы [Электронный ресурс]: [Указ Президента Республики Беларусь от 15 мая 2006 г. № 318] // Эталон-Беларусь / Национальный центр правовой информации Республики Беларусь. – Минск, 2011.
2. Типовое положение детского реабилитационно-оздоровительного центра круглогодичного действия по оздоровлению детей и подростков, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС [Электронный ресурс] / Банк законов: информационный портал Беларуси. – 1994. – Режим доступа: http://www.bankzakonov.com/republic_pravo_by_2010/blockw4/rtf-u5f819.htm. – Дата доступа: 29.01.2012.
3. Статистический ежегодник. 2011 / И.А. Костевич, И.С. Кангро, Е.И. Кухаревич [и др.]; председатель редкол. В.И. Зинковский. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2011. – С. 640.
4. Концепция охраны здоровья в Российской Федерации [Электронный ресурс] / Российский научный центр восстановительной медицины и курортологии. Министерство здравоохранения и социального развития Российской Федерации – 2003. – Режим доступа: <http://www.minzdrav-health.ru/php/content.php?group=215>. – Дата доступа: 01.02.2012.
5. Кривцун, В.П. Инновационные программы физкультурно-оздоровительных занятий на дорожках здоровья с музыкальным дозированием физической нагрузки для детей среднего школьного возраста: метод. рекомендации / В.П. Кривцун, Д.Э. Шкирьянов, Т.В. Литуновская [и др.]. – 36 с.
6. Кривцун, В.П. Музыкальная дорожка здоровья как инновационная форма оздоровления населения / В.П. Кривцун, Д.Э. Шкирьянов // Физическая культура, спорт, здоровый образ жизни в XXI веке: тезисы докладов междунар. науч.-практ. конф., Могилев, 9–10 дек. 2009 г. / УО «МГУ им. А.А. Кулешова»; редкол.: В.В. Трифонова (гл. ред) [и др.]. – Могилев, 2009. – С. 103–106.
7. Проект санитарных норм, правил и гигиенических нормативов «Гигиенические требования к устройству, содержанию и режиму деятельности санаторно-курортных организаций для детей и детей с родителями» [Электронный ресурс] / Министерство здравоохранения Республики Беларусь. – 2009. – Режим доступа: http://www.rcheph.by/ru/catalog/page_17.html?page=38 – Дата доступа: 05.02.2012.

Поступила в редакцию 07.03.2012. Принята в печать 14.06.2012
 Адрес для корреспонденции: e-mail: valkriv@mail.ru – Кривцун В.П.

Инновационные процессы в средней школе в конце XX века

Е.А. Кунцевич

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

В статье раскрываются инновационные процессы, возникающие в сфере образования в конце XX века. В это время появляются новые типы школ – гимназии, лицеи, школы-гимназии и др. В исследовании в сравнительно-сопоставительном плане представлена сущность инновационной работы, осуществляемой в различных типах учреждений, обеспечивающих получение среднего образования. Изучение и анализ альтернативных моделей образовательных систем позволят совершить переход от традиционной модели образования к модели вариативного образования, которое проявляется на институциональном, содержательном и технологическом уровнях. Все они направлены на совершенствование образовательной системы.

Ключевые слова: инновации, инновационное образование, инновационные школы, инновационная система.

Innovation processes in secondary school in the late XX century

E.A. Kuntsevich

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

The article considers innovation processes which appeared in the sphere of education in the late XX century. New types of schools were set up at that time – gymnasias, lyceums, schools-gymnasias etc. The article presents the idea of innovation work in different types of secondary schools from comparative point of view. Study and analysis of alternative models of educational systems makes it possible to transfer from the traditional educational model to the model of varitype education, which manifests itself on the institutional, content and technological levels. All of them are aimed at the improvement of the education system.

Key words: innovations, innovation education, innovation schools, innovation system.

Переход на рубеже XX–XXI веков к инновационной модели образования в отечественной массовой и высшей школе стал значительным явлением. По данным А.М. Саранова, в последнее десятилетие прошлого века 90% образовательных учреждений в той или иной степени были включены в инновационные преобразования [1]. Наиболее успешно и полноценно их развитие, переосмысление, трансформация и активное внедрение в педагогическую практику проходили в школах с высоким инновационным потенциалом.

Образовательные учреждения, возникнув в условиях динамического и нестабильного развития системы образования и общества в целом, как альтернатива массовой общеобразовательной школе и традиционной модели образования, стали создавать модель вариативного отечественного образования. Она позволила педагогам, учащимся и родителям более совершенно в количественном и качественном отношении использовать спектр возможностей для удовлетворения потребностей индивидуально-личностного развития субъектов образовательного процесса.

Инновационная школа с новым статусом, функциями, образовательными стандартами стала своего рода альтернативой, своеобразным опережением традиционной массовой практики. Это образец нового педагогического опыта. Возникновение учебных заведений нового типа обусловлено потребностью теории и практики в повышении уровня общего образования и индивидуальной образованности в изменившихся условиях жизни. Изменилось и содержание понятия «образование». В нем нашли отражение гуманистические тенденции, моральные ценности, эстетические идеалы исторической и национальной памяти. Индивидуальное образование наполнилось такими качественными составляющими, как культурно-деловая компетентность, психологическое и физическое здоровье, экономическое мышление, ответственность за результаты задуманного и сделанного, поддержание народных идеалов и лучших национальных традиций.

Основные задачи, которые призваны решать учебные заведения нового типа, – это формирование интеллектуального потенциала страны, организация благоприятных условий для обра-

зования и развития способных и одаренных детей, укрепление новых форм содержания и методов развивающего обучения с учетом профессиональной направленности, становления новых тенденций социально-культурной национальной школы. Как альтернатива массовой школе, с учетом новых требований, в конце XX века возрождаются лицеи и гимназии.

В связи с этим целесообразно провести сопоставительный анализ данных типов учебных заведений и их инновационных возможностей в образовательной среде Республики Беларусь конца прошлого столетия.

Материал и методы. Материалом для исследования послужили официальные нормативно-правовые документы, связанные с развитием образования, учебные планы, программы Министерства образования Республики Беларусь конца XX века.

Выбор данного периода обусловлен тем, что именно это время включает в себя генезис становления и развития инновационного образования; в течение всего рассматриваемого периода происходило интенсивное развитие данного образования, что нашло свое выражение в существенной модификации его концептуальных основ и появлении качественно новых вариантов осуществления среднего образования. Используются методы исследования общенаучного характера (анализ, синтез, обобщение, сравнение).

Результаты и их обсуждение. Гимназия в современном ее виде представляет среднее общеобразовательное учебное заведение, ориентированное на обучение, воспитание и развитие учащихся, склонных к умственному труду. А это означает, что гимназия, выявив способных к учению детей, дает им возможность освоить базовый компонент содержания образования средней школы, расширяя ее за счет введения в учебный план гимназического и авторского компонентов; готовит учащихся к получению высшего образования, к интеллектуальному творческому труду. Гимназии имеют две гимназические ступени (средняя – 5–8 классы и старшая – 9–11 классы); находятся в постоянном тесном контакте с высшими учебными заведениями. Осуществляется конкурсный отбор преподавателей и учащихся. Потребность в таких учебных заведениях особенно остро возникла в конце XX века. Спектр гимназий в данный период весьма разнообразен.

Гуманитарные гимназии предоставляют наиболее способным учащимся возможность для получения среднего образования повышенного уровня с учетом их познавательных запро-

сов, готовят будущую интеллигенцию. Основной целью таких гимназий является создание условий для полноценного саморазвития учащихся, раскрытия их творческого потенциала, развития способностей и интересов гимназистов, обеспечение получения полноценного гуманитарного образования повышенного уровня. Гимназия, прежде всего, дает широкое общее образование с глубоким знанием иностранных языков. Особое внимание уделяется развитию личности, формированию духовной культуры гимназистов. Одна из важнейших задач – обеспечение такого уровня общего образования учащихся, который нацеливает их на общекультурное и интеллектуальное развитие, позволяет учащимся продолжать образование в вузе, в конечном счете, найти свое место в обществе [2].

Своеобразным учебным заведением стали национальные гимназии. Неисчерпаемым источником знаний о гуманизации души в данных инновационных школах являются этические взгляды Ф. Скорины, М. Гусовского, С. Будного, Симеона Полоцкого, которые помогают развивать творческие способности личности ребенка, возрождая национальное самосознание, осваивать культуру своего народа как части всемирной цивилизации.

Школа-гимназия – это обновленное учебное заведение, сочетающее в себе гимназические и обычные классы. Главной задачей является создание соответствующих условий для воспитания и гармонического развития личности, готовой к созиданию и адекватной реакции на изменение макро- и микросоциума. Важнейшее условие деятельности школы-гимназии в режиме развития – это творческий, подготовленный к инновационным преобразованиям педагогический коллектив, постоянное повышение профессионализма педагогов гимназии через совершенствование системы методической работы.

Об эффективности деятельности школы-гимназии свидетельствует ряд показателей [3]:

- высокий уровень положительной мотивации учебно-познавательной деятельности (по данным школьных психологов рост доли учебно-познавательных мотивов в гимназических классах лишь за первый год составляет 20%);
- рост интереса к школе, учению во всех классах, не только в гимназических;
- стремление не только учащихся микрорайона, но и других поступить в гимназию;
- высокий уровень удовлетворенности родителей учащихся (по данным анкетного опроса работой гимназии удовлетворены 90% родителей);

- высокий процент поступления в вузы и другие учебные заведения;

- высокая оценка членами педагогического коллектива состояния и развития учебно-воспитательного процесса (91% учителей отметили улучшение состояния методической подготовки, 90% – расширили теоретические знания в области педагогики и психологии, 91% – повысили уровень творческой активности, 70% – помогли приобрести навыки личностно ориентированного обучения, 60% – принимают участие в опытно-экспериментальной работе).

В то же время в силу ряда организационных и материально-экономических трудностей инновационные процессы протекали не столь интенсивно, как планировалось. Отмечались некоторые негативные явления в развитии гимназического образования в целом:

1. Стремление сделать гимназию массовым явлением.
2. В большинстве своем в гимназии фактически происходит конкурс родительского внимания к ребенку, родительского социального положения.
3. Некорректным элементом развития гимназий являлось введение в старших классах отраслевой специализации вместо должного углубления школьных предметов и перехода к более высокому уровню содержания образования. Фактически происходила подмена понятий, определяющих вид учебного заведения. Иногда гимназические классы на старшей ступени плавно переходили в лицейские.

Несмотря на сложности процесса переходного периода реформирования гимназии как вида учебного заведения, она вполне состоялась. В большинстве своем это школы, ориентированные на индивидуальное развитие ребенка. Гимназия может выполнять свои основные функции по формированию творческой, интеллектуальной, высококультурной, физически здоровой личности, если ведется работа по следующим направлениям:

- педагогический процесс опирается на теорию педагогики и инновационные технологии;
- гимназия функционирует как саморазвивающаяся система;
- осуществляются научное педагогическое диагностирование и корректировка деятельности педагогического коллектива;
- индивидуализация обучения и воспитания выступает как условие развития способностей учащихся;

- управление гимназией организуется как информационно-педагогическое, психологическое обеспечение эффективности педагогического процесса.

Благодаря слаженной работе ученых, педагогов, учеников и родителей гимназии в современном виде сформировались, заняли нишу в образовательном пространстве и способствуют инновационному развитию подрастающего поколения.

Современные лицеи не имеют исторического прообраза и являются в этом смысле новым видом учебного заведения. Они совпадают с дореволюционными только по названию, поскольку и цели, и логика образования были совершенно другими. Это были строго элитарные учебные заведения закрытого типа, где учебные планы интегрировали гимназический и университетский курсы. Сегодня можно говорить о разнообразии моделей лицеев, каждая из которых имеет свои варианты, достоинства и недостатки. Первая модель – это так называемая третья ступень специализированной школы, старшее звено среднего образования проуниверситетского или проакадемического направления с углубленным изучением ряда предметов, курсов с профессиональной частичной и специальной подготовкой. Они функционируют при высшем учебном заведении и являются его неотъемлемой частью.

Вторая модель, приближенная к классическому царскосельскому образцу, претендует на самостоятельность, самобытность общеобразовательной школы повышенного уровня с гуманитарной направленностью подготовки учащихся.

Третья модель – это учебное заведение специализированного типа, входящее составной частью в академический комплекс как предпрофессиональная ступень, где осуществляется частичная специализация или профессионализация.

Четвертая модель – школа-лицей. В положении о школе-лицее отмечается, что она сохраняет территориальный контингент обучающихся, но на третью ступень принимаются на конкурсной основе учащиеся из других школ района. Вся работа в школе-лицее направлена на то, чтобы в полной мере раскрыть дарования и способности детей с раннего возраста.

Основные цели лицея:

- воспитание достойных граждан Республики Беларусь;
- приобщение учащихся к национальным, общечеловеческим и общекультурным ценностям;

- развитие интеллектуальных возможностей, творческого потенциала личности каждого учащегося;
- подготовка наиболее способных выпускников к продолжению образования в вузах.

Для достижения этого в лицее созданы благоприятные условия. Учебный план предусматривает углубленное изучение ряда предметов. Объединенные усилия педагогов лицея и вузов позволяют создавать уникальные педагогические технологии, атмосферу исследовательской деятельности, переходить от традиционных форм обучения к дискуссиям, лекциям, мастерским, семинарам, тренингам и т.д.

Развитие лицейского образования на базе средней школы имело следующие тенденции:

1. Лицеи не являлись массовыми учебными заведениями.
2. Они имели вполне определенный контингент учащихся, мотивы, способности, склонности которых отвечают целеполаганию этих инновационных школ.

3. Лицеям нужны творческие, мотивированные на новейшие достижения в дидактике и теории воспитания педагоги, которые способны в повседневной практике использовать логику исследовательской и экспериментальной деятельности.

4. Лицейсты вынуждены подтверждать свои знания при переходе на следующую ступень образования – профессиональную.

Современный лицей имеет профессиональную направленность, он позволяет ученикам со школьной скамьи окунуться в атмосферу университетского образования, заниматься научной работой, всесторонне развиваться.

Анализ практической деятельности гимназий и лицеев, а их в Республике Беларусь на 2011–2012 учебный год было 215 гимназий, 29 лицеев, профессиональных лицеев – 111, свидетельствует о том, что динамика традиционного и инновационного педагогического процесса, его внутреннее движение зависят от складывающегося характера отношений между воспитанниками и воспитателями; наличия у взаимодействующих сторон мотивов, способностей и склонностей для реализации его целей и задач, включения в структуру познавательной деятельности не только интереса, но и волевых усилий по достижению запланированных результатов обучения.

Педагогические коллективы инновационных учебных заведений уделяют большое внимание повышению психологической и педагогической культуры, что позволяет преодолевать педагогику требований посредством развития педаго-

гики диалога и сотрудничества. Поиск новых, альтернативных моделей образовательных систем позволяет выделить в становлении и развитии инновационных заведений доминирующие тенденции, которые заключаются в том, что на основе инновационного поиска они осуществляют переход от традиционной модели образования к модели вариативного образования.

На институциональном уровне вариативность образования проявляется в том, что идет интенсивный процесс перехода от отдельных альтернативных школ к системе инновационных учреждений; от монополии государственного образования к сотрудничеству с негосударственными и семейными формами образования; от государственных линий развития типов образовательных учреждений к смешанным линиям развития; в оказании дополнительных образовательных услуг. Единство образовательного пространства обеспечивает стандартизация образования, через общие требования к содержанию образования, как правовая норма. Инновационные школы ориентируются на права ребенка и родителей в выборе образования, приоритет интересов ребенка и его здоровья, на индивидуально-личностную траекторию развития, и, наконец, обеспечивают право учителя на индивидуальный стиль, поиск нетрадиционных методов, приемов, форм, средств и способов профессиональной деятельности.

На содержательном уровне вариативность образования реализуется через переход от предметоцентризма при построении учебных планов к межпредметной интеграции; от монопольных программ и учебников к вариативным; от традиционных форм обучения к введению различных вариантов – дифференцированных и индивидуализированных.

На технологическом уровне вариативность достигается через культуросообразное и научно обоснованное осуществление учебного процесса; через подготовку учащихся и педагогов к работе с информационными потоками.

Инновационные поиски стали качественно иными как по своей стратегии, так и тактике. В педагогическом сообществе произошло осознание того, что инновационные процессы являются основным источником развития образовательной системы, механизмом созидания вариативности в обучении, которые интегрируют традиции и новаторство, являются средством по разработке нового содержания, новых форм организации практической педагогической дея-

тельности и являются движущими силами саморазвития современной школы [4–5].

Заключение. Таким образом, в конце XX века в педагогической реальности формируется инновационная система, реализующая модель вариативного образования с качественно новыми возможностями для удовлетворения разнообразных запросов индивидуального, личностного развития учащихся и предусматривающая:

- обеспечение обязательного освоения в образовании базового стандарта по всем образовательным областям;
- результативность в обучении, превышающую средние показатели в аналогичных образовательных системах;
- углубленное изучение отдельных предметов, возможность выбора предметов, курсов, форм образования;
- ориентацию на концепцию личностно ориентированного образования;
- раннюю диагностику и психологическую поддержку личностного развития детей;
- ориентацию учащихся на продолжение образования в вузах;
- повышенные требования к профессионально-квалификационной подготовке педагогических кадров.

Переход к инновационному образованию всегда связан с ломкой стереотипов педагогического мышления, привычного образа профессиональной деятельности, в рамках которой функция учителя сводится к трансляции социокультурного наследия. Новая модель образования имеет двойственную природу. С одной сто-

роны, она должна быть адаптирована к существующей социально-педагогической ситуации в стране, поскольку базируется на традициях, культурных и национальных особенностях, а с другой – она устремлена в будущее, играет прогностическую функцию. Она не только детерминирована социально-экономическими, духовно-нравственными сторонами жизни общества, но и детерминирует их, активно влияет на базисные основания общества.

Изучение образовательного процесса показывает, что на всех его этапах присутствовали традиции и инновации. Процесс накопления нового знания и нового инновационного опыта хоть и медленно, но шел всегда. Формирование новой педагогической практики осуществлялось путем синтеза традиций и инноваций. Из педагогических традиций, которые когда-то были инновацией, и инноваций, которые затем станут традицией, и соткано образование.

ЛИТЕРАТУРА

1. Саранов, А.М. Теоретические основы становления и развития инновационных образовательных систем: автореф. ... дис. д-ра пед. наук / А.М. Саранов. – Волгоград, 2000.
2. Таран, Р.И. Педагогика гимназического образования: монография / Р.И. Таран. – Гродно: ГрГУ, 2007. – 223 с.
3. Лузгин, М.М. Школа самореализации личности: опыт Боровухской школы-гимназии / М.М. Лузгин, В.И. Кучинский, А.Е. Мелихов; под ред. М.М. Лузгина, А.Е. Мелихова. – Витебск: ИПК и ПРР и СО. – 122 с.
4. Загвязинский, В.И. Инновационные процессы в образовании и педагогическая наука / В.И. Загвязинский // Инновационные процессы в образовании. – Тюмень, 1990. – С. 5–14.
5. Цыркун, И.И. Система инновационной подготовки специалистов гуманитарной сферы / И.И. Цыркун. – Минск: Тэхналогія, 2000. – 326 с.

Поступила в редакцию 13.04.2012. Принята в печать 14.06.2012

Адрес для корреспонденции: e-mail: elenapolotsk@rambler.ru – Кунцевич Е.А.

Развитие начального образования на территории Беларуси во второй половине XIX – начале XX века (на примере церковных школ Полоцкой епархии)

Е.Б. Лавицкая

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

В статье рассматриваются особенности развития начального образования на территории Беларуси на рубеже XIX–XX веков (на примере церковных школ Полоцкой епархии). Представлены достижения и недостатки «старинной» церковной школы, существовавшей до 80-х годов XIX века, в организации учебного процесса, материальном обеспечении школ и снабжении их учебниками и учебными пособиями, составлении программы обучения. Раскрыты условия возникновения и развития церковно-приходских школ и школ грамоты после принятия ключевых документов, касающихся вопросов народного образования («Положение начальных народных училищ», «Правила о церковно-приходских школах»). Проанализированы данные об учительском составе «старинных» церковных школ, церковно-приходских школ и школ грамоты, выявлены проблемы в подготовке особых учителей и динамика улучшения качества учительского состава.

Ключевые слова: церковно-приходская школа, школа грамоты, обучение, приход, начальное образование.

Development of elementary education on the territory of Belarus in the late XIXth – early XXth centuries (on the example of church schools of the Polotsk diocese)

К.В. Lavitskaya

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

In the article features of the development of elementary education on the territory of Belarus in the late XIXth – early XXth centuries (on the example of church schools of the Polotsk diocese) are considered. Achievements and drawbacks of the «ancient» church school, which existed up to the 80-ies of the XIX-th century, in the organization of educational process, in material maintenance of schools, in textbook and manual provision as well as in drawing up school curricula, are presented. Conditions of occurrence and development of parish schools and schools of the reading and writing after acceptance of the key documents, concerning issues of national education («Position of elementary national schools», «regulations on parish schools») are revealed. The data on teachers' staff of «ancient» church schools, parish schools and reading and writing schools are analyzed, problems in training of special teachers and dynamics of improvement of teachers' staff structure quality are revealed.

Key words: parish school, reading and writing school, training, arrival, elementary education.

В настоящее время актуализировались исследования в области исторических наук, в том числе и истории педагогики. Значимым является изучение особенностей дела просвещения предыдущих столетий, позволяющее составить наиболее полную картину о предпосылках становления современной системы образования. В этом отношении интересным и важным периодом изучения является рубеж XIX–XX веков. Именно в этот период основным типом начальных учебных заведений на территории Российской империи, в том числе и Витебской губернии, являлись церковно-приходские школы. Однако эти школы были немногочисленны, не имели хорошо организованного учебного процесса. Благодаря принятию таких важных и основополагающих документов, как «Положение начальных народных училищ», «Правила о церковно-приходских школах», развитие церков-

ных школ получило новый толчок в начале 1880-х гг. В результате выделился ряд противоречий между:

– устройством «старинной» церковной школы и потребностями общества и государства в повышении качества начального образования и создании новой народной школы;

– требованиями к уровню знаний учащихся и низкой степенью подготовленности учителей церковно-приходских школ и школ грамоты;

– потребностями школ в материальной поддержке и реальным уровнем помощи со стороны церкви и государства.

Цель нашего исследования – выявление особенностей развития церковной школы на территории Беларуси в конце XIX – начале XX века.

Материал и методы. Материалом для исследования послужили историко-статистические данные о социально-педагогической деятельности православной конфессии на территории Витебской губернии во второй половине XIX – начале XX века [1–3]. Реализованы методы исследования общенаучного характера (анализ, синтез, обобщение, сравнение), историко-педагогические методы.

Результаты и их обсуждение. Народное образование в Витебской губернии (территория Полоцкой епархии совпадала с территорией Витебской губернии) находилось в руках православного духовенства до издания положения о начальных училищах ведения Министерства Народного Просвещения 1864 года. Точных сведений о числе школ, открытых духовенством до этого времени, и о количестве учащихся в них не сохранилось. Однако есть полное основание думать, что число таких школ было весьма значительно. Так, по Витебскому уезду, как свидетельствует уездный наблюдатель, церковные школы за указанный период были «во всех приходах» [3, с. 2]. Церковно-приходские школы – это начальные школы при церковных приходах, одноклассные (2-годичные) и двухклассные (4-годичные, с начала XX века – 3-годичные). В одноклассных изучали Закон Божий, церковное пение, письмо, арифметику, чтение. В двухклассных школах кроме этого преподавалась история. Обучение в школах грамоты ограничивалось заучиванием молитв, начатками чтения, письма и счета в течение года или двух лет.

Гораздо больше данных сохранилось о внутреннем устройстве «старинных» церковных школ. Особых, специально устроенных зданий эти школы не имели либо имели в очень редких случаях. Школы находились в домах священников, дьячков, пономарей, в церковных сторожках и в лучшем случае – в особых «истопках», находившихся в усадьбах настоятелей церкви и устроенных за их счет. Классная мебель состояла из длинного стола, перед которым с обеих сторон стояли такие же скамьи. На этих скамьях, тесно прижавшись друг к другу, сидели дети и юноши, разделяясь на «азбучников» и «вершников» (читающих «по верхам», т.е. без предварительного складывания букв). Обучением занимались священники, дьячки, пономари, просфорнии или лица, специально приглашенные для обучения, по большей части родственники священников, не находившие себе другого рода службы [4]. Никакого вознаграждения за свой труд учащие от казны не получали. Не бы-

ло никаких пособий и на устройство и оборудование школ, на книги и письменные принадлежности. Все это устроители приобретали за церковный или даже свой личный счет, и все субсидии ограничивались только «доброхотными даяниями» родителей учеников. Зато несложной была программа этих школ. Ученики обучались молитвам, священной истории и катехизису по «начаткам», славянскому и гражданскому чтению, письму, счислению и, обязательно, церковному пению [5]. Ученики были по большей части приходскими, и учење продолжалось только до вечерних сумерек. Расписаний уроков не было: предметы и продолжительность каждого урока зависели от усмотрения учителя. Урочные занятия начинались и заканчивались молитвой. Строго исполнялись также вечерняя и утренняя молитвы. Первые уроки всегда предназначались для занятий по Закону Божию, а затем, в течение дня, преподавались все остальные предметы. Так как программ в церковных школах того времени не было, то объем сообщаемых ученикам знаний определялся или желанием родителей учеников, или степенью подготовленности самих учителей, которые (например, пономари) часто обучали только простой грамотности.

Обучение начиналось со славянской грамоты. После твердого и самого тщательного усвоения славянского алфавита приступали к изучению слогов (по буквослагательному способу). Дело это считалось весьма трудным, и многие из учащихся едва осиливали его в течение года. После заучивания слогов начиналось чтение «по верхам», а также чтение и заучивание слов под титлами. После достаточного усвоения механизма славянского чтения начинали читать и гражданскую печать. Эта работа не представляла для учащихся тех затруднений, какие им приходилось преодолевать при усвоении славянской грамоты. Обучение письму начиналось после достижения достаточного навыка в чтении гражданской печати. Ученики писали немного, но тщательно, так как бумага в то время была достаточно дорогой. Обучение арифметике ограничивалось сообщением со стороны учителя и усвоением со стороны учеников механизма главнейших арифметических действий с целыми числами; в решении задач ученики не упражнялись или упражнялись очень мало. Пение изучалось по слуху и притом исключительно церковное [3, с. 3].

Начиная с 1848 года на помощь духовенству в деле просвещения начинает приходить правительство в лице ведомства государственных

имущества. Заботясь о судьбе так называемых «государственных» крестьян, данное ведомство открывало для них и школы. Этим школ было очень немного (по 2–3 на уезд), зато они были хорошо обеспечены в материальном отношении: для школ открывались особые здания, учителя получали определенное жалование (по 125 рублей в год), ученики содержались в общежитиях за казенный счет.

С начала 1860-х годов направление народного образования в Полоцкой епархии, как и на территории всей Беларуси, существенно изменяется. В качестве главного фактора в этом отношении теперь выступает Министерство Народного Просвещения, прежде ведавшее только высшей, средней и низшей светскими школами. По «Положению о начальных народных училищах» от 14 июня 1864 года ведению министерства были подчинены не только им самим открытые школы и училища ведомства Государственных имуществ, но и «церковно-приходские школы духовного ведомства, открываемые приходским духовенством в городах, посадах и селах, с пособием или без пособия от казны» [3, с. 4]. Этим актом церковным школам и деятельности духовенства по народному образованию был нанесен тяжелый удар. Впоследствии церковные школы стали очень быстро исчезать целыми десятками, а на их месте столь же быстро появились школы нового типа – начальные народные училища Министерства Народного Просвещения. К началу 1880-х годов церковные школы существовали как случайные и крайне редкие.

Фактическое возрождение церковных школ началось в 1880–1883 годах, когда духовенством не без больших усилий были открыты 22 церковно-приходские школы. Издание «Правил о церковно-приходских школах» в 1884 году дало сильный толчок дальнейшему развитию церковных школ в Полоцкой епархии. Уже в этом году духовенством было открыто 20 новых школ, так что общее число церковных школ в 1884 году равнялось 44, причем в этом числе были 43 одноклассные церковно-приходские школы и одна школа грамоты. В 1885 году было открыто 28 одноклассных церковно-приходских школ, так что общее число их стало 71, а через 5 лет, т.е. в 1890 году, всех школ было 204, в том числе 2 двухклассные школы, 144 одноклассные и 58 школ грамоты. В продолжение следующего пятилетия, т.е. с 1890 по 1895 год, число церковно-приходских школ увеличилось только на 11, но

зато число школ грамоты с 58 поднялось до 492. Быстрому увеличению числа школ грамоты способствовала, с одной стороны, крайняя скудость средств в распоряжении духовенства на открытие школ более высшего типа. С другой стороны, крестьянское население поддержало этот тип школ. В Полоцкой епархии сельское население жило по преимуществу небольшими поселками дворов по 5–10, разбросанными иногда на довольно значительные расстояния друг от друга, а при таких условиях самым подходящим являлся именно тип школы грамоты, как школы в высшей степени несложной, рассчитанной на небольшое количество учеников (20–25). А главное – не требующей от крестьян особых затрат на снаряжение учеников одеждой и содержание их в общежитиях, без которых школы грамоты легко могли обходиться. Благодаря этим условиям крестьяне Полоцкой епархии при открытии школ грамоты не только охотно шли навстречу духовенству, но нередко и сами являлись инициаторами в этом деле.

С 1895 по 1909 год увеличение числа церковно-приходских школ идет равномерно и к началу января 1909 года достигает 273. Что же касается школ грамоты, то число их также быстро и равномерно увеличивается, достигая к 1905 году 640, а с 1906 года начинает еще быстрее уменьшаться и к 1 января 1909 года падает до 331. Причины заключались в быстром росте народных училищ Министерства Народного Просвещения, которые открывались Витебской дирекцией народных училищ именно в тех пунктах, где раньше были школы грамоты. Также с 1905 года прекратилось увеличение жалования учителям школ грамоты, окончившим второклассные школы, был уменьшен и размер пособия на школы грамоты с учителями неспособными. Таким образом, этот тип школы, столь симпатичный крестьянству, но не встретивший никакой поддержки со стороны интеллигенции и высших учреждений, занимающихся школьным делом, можно считать обреченным на уничтожение.

Наглядное представление о количественном росте церковно-приходских школ за 1884–1908 годы дает табл. 1.

По сословиям учащиеся в церковных школах почти исключительно были дети крестьян, только немногие из них, особенно в городских школах, принадлежали к другим сословиям: духовных, дворян, мещан, купцов и отставных низших воинских чинов [2, с. 56].

Таблица 1

Количество церковно-приходских школ за 1884–1908 гг.

Год	Наименование церковных школ				
	Второклассные	Двухклассные	Одноклассные	Школы грамоты	Итого
До 1884	–	–	22	–	22
1884	–	–	43	1	44
1885	–	–	71	1	72
1890	–	2	144	58	204
1895	–	9	148	492	649
1900	3	10	190	587	790
1905	6	11	248	640	905
1908	6	11	256	331	604

Таблица 2

Учителя в церковно-приходских школах

Годы	Члены причта	С высшим и средним образованием	Имеющие звание учителя по экзамену	Имеющие звание учителя школы грамоты	Не имеющие звание учителей ц.-пр. школ
1885	48	24	–	–	–
1887	77	42	–	–	19
1890	46	82	7	–	13
1895	14	124	10	–	18
1900	8	191	24	–	4
1905	6	140	169	1	2
1908	4	193	116	4	2

На первых порах существования церковных школ в Полоцкой епархии учительские обязанности в них исполняли по преимуществу члены причта. Так, в 1885–1886 учебном году из 72 начальных школ в 40 школах занимались обучением местные приходские священники. В 8 школах обучали псаломщики под наблюдением местных священников и только в 24 были особые учителя из окончивших духовную семинарию и училище или учительницы из окончивших курс Витебского женского и Полоцкого Спасо-Евфросиньевского училищ. В последующие годы со стороны епархиального училищного совета замечается стремление к увеличению числа особых учителей для церковных школ, процент которых постепенно увеличивается и вместе с тем учительский состав улучшается и качественно.

Гораздо ниже сравнительно с церковно-приходскими школами был состав учителей

в школах грамоты, хотя и он, как увидим далее, постепенно улучшался. Число правоспособных учителей в школах грамоты начинает увеличиваться только после открытия в епархии второклассных школ, предназначенных специально для подготовки учителей для данных школ. Так, с 8% в 1895–1896 учебном году число правоспособных учителей в школах грамоты к 1900–1901 году возрастает до 13%, к 1905–1906 году увеличивается до 36% и к 1 января 1909 года – до 55%.

Преподавание в церковно-приходских школах Полоцкой епархии велось по программам, утвержденным Святейшим Синодом. Успехи учеников с небольшими исключениями были удовлетворительными. Расписание уроков составлялось согласно требованиям программ. Точного же выполнения расписания во всех школах не было из-за занятия школьниками домашним хозяйством и дальности расстояния их

домов от школ, а также невозможности для учителей-священников и отчасти псаломщиков, занятых исполнением духовных треб по приходу, давать уроки по расписанию [1, с. 44]. Классные занятия начинались в 8.30 утра и продолжались до 13.00 с небольшими промежутками для отдыха. Послеобеденное время, с 16.00 до 20.00, в школах с общежитиями и ночлежными приютами посвящалось приготовлению уроков, чтению и церковному пению. В школах без общежитий дети после обеда занимались от 2 до 4 часов и затем расходились по домам. При этом некоторое время выделялось девочкам на рукоделие. В школах Войханской Городокского уезда и Межевской Полоцкого уезда мальчики в послеобеденное время обучались: в первой – столлярному, во второй – кузнечному и слесарному делу под руководством особо нанятых мастеров.

Серьезных проступков, выражающих нравственную испорченность, учащиеся не совершали, кроме обычных: лености, ссор, драк, против которых из дисциплинарных мер практиковались выговоры, замечания, удаления провинившихся от товарищей во время игр, стояние в углу, лишение отпуска домой. Жестокие же меры и наказания вовсе не употреблялись. Чтобы воспитать в детях любовь к святой церкви, ее уставам и священнодействиям и развить в них добрые христианские чувства, воспитание велось в строго церковном духе. Во всех школах ученики ходили на богослужения в воскресные, праздничные и торжественные дни и под надзором учителей и священников участвовали в чтении и пении на клиросе с выполнением при этом и пономарских обязанностей. Церковный характер принимали и повседневные утренние и вечерние молитвы детей [1, с. 45]. Во многих школах кроме обычного классного пения молитв образовались церковные хоры, поющие все церковные службы в местных храмах.

При изучении предметов церковной школы учителя религиозно-нравственное воспитание учащихся старались соединить с практическим усвоением сведений по каждому из предметов. На уроках Закона Божия внимание учеников обращалось преимущественно на факты, которые имели нравственное применение к жизни. С этой целью приводились примеры из жизни святых и из практики современной жизни. Вступлением к изучению Закона Божия было

усвоение учащимися главных истин религии о Боге и Его сущности [1, с. 47].

В отношении снабжения учебниками церковные школы Полоцкой епархии имели некоторый недостаток только на самых первых порах своего существования. С 1887–1888 г. начинается снабжение церковных школ епархии учебными книгами за счет училищного совета при Святейшем Синоде. С 1892 года книги для школ Полоцкой епархии стали высылаться из специально открытого училищным советом при Святейшем Синоде склада. С этого времени церковные школы почти уже никогда не испытывают недостатка в учебниках, кроме, конечно, исключительных случаев (например, при пожарах в школе, при затруднениях в доставке книг из складов и т.д.).

Снабжение церковных школ библиотеками для внеклассного чтения было также всегда предметом особого внимания для церковно-приходской администрации Полоцкой епархии. Наравне со школьными библиотеками в деле внешкольного образования народа в Полоцкой епархии большое значение имеют также чтения для народа, устраиваемые при школах. Справедливости ради требует сказать, что в отношении чтений для народа большую роль всегда играли скромные школы грамоты и не только в количественном, но и в качественном отношении. Чтения были особенно симпатичны, так как они всегда имели домашний и как бы семейный характер. Всякой официальности эти чтения были лишены и поэтому сельское население обыкновенно принимало в них самое живое участие.

Школы ведения Министерства Народного Просвещения по количеству чтений значительно отодвигаются церковно-приходскими, где чтений на одну школу было в 2 раза больше, и даже стоят ниже школ грамоты, в которых чтений было в 1,5 раза больше [1, с. 23].

Заключение. Таким образом, начальное образование в церковных школах, существовавших до 80-х годов XIX века, имело недостатки в организации учебного процесса, в материальном обеспечении школ и снабжении их учебниками и учебными пособиями, составлении программ обучения. Принятие в 1864 году «Положения о начальных народных училищах» привело к массовому закрытию церковно-приходских школ и распространению школ нового типа – начальных народных училищ Ми-

нистерства Народного Просвещения. Фактическое возрождение церковных школ началось в 1880–1883 годах, а издание «Правил о церковно-приходских школах» в 1884 году дало сильный толчок дальнейшему развитию церковных школ в Полоцкой епархии. В результате, вместе с увеличением численности церковных школ практически исчезли проблемы со снабжением школ учебниками и учебными пособиями, уровень подготовки учителей стал значительно выше, получило развитие внешкольное образование.

При всем этом церковную школу никак нельзя считать безрезультатной, не говоря уже о том, что она все-таки давала значительное число грамотных людей и тем удовлетворяла насущные потребности своего времени. Несомненная и очень крупная заслуга «старинной»

школы состоит в том, что она подготовила почву для современной школы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Отчет о состоянии церковно-приходских школ полоцкой епархии за 1889–1890 учебный год и деятельности совета Витебского епархиального братства святого равноапостольного князя Владимира. – Витебск: Типо-литография Г.А. Малкина, 1891. – 76 с.
2. Отчет Полоцкого епархиального училищного совета о церковно-приходских школах и школах грамоты Полоцкой епархии за 1893–1894 уч. год. – Витебск: Губернская типография, 1895. – 94, [8] с.
3. Серебренников, Н. Краткий историко-статистический очерк развития церковной школы Полоцкой епархии за 1884–1909 гг. / составил Полоцкий епархиальный наблюдатель церковно-приходских школ протоиерей Н. Серебренников. – Витебск: Губернская типография, 1909. – 26 с.
4. Капранова, В.А. История педагогики: учеб. пособие / В.А. Капранова. – М.: Новое знание, 2007. – С. 96.
5. Латышина, Д.И. История педагогики. Воспитание и образование в России (X – начало XX века): учеб. пособие / Д.И. Латышина. – М.: ФОРУМ, 1998. – С. 316.

Поступила в редакцию 27.03.2012. Принята в печать 14.06.2012
 Адрес для корреспонденции: e-mail: eka2147@mail.ru – Лавицкая Е.Б.

Технология развития творческой личности будущих педагогов-музыкантов в студии эстрадной песни

В.А. Доморацкий

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

Предложенная в настоящей статье технология развития творческой личности будущих педагогов-музыкантов в студии эстрадной песни включает психологические и дидактические предпосылки, базируется на принципах: пропедевтической направленности, диалогичности, единства индивидуализации и дифференциации обучения по овладению профессиональными умениями и навыками: предполагает использование традиционных методов, методов проблемно-творческого характера, методов создания специальных ситуаций, методов организации творческой деятельности, методов стимулирования к активному освоению приобретенных знаний.

Данная технология включает три этапа: информационный, репродуктивный и продуктивный. Основной формой реализации настоящей технологии является студия эстрадной песни.

Ключевые слова: технология развития творческой личности, психологические и дидактические предпосылки, общедидактические и психологические принципы, методы обучения, студия – форма обучающего развития, этапы использования социальной технологии в профессиональной деятельности.

Technology of the development of the creative personality of would be music teachers in a stage song studio

V.A. Domoratski

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

The technology of the development of the creative personality of would be music teachers in a stage song studio, which is presented in the article, includes psychological as well as didactic conditions; it is based on the principles of propedeutic direction, dialogue base, unity of individualization and differentiation of teaching students to master professional skills: it presupposes the use of traditional methods, problem and creative methods, methods of creating special situations, methods of setting up creative activity, stimulation methods to master the acquired knowledge. The technology includes three stages: the information, the reproductive and the productive ones. Main form of the implementation of the technology is the stage song studio.

Key words: technology of the development of creative personality, psychological and didactic conditions, general didactic and psychological principles, teaching methods, studio as a form of instructive development, stages of using social technology in professional activity.

На современном этапе общественного развития в сфере образования происходит переосмысление педагогических ценностей, возникает необходимость поиска новых технологий развития личности, наиболее полного раскрытия ее творческого потенциала. В настоящее время решение проблем образования невозможно без серьезных изменений в системе подготовки учителя, так как именно он является носителем и проводником новых педагогических идей. Школа как никогда нуждается в атмосфере доверия, творчества и уважения к личности, которую может привнести с собой современный учитель музыки. Педагог должен быть для детей не только носителем некоей суммы знаний по музыкальному искусству, но и яркой интересной личностью, умеющей уста-

навливать и развивать с ними доброжелательные отношения.

Проблема использования психолого-педагогических технологий в практической профессиональной деятельности преподавателя является чрезвычайно актуальной в современных условиях. Анализ педагогической практики выявил несколько тенденций в вопросе использования психолого-педагогических технологий для решения различных социальных проблем, в том числе эстетического развития студентов.

Настоящая статья посвящена рассмотрению технологических основ стратегии, совокупности тактик и техник выбора и применения соответствующего комплекса средств, способов, методов и форм развития творческой личности педагога-музыканта. Цель – теоретическое обоснование организации и эффективности

применения в условиях студии эстрадной песни технологии развития профессиональных навыков студентов-музыкантов.

В большинстве работ исследователей (Б.А. Воронович, Г.И. Иконникова, М. Маркова, И.Н. Семенова, Н. Стефанова, В.М. Шепеля и др.) рассматривается феномен социальной технологии через призму технологизации общественного знания и его прикладного использования в практической деятельности. В исследованиях В.Н. Иванова, В.Н. Князева, В.И. Стрюковского, В.М. Шухардина и др., появившихся в последнее время, делаются попытки анализа сложившихся подходов к определению сущности и проведения типологии различных видов социальных технологий. Ученые А. Бьюитан-дам, Г. Поппель, И. Пенегс, Б. Санто и др. видят технологию прежде всего как инструментарий практической деятельности, направленный на решение насущных социальных проблем.

С нашей точки зрения, для разработки проблемы развития творческой личности будущего педагога-музыканта особый интерес вызывают исследования, в которых социальные технологии представлены как эффективный способ личностного развития.

М.В. Кларин, анализируя зарубежный опыт использования педагогических технологий в учебном процессе, исследует проблему социальной технологии в рамках педагогической практики, прежде всего направленной на совершенствование форм и методов обучения. Неоднозначность трактовки понятия «социальная технология» и производного от него понятия «педагогическая технология» требует их уточнения в целях определения четких границ применения в преломлении к разрабатываемому нами педагогическому феномену – *творческая личность педагога* [1–2].

А.П. Ситников выделяет основной, наиболее продуктивный подход, в соответствии с которым «технология – упорядоченная основа совокупности действий, способ ее организации в определенную целенаправленную последовательность» [3].

Признавая правомерность данного определения, на наш взгляд, следует выделить основные параметры понятия педагогической технологии:

- целенаправленность воздействия со стороны преподавателя на учебный процесс, его этапы и на студентов как субъектов обучения;
- системность, организованность данного взаимодействия;
- комплексный характер воздействия;

- психологическая и просоциальная направленность;

- высокая эффективность процесса.

Технологическая организация педагогического воздействия состоит в использовании соответствующей стратегии (конкретной модели воздействия) и тактики (в эксплуатации соответствующих уровней учебного взаимодействия), а также в выборе адекватного учебной ситуации набора средств, способов, методов, приемов и форм развития [2, 4].

Поскольку будущие педагоги – это специалисты системы «человек–человек», подготовка их к профессиональной деятельности предполагает два содержательных компонента: социально-психологический и собственно музыкальный. Обратимся к их рассмотрению.

Социально-психологическая подготовка предусматривает, по нашему мнению, формирование и развитие у выпускников следующих качеств:

- умения и навыки установления контактов с людьми, необходимые для межличностных отношений;

- умения и навыки эстетического влияния на партнера по взаимодействию;

- умения и навыки психической саморегуляции в связи с необходимостью управления собой во время концертной и конкурсной деятельности, настроя на предстоящее выступление, снятия негативных психических состояний, аккумуляции психической энергии во время выступления перед зрителями, регулирование физических параметров своего голоса и т.п. [5].

Анализ психолого-педагогической, методической и музыкальной литературы позволил определить содержание музыкально-творческой подготовки, которая состоит из следующих компонентов [6]:

- подготовка вокалиста от начального до свободного владения певческим аппаратом;

- творческая интерпретация музыкального произведения с учетом музыкального жанра;

- художественно-творческая деятельность;

- конкурсно-исполнительская деятельность;

- общественно полезная деятельность;

- саморазвитие в процессе исполнительской деятельности.

Материал и методы. Основной формой обучающего развития явилась студия эстрадной песни «Шанс» УО «Витебский государствен-

ный университет им. П.М. Машерова», созданная в 1993 году.

Результаты и их обсуждение. Общеизвестно, что внеаудиторные занятия располагают большими возможностями для всесторонней подготовки специалистов. Само слово «студия» обладает достаточно ощутимой притягательной силой, и поэтому сегодня это один из популярных и распространенных типов молодежных объединений в учреждениях образования. Итальянское «studio» образовано от латинского «studeo», что означает «усердно работаю, занимаюсь, изучаю». Слово «студия» первоначально обозначало специально оборудованное помещение, мастерскую художника-мастера, где рядом с ним трудились его ученики. В настоящее время *студия* определяется чаще всего как творческий коллектив единомышленников, который может сочетать в своей деятельности учебные, экспериментальные и производственные задачи. Общеизвестно, что наиболее высокие успехи в воспитании и образовании достигаются в тех случаях, когда работа личности над собой осуществляется на фоне коллективной деятельности. Наличие в коллективе общих интересов и целей оказывает существенное влияние на становление мотивационной сферы личности каждого студента, повышает интерес к обучению, развивает организаторские и творческие способности. Для становления коллектива необходима совместная деятельность, в которой могут быть созданы ситуации, требующие коллективного напряжения, преодоления. Это помогает раскрыть студенту качества, порой неожиданные для него самого.

На всех стадиях развития коллектив спланируют традиции – устойчивые формы коллективной жизни. В нашей студии эстрадной песни такими традициями являются репетиции, совместные концертные выступления, участие в конкурсах и фестивалях, творческие встречи с профессиональными представителями жанра популярной музыки, коллективное сочинение текстов и музыки к различным мероприятиям. Современные эстрадные коллективы отличает стремление к развитию индивидуальности исполнителя. В связи с этим руководителю нужно использовать самые разные способы и средства, чтобы обеспечить подобное развитие.

Представляемая технология базируется на следующих **предпосылках**, реализующихся в процессе творческого взаимодействия в условиях студии эстрадной песни.

Психологические предпосылки:

- приоритет чувственного восприятия окружающего мира;
- креативность, значимость порождения чего-то качественно нового, отличающаяся неповторимостью и оригинальностью;
- эмоциональное доверие;
- эстетизм, ориентированность на область художественной деятельности людей.

Дидактические предпосылки:

- активно положительное отношение к студентам;
- нравственная доминанта – соответствие нравственным ценностям добра, справедливости, милосердия;
- сознательная договоренность о сотрудничестве.

Предлагаемая технология базируется на общедидактических и психологических **принципах**:

- принцип пропедевтической направленности – создание необходимых условий для дальнейшего профессионального роста;
- диалогичности – актуализация личностных функций обучающихся студентов и накопление ими опыта рефлексии реализуемой деятельности;
- единства индивидуализации и дифференциации обучения по овладению профессиональными умениями и навыками.

С учетом синтетического характера вокально-хорового и театрального искусства, их специфических особенностей в процессе формирования личности будущего педагога-музыканта мы используем систему **методов обучения**, которая включает в себя 5 групп, каждая из которых имеет свое функциональное предназначение: традиционные методы (словесные, наглядные, практические); методы проблемно-творческого характера (создание проблемных ситуаций, постановка учебных проблем); методы «погружения» в среду художественных образов и музыкально-эстетических ценностей; методы организации творческой деятельности; методы стимулирования к активному освоению необходимых профессионально-педагогических качеств (игровые, соревновательные ситуации) [7].

Группа **традиционных методов** позволяет накопить знания в области освоения вокальной техники и о приемах актерско-сценического мастерства; организовать певческую деятельность, развить навыки эстрадного исполнения.

Группа **методов проблемно-творческого характера** активно применяется на всех этапах

формирования артистизма личности будущего педагога-музыканта. На занятиях в студии создаются проблемные ситуации сопоставления и сравнения сходных или контрастных образов в песнях различных жанров; выявляются наиболее целесообразные выразительные средства для передачи драматургии вокальной композиции.

Группа **методов создания специальных ситуаций «погружения»** в определенную музыкально-эстетическую среду способствует через систему переживаний, заложенных в образном содержании песен, созданию определенной атмосферы на репетиции. Прослушивание аудиозаписей и просмотр видеороликов направлены на освоение особенностей музыкальной культуры различных стилей и направлений.

Методы организации творческой деятельности – обширная концертно-исполнительская практика, помогающая реализовывать и закреплять приобретенные профессионально-педагогические навыки на публике, совместный поиск песенного репертуара, целенаправленное восприятие результатов творческой деятельности.

Методы стимулирования к активному освоению приобретенных навыков содействуют эффективному решению поставленных профессиональных и творческих задач. Создаются соревновательные ситуации в процессе работы над песней (рождение собственных аранжировок и обработок), осваиваются педагогические приемы и широко используются импровизации при исполнении песен джазового и народного характера, то, что стимулирует успех. Так, успешное выступление на университетском фестивале студенческого творчества дает возможность участия в областном, а затем и на межрегиональном фестивале «Студенческая весна».

Следует отметить, что использование определенной социальной технологии в профессиональной деятельности предполагает наличие этапности. Она включает **три этапа**:

– **информационный**, или объяснительно-иллюстративный. На этом этапе важна устойчивая нацеленность на передачу информации, в сочетании с отсутствием обратной связи. На начальном этапе обучения вокалистов внимание педагога чаще всего обращено не на творческий аспект, где проявление продуктивных методов вполне естественно и целесообразно, а на освоение начальных технологических певческих навыков, профессиональных стандартов, составляющих каркас рациональной певческой

техники. Освоение начальных певческих навыков – главная цель преподавания на этом этапе работы. **Задачами** первого этапа являются:

- тренировка психофизического голосового аппарата;
- формирование «театрального мышления»;
- обогащение духовной культуры будущего учителя, ориентация студента на экзистенциальные ценности; обеспечение опыта созерцания произведений.

Выполнение этих задач предполагает реализацию таких заданий, как: знакомство с лучшими образцами современных популярных и народных песен; общение с профессионалами – представителями этого вида творчества, общение со сверстниками, обеспечивающее самоутверждение в референтной группе; копирование манеры известного исполнителя; ритмически и интонационно точное пропевание заданных музыкальных фраз;

– **репродуктивный** этап. На данном этапе устанавливается устойчивая обратная связь между студентом и педагогом. Это означает, что педагог обеспечивает воспроизведение тех знаний, которыми он поделился со студентом. Высшим критерием оценки успешности обучения на этом этапе является способность участника коллектива воплотить задуманное художественным руководителем в репетиционном процессе и концертно-конкурсной деятельности. Устанавливается порядок работы над музыкальным текстом. Студент-исполнитель осваивает информацию на технологическом уровне, воспринятую из прослушанного музыкального фрагмента, из нот произведения, из прошлого вокально-исполнительского опыта. Преподаватель озабочен тем, чтобы студент как можно точнее воспроизводил освоенную информацию.

По мере формирования певческого аппарата, с развитием умения управлять им, повышением уровня исполнительского мастерства репродуктивные методы начинают уступать место продуктивным, более адекватным для решения творческих задач и воспитания самостоятельности художественного мышления, без чего формирование полноценного исполнителя невозможно.

Задачи этого этапа:

- освоить технику работы с микрофоном;
- сформировать практические вокально-исполнительские навыки;

– отобразить элементы музыкально-художественной выразительности и научить их использовать;

- развивать воображение;
- выработать навыки перевоплощения.

Эти задачи могут быть решены в ходе выполнения следующих заданий: анализ творчества популярных зарубежных, российских и белорусских исполнителей и групп; поиск различных аранжировок известных песен; на основании расшифровки нотного текста или прослушанного музыкального материала исполнение произведения в соответствии с его поэтическим содержанием;

– **продуктивный** этап. Он характеризуется тем, что педагог не только дает знания, но и создает условия, подталкивающие студента к самостоятельному решению творческих задач. Обучающийся на этом уровне осуществляет учебно-познавательную деятельность, главной отличительной чертой которой является самостоятельный поиск музыкально-художественных и технических решений. На этом этапе активно развиваются творческое мышление, самостоятельность студента, его способность к самообучению. Освоение технических навыков и умений, способность эффективно их применять требуют активного самостоятельного мышления. Схожие умения необходимы и при разучивании музыкального произведения.

Задачи третьего этапа:

- развивать музыкальные способности студентов;
- организовать ситуации совместной созидательной творческой деятельности, демонстрации результатов творческого процесса, совместной реализации проектов;
- систематически обучать способам решения творческих задач в ходе совместной или индивидуальной художественной деятельности;
- формировать специфическое проектное мышление;
- развивать самостоятельную осмысленную эстетическую позицию.

Задания этого этапа преимущественно творческого характера: разучивание и исполнение сольных песен, отдельных эпизодов и запевов; собственные интерпретации популярных эстрадных произведений.

С целью применения этих видов заданий могут быть предложены и другие внеаудиторные формы музыкально-эстетического воспитания: а) концерты; б) вечера; в) фестивали; г) конкурсы и смотры; д) традиционные наци-

ональные праздники, посвященные развитию национального музыкального искусства белорусского народа.

Разработанная в течение ряда лет технология развития творческой личности будущих педагогов-музыкантов дает прекрасные показатели результатов конкурсно-исполнительской деятельности студентов-солистов студии эстрадной песни, такие, как:

- получение звания Лауреата республиканского фестиваля белорусской песни и поэзии (Молодечно, 1994);
- получение специального Приза Министерства культуры Республики Беларусь на телевизионном конкурсе «Зорная ростань» (Гродно, 1998);
- получение Приза зрительских симпатий республиканского фестиваля белорусской песни и поэзии (Молодечно, 1998);
- получение звания Дипломанта международного фестиваля студенческого творчества «Евроналия-2002» (Польша, 2002);
- получение званий лауреатов и дипломантов республиканского и областного фестивалей «Студенческая весна» (Витебск, 1993–1999, 2010);
- получение звания дипломанта Республиканского фестиваля самодеятельного художественного творчества учащихся ПТУ, ссузов и студентов высших учебных заведений «Артвакацыі» (Минск, 2006);
- получение званий лауреатов областного конкурса молодых исполнителей популярной песни «Песни юности наших отцов (Орша, 2010, 2011);
- участие в финале Республиканского конкурса молодых талантов «Зорка ўзышла над Беларуссю» (Молодечно, 2010);
- получение дипломов участников международного студенческого телевизионного интернет-конкурса «Нововидение 2011» (г. Смоленск);
- участие в телепроекте ОНТ «Академия талантов» (г. Минск, 2011, 2012).
- концертные выступления в общеобразовательных школах г. Витебска и Витебского района;
- концертные выступления перед студентами вузов городов Смоленска (Россия), Минска и Витебска;
- ежегодные выступления в дни празднования государственных и вузовских юбилеев;
- записи на радио и телевидении;
- участие в традиционных национальных праздниках белорусского народа.

Заключение. Следует отметить, что применение вышеуказанной технологии способствует развитию музыкально-творческой деятельности студентов, воспитанию таких личностных качеств будущих педагогов, как требовательность, терпение, выдержка, стремление к совершенствованию, увлеченность, общительность, организаторские способности. Таким образом, внеаудиторная деятельность, интегрируясь с системой образования в целом, дает возможность студенту выработать целый ряд социально-психологических и профессиональных музыкальных умений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Социальные технологии: толковый словарь / под ред. Н.В. Иванова. – М., 1995. – С. 290.
2. Кларин, М.В. Педагогические технологии в учебном процессе (анализ зарубежного опыта) / М.В. Кларин. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – С. 196.
3. Ситников, А.П. Акмеологический тренинг: Теория. Методика. Психотехнологии / А.П. Ситников. – М.: Технологическая школа бизнеса, 1996. – С. 185.
4. Кириченко, А.В. Современные психологические технологии влияния на личность в профессиональных целях / А.В. Кириченко. – Минск: «Тесей», 2003.
5. Блох, О.А. Эстетико-воспитательный процесс в музыкальных ансамблях: учеб. пособие / О.А. Блох. – М.: МГУК, 1998. – 131 с.
6. Зубра, А.С. Педагогические основы формирования культуры личности студента высшей школы: автореф. ... дис. д-ра пед. наук / А.С. Зубра. – Минск, 1996. – 35 с.
7. Гарипова, Г.А. Театральная педагогика в хоровом классе / Г.А. Гарипова // Музыка и педагогика: сборник статей, посвященный 125-летию КГПУ. – Казань: КГПУ, 2001. – С. 113–118.

Поступила в редакцию 20.04.2012. Принята в печать 14.06.2012
Адрес для корреспонденции: e-mail: domik6363@mail.ru – Доморацкий В.А.

Состояние сформированности ценностного отношения к здоровью у выпускников школ

А.И. Новицкая

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

В статье рассматривается вопрос сформированности у учащихся общеобразовательных школ ценностного отношения к своему здоровью. Несмотря на одиннадцатилетний период занятий на уроках физической культуры, у почти половины старшеклассников, участвовавших в анкетировании, личностная значимость здоровья занижена или очень низкая, в иерархии потребностей и ценностей здоровый образ жизни еще не занимает достойное место. В качестве причин такого состояния автор выделяет: низкую эффективность теоретической подготовки учащихся на уроках физкультуры, отсутствие интереса у учащихся к получаемой информации о здоровье и восприятию ее как полезной, недостаточное позитивное влияние на образ жизни школьника таких источников знаний о ЗОЖ, как родители, друзья и средства массовой информации.

Ключевые слова: здоровье, ценностное отношение, физическая культура, здоровый образ жизни, учащиеся.

Formation status of value oriented attitude to health of school leavers

A.I. Novitskaya

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

The article considers the issue of the formation of value oriented attitude to their health of schoolchildren. In spite of the eleven year course of physical training almost half of school leavers, who participated in the questionnaire, demonstrated lowered or even very low personality based significance of health; in the hierarchy of the requirements and values healthy way of life does not take a significant place. As the reasons of this situation the author singles out low efficiency of theoretical training of students at PT classes, lack of students' interest in the information about health as well as in understanding it as useful, insufficient positive impact on the way of student's life of such sources of knowledge as parents, friends and mass media.

Key words: health, value oriented attitude, physical culture, healthy way of life, students.

Ценностное отношение к здоровью у детей школьного возраста представляет собой интегрированное личностное образование. Оно характеризуется совокупностью осознанных на личностно-смысловом уровне представлений о ценности здоровья и здорового образа жизни, проявлением ответственного и бережного отношения к здоровью своему и других людей, умением выбрать собственную линию поведения и деятельности, ориентированную на приоритет здоровья как общечеловеческой жизненной ценности, способность адекватно оценивать свои достижения по сохранению и укреплению здоровья [1].

В системе общечеловеческих жизненных ценностей здоровью принадлежит основополагающее место. В современной системе воспитания детей уделяется важное внимание вопросам сохранения и укрепления здоровья ребенка, подчеркивается необходимость формирования здорового образа жизни. Основы здорового образа жизни человека, ценностное отношение к здоровью должны закладываться уже на начальном этапе школьного обучения, так как в

этот период дети особенно восприимчивы к воспитательным воздействиям. Это связано с интенсивным социальным развитием психики и ее основных подструктур, изменением образа жизни детей, новыми интересами и обязанностями, потребностями, важнейшей из которых становится потребность в обучении, приобретении новых знаний, умений и навыков [2–4].

Актуальность проблемы сохранения и укрепления здоровья в настоящее время не только не снижается, а, наоборот, с каждым годом возрастает. Очевидно, что проблема формирования ценностного отношения к здоровью у детей младшего, среднего и старшего школьного возраста требует дальнейшего исследования.

Данные обстоятельства определили цель нашего исследования: изучение состояния сформированности ценностного отношения к своему здоровью у выпускников школ и выявление факторов, его обуславливающих.

Материал и методы. В исследовании, которое проводилось в 2010–2011 учебном году, были задействованы учащиеся 11 классов двух

средних учреждений образования г. Витебска. По этическим соображениям и для более объективной оценки состояния исследуемой проблемы мы не указываем номера школ, а обозначаем их условно (УО-1 и УО-2). Учащиеся опрашивались по специально разработанной анкете [5], которая включала 7 расширенных вопросов и ключ для их анализа. Используя ключ для обработки данных анкетирования, выявлялись показатели: личностная ценность здоровья, оценка роли поведенческого фактора в охране и укреплении здоровья, соответствие распорядка дня учащегося требованиям здорового образа жизни (ЗОЖ), адекватность оценки учащимся своего образа жизни и его соответствие ЗОЖ, отношение к информации, связанной со здоровьем.

Результаты и их обсуждение. При исследовании уровня личностной значимости здоровья каждому респонденту предлагалось несколько условий – «наиболее важных для счастливой жизни человека», которые следовало оценить от 1 до 8 баллов (по степени важности для себя). Среди этих условий было также и «быть здоровым», по оценке которого и определялась его личностная значимость для каждого ученика. Анализ результатов анкетирования показал, что только 42,9% учащихся одной школы и 55,6% другой отмечают высокую личностную значимость здоровья (табл. 1).

Оценка учащимися роли поведенческого фактора в охране и укреплении здоровья также у большинства учащихся оказалась заниженной (табл. 2).

Полученные результаты обращают внимание на высокий процент учащихся, имеющих недостаточное понимание роли поведенческой активности в сохранении и укреплении своего здоровья. В результате, оценка учащимися роли собственного поведенческого фактора в охране и укреплении здоровья показала ее неоднозначность у респондентов разных школ.

Используя очередной ключ анкеты, мы проанализировали ответы учащихся на вопрос: «Что из перечисленного (утренняя зарядка, завтрак, обед, ужин, прогулка на свежем воздухе, занятия спортом, душ, сон не менее 8 часов) присутствует в твоем распорядке дня и как часто?». Это позволило выявить у каждого респондента показатель соответствия распорядка дня требованиям ЗОЖ, что отражено в табл. 3. Полученные результаты показывают, что режим дня, в полной мере соответствующий требованиям ведения ЗОЖ, наблюдается у сравнительно небольшой части обследованных старшеклассников одной и другой школы, соответственно у 28,6% и 11,1%. Для большинства школьников режим дня не связывается с активными компонентами, характерными для здорового образа жизни.

Затем мы выявляли показатели адекватности самооценки учащимися своего здорового образа жизни и соответствие его общепринятым представлениям об этом и требованиям.

Таблица 1

Личностная значимость здоровья для учащихся 11 классов (в %)

Показатели отношения к здоровью	УО-1	УО-2
Высокая личностная значимость здоровья (6–8 баллов)	42,9	55,6
Недостаточная личностная значимость (4–5 баллов)	14,3	22,2
Низкая значимость здоровья (менее 4 баллов)	42,9	16,7

Таблица 2

Понимание учащимися роли поведенческой активности в сохранении и укреплении собственного здоровья (в %)

Оцениваемый показатель	УО-1	УО-2
Понимают роль поведенческой активности в сохранении и укреплении здоровья	42,7	38,9
Недостаточное понимание роли активности в сохранении и укреплении здоровья	14,2	38,8
Отсутствие понимания роли активности в сохранении	42,7	22,2

и укреплении здоровья		
-----------------------	--	--

Таблица 3

Соответствие распорядка дня учащихся требованиям ЗОЖ (в%)

Показатель соответствия	УО-1	УО-2
Полное соответствие	28,6	11,1
Неполное соответствие	57,1	66,7
Несоответствие	14,3	22,2

Таблица 4

Источники информации для учащихся о здоровье (в%)

Источники	УО-1	УО-2
В школе	100	100
От родителей	100	100
От друзей	85,7	72,2
Из книг и журналов	57,2	83,4
Из передач радио и телевидения	71,4	100

Таблица 5

Работа по охране и укреплению здоровья, проводимая в школе (в %)

Ответы учащихся	УО-1	УО-2
Уроки на тему ЗОЖ	71,4	11,1
Беседы о том, как заботиться о здоровье	28,6	–
Показ видеофильмов о здоровье	57,1	5,6
Спортивные соревнования	57,1	33,3
Викторины, конкурсы	57,1	16,7
Праздники и тематические вечера	28,6	16,7
Дни здоровья	85,7	83,3
Спортивные секции	57,1	33,3

Самооценка своего образа жизни (на его соответствие ЗОЖ) у учащихся школ оказалась разной, но в каждом случае у большинства наблюдалась несформированность четких представлений и знаний о ЗОЖ. В частности, по данным исследования в одной школе адекватная самооценка была характерна большинству учащихся (71,4%), а в другой школе – оказалась лишь у 33%. У остальных учащихся обеих школ достаточно большое количество респондентов (28,6% и 38,8%) имели недостаточно адекват-

ную и в УО-2 38,8% неадекватную самооценку здорового образа жизни.

Несмотря на полное или частичное несоответствие требованиям ведения ЗОЖ учащиеся считают, что частота и содержание различных режимных моментов в их образе жизни достаточны для поддержания здоровья; другие наоборот, имея достаточно активный двигательный режим в жизни, недооценивают его соответствие ЗОЖ. Это свидетельствует о недостаточном понимании данной группой учащихся

ся сущности ЗОЖ в целом и содержания основных его компонентов в частности.

Также одной из существенных причин такого положения выступает отсутствие интереса у учащихся к получаемой информации, связанной со здоровьем, и восприятию ее как полезной.

По данным анкетирования все учащиеся отметили, что кто «часто», кто «иногда» получают эту информацию из разных источников. Количество респондентов, указавших в анкете на тот или иной источник информации, представлено в табл. 4.

Среди различных источников информации, из которых учащиеся чаще всего узнают о том, как заботиться о здоровье, наибольшее число респондентов обеих школ указали на родителей и школу.

При этом очередной вопрос анкетирования показал, что лишь третья часть всех респондентов (28,6% в УО-1 и 27,8 в УО-2) относятся к информации, связанной со здоровьем, как «очень интересной и полезной»; около 40% учащихся одной и другой школы (42,8% и 44,4%, соответственно) воспринимают ее «интересной, но не всегда»; остальные же считают ее «не очень интересной» или вообще «не интересной» (28,6% и 27,8% респондентов, соответственно).

Ответы школьников на вопрос «Какие мероприятия по охране и укреплению здоровья проводятся в школе?» показали, что этому направлению образовательного процесса в школе может уделяться крайне недостаточное внимание (табл. 5).

Результаты проведенного исследования указывают на недостаточную сформированность у учащихся ценностного отношения к своему здоровью. Несмотря на одиннадцатилетний период школьных занятий на уроках физической культуры, у почти половины завтрашних выпускников (участвовавших в анкетировании) личностная значимость здоровья занижена или очень низкая. ЗОЖ еще не занял достойное место в иерархии жизнеобеспечивающих потребностей и ценностей.

Одной из существенных причин данного положения, по нашему мнению, выступает отсутствие интереса у учащихся к получаемой информации (связанной со здоровьем) и восприятию ее как полезной. Несмотря на тесное при-

сутствие в жизни школьника таких немаловажных источников информации, как «школа», «родители» и «телепередачи», эффект их воздействия на знания, сознание и убеждения учащихся о необходимости ведения ЗОЖ и ценностного отношения к своему здоровью вызывает вопросы, требующие детального изучения: самих знаний, технологии их передачи и усвоения, контроля и т.д. Наблюдения и анализ преподавания в школах предмета «Физическая культура и здоровье» показывают, что теоретическая подготовка учащихся в соответствии со «Знаниями», определенными учебной программой [6], практически не осуществляется; не используются формы по включению школьников в самообразование и системное просвещение в вопросах о здоровом образе жизни; недостаточно или вовсе отсутствует взаимодействие учителей физической культуры с родителями детей с целью рационализации или коррекции их двигательного режима, физического самосовершенствования и образа жизни в целом.

Заключение. Безусловно, проблема формирования у школьников ценностного отношения к здоровью носит комплексный характер и для ее эффективного решения необходима взаимосвязь всех участников учебно-воспитательного процесса. Однако, без сомнения, уже сегодня очевидно, что для полноценного разрешения ее острых вопросов, в первую очередь, самим учителям физкультуры необходимо поднимать на более высокий уровень теоретическую составляющую преподавания своего учебного предмета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дрибинский, П.Л. Педагогические условия формирования ценностного отношения к здоровью у детей младшего и среднего школьного возраста: автореф. ... дис. канд. пед. наук: 13.00.01 / П.Л. Дрибинский; Смоленский гос. ун-т. – Смоленск, 2009. – 21 с.
2. Божович, Л.И. Личность и ее формирование в детском возрасте / Л.И. Божович. – М.: Мысль, 1968. – 464 с.
3. Рубинштейн, С.Л. Человек и мир / С.Л. Рубинштейн. – М.: Наука, 1997. – 191 с.
4. Эльконин, Д.Б. Психология обучения младшего школьника / Д.Б. Эльконин. – М.: Знание, 1974. – 64 с.
5. Анкета ЗОЖ для учащихся 5–10 классов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: iteach.loiro.ru/intel/work/itog_2007...anketa...10.doc. – Дата доступа: 16.11.2011.
6. Физическая культура и здоровье. I–IX классы: учебная программа для общеобразовательных учреждений с белорусским и русским языками обучения / Министерство образования Республики Беларусь. – Минск: Национальный институт образования, 2008. – 159 с.

Поступила в редакцию 27.02.2012. Принята в печать 14.06.2012
Адрес для корреспонденции: e-mail: npavel@tut.by – Новицкая А.И.

Особенности развития связной речи у детей дошкольного возраста с общим недоразвитием речи

Ж.П. Чобот

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

Статья посвящена проблеме развития связной речи у детей дошкольного возраста с общим недоразвитием речи. Автором раскрыты психолого-педагогические и лингвистические основы связной речи, выявляются особенности развития связной монологической речи у детей дошкольного возраста с общим недоразвитием речи на уровне лексико-грамматического оформления высказываний и синтаксической связи между предложениями и фрагментами рассказа, дается сравнительный анализ уровня развития связной речи детей 4–6 лет с общим недоразвитием речи и нормальным речевым развитием.

В процессе исследования были получены данные, свидетельствующие, что дети дошкольного возраста с общим недоразвитием речи значительно отстают от нормально развивающихся сверстников в овладении связными высказываниями по всем показателям. Уровни несформированности связных высказываний у детей с общим недоразвитием речи весьма различны, что вызывает необходимость дифференцированного подхода в процессе их обучения. Результаты исследования могут быть использованы в практике логопедической работы при разработке системы поэтапного формирования связной монологической речи у детей дошкольного возраста с нарушением речи.

Ключевые слова: связная речь, общее недоразвитие речи, структура речевого высказывания, уровни сформированности связных высказываний, дифференцированный подход.

Peculiarities of the development of connected speech of preschool children with general speech handicap

J.P. Chobot

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

The article is devoted to the issue of the development of connected speech of preschool children with general speech handicap. The author discloses psychological and educational as well as linguistic bases of connected speech, reveals peculiarities of the development of connected monological speech of preschool children with general speech handicap on the level of lexical and grammar formation of utterances and syntactic connection between sentences and parts of a narration, gives a comparative analysis of the level of the development of connected speech of 4–6 year old children with general speech handicap and those with normal speech development.

In the process of the study data were obtained which testify to the fact that preschool children with general speech handicap lag behind normally developing peers in mastering connected utterances on all parameters. The levels of this slowing down are different which calls for the necessity of differential approach in teaching these children. The findings of this research can be used in the practice of speech therapy while working out the system of stage based formation of connected monological speech of preschool children with speech deficiency.

Key words: connected speech, general speech handicap, structure of an utterance, levels of formation of connected utterances, differential approach.

Одна из наиболее важных проблем современной школы – воспитание речевой культуры учащихся, качественное повышение уровня владения языком.

Особое значение приобретает развитие связной речи, которая в школе является не только специальным объектом обучения, но и основным средством учебной деятельности. Адекватное восприятие и воспроизведение текстовых учебных материалов, умение давать развернутые ответы на вопросы, самостоятельно излагать свои суждения – все эти и другие учебные действия требуют достаточного уровня развития связной (диалогической и монологической) речи.

Характеристика связной речи и ее особенностей представлена в современной лингвистической, психолингвистической и специальной методической литературе. Связная речь представ-

ляет собой оптимальный вариант осуществления речевой деятельности человека в процессе решения задач речевой коммуникации. Адекватное, полное и точное отображение средствами языка того или иного фрагмента действительности (или предметной ситуации) является основной целью речевой деятельности говорения и письма. Наиболее полной и точной формой такого отображения окружающего мира и является связная речь. Применительно к различным видам развернутых высказываний связную речь определяют как совокупность тематически объединенных фрагментов речи, находящихся в тесной взаимосвязи и представляющих собой единое смысловое и структурное целое [1].

По мнению А.В. Текучего, под связной речью следует понимать любую единицу речи,

составные языковые компоненты которой (знаменательные и служебные слова, словосочетания) представляют собой организованное по законам логики и грамматического строя данного языка единое целое. В соответствии с этим и «каждое самостоятельное отдельное предложение можно рассматривать как одну из разновидностей связной речи» [1].

Вопросы формирования связной монологической речи детей дошкольного возраста с нормальным речевым развитием рассматриваются в работах Л.А. Пеньевской, Т.А. Ладыженской и др. Исследователи отмечают, что элементы монологической речи появляются в высказываниях нормально развивающихся детей уже в 2–3 года. С 4 лет детям становятся доступны такие виды монологической речи, как описание и повествование. С 5–6 лет ребенок начинает интенсивно овладевать монологической речью, так как к этому времени завершается процесс фонематического развития речи и дети в основном усваивают морфологический и синтаксический строй языка. В старшем дошкольном возрасте заметно снижается характерная для младших школьников ситуативность речи. Однако полноценное овладение детьми монологической речью возможно только в условиях целенаправленного обучения. К необходимым условиям успешного овладения монологической речью относятся формирование специальных мотивов, потребности в употреблении монологических высказываний; различных видов контроля и самоконтроля; усвоение соответствующих средств построения развернутого сообщения [2].

Приведенные положения особенно значимы для коррекционной работы с детьми дошкольного возраста, имеющими общее недоразвитие речи (ОНР). В теории и практике логопедии под общим недоразвитием речи понимается такая форма речевой патологии, при которой нарушается формирование каждого из компонентов речевой системы: словарного запаса, грамматического строя, звукопроизношения. При этом отмечается нарушение формирования как смысловой, так и произносительной сторон речи. В целом для детей с ОНР типичны позднее появление экспрессивной речи, резко ограниченный словарь, выраженный аграмматизм, специфические нарушения слоговой структуры слов [3].

Недостаточная теоретическая разработанность проблемы формирования связного речевого высказывания у дошкольников с общим недоразвитием речи, отсутствие соответствующ-

щих методических рекомендаций создают трудности в работе по формированию необходимых речевых навыков.

О необходимости специальной систематической работы по формированию у детей навыков связных высказываний свидетельствуют и данные изучения состояния связной речи учащихся младших классов коррекционной школы для детей с нарушениями речи. К началу школьного обучения уровень сформированности лексико-грамматических средств языка у них значительно отстает от нормы. Самостоятельная связная контекстная речь у младших школьников долгое время остается несовершенной, отмечаются затруднения в программировании высказываний, отборе материала, лексико-грамматическом структурировании высказываний, нарушения связности и последовательности изложения (В.К. Воробьева, Л.Ф. Спирина, Г.В. Бабина и др.). Это создает детям дополнительные трудности в процессе обучения.

Цель исследования – выявление особенностей развития связной речи у детей дошкольного возраста с общим недоразвитием речи, что явится основой дифференцированного подхода в преодолении системных речевых нарушений и подготовки детей к школьному обучению.

Материал и методы. Исследование проводилось на базе УО «Витебский государственный специальный сад № 25», УО «Минский государственный специальный сад № 452», детских садов общего типа № 69, № 72 г. Витебска. Исследованием были охвачены 49 детей дошкольного возраста с общим недоразвитием речи (2–3 уровень) и 25 – с нормально развивающейся речью.

Для изучения состояния связной речи детей дошкольного возраста с ОНР использовались следующие методы:

- изучение медико-педагогической документации (данные анамнеза, медицинских и психологических исследований, педагогические характеристики, заключения ЦКРО и Р и т.п.); беседы с родителями, воспитателями и детьми;
- наблюдения за детьми в процессе учебной, предметно-практической, игровой и обиходно-бытовой деятельности в условиях детского образовательного учреждения;
- обследование словарного запаса по специальной методике (авт. Г.А. Каше, Т.Б. Филичева);
- комплексное исследование связной речи с помощью серии заданий (авт. Л.С. Цветкова).

Результаты и их обсуждение. Исследование состояния связной речи начиналось с изучения

имеющейся на ребенка медицинской и педагогической документации, дополнительных анамнестических сведений, полученных из бесед с педагогами и родителями.

Наблюдения за состоянием речи осуществлялись в течение всего периода исследования в игровой, обиходно-бытовой и учебной деятельности, где основное внимание обращалось на наличие и уровень сформированности навыков фразовой речи (умение дать краткий и развернутый ответ, задать вопрос педагогу, рассказать о выполненном действии и др.). Метод наблюдения дал возможность получить общее представление об уровне развития спонтанной речи детей, сформированности ее грамматического строя, способности употреблять связные высказывания в общении, передавать ту или иную информацию.

Возможности детей в построении достаточно информативных, коммуникативно полноценных связных высказываний в значительной степени определяются уровнем сформированности лексического строя речи. Поэтому целенаправленное изучение состояния словаря – необходимая составная часть комплексного исследования связной речи. Исследование словарного запаса проводилось индивидуально с каждым ребенком при помощи приема называния детьми изображенных на картинках предметов, действий и т.д. Для выявления сформированности у детей общекатегориальных понятий применялись наборы картинок с изображением однородных предметов. Лексический и иллюстративный материал отбирался с учетом принципов: семантического (в словарь-минимум входили слова, обозначающие разные предметы, действия, качественные характеристики), лексико-грамматического (в словарь включались слова разных частей речи), тематического (лексический материал по темам программы).

Изучение связной речи с помощью серии заданий проводилось в два этапа: изучение состояния спонтанных речевых высказываний и связных развернутых высказываний.

Задачей первого этапа являлось составление характеристики спонтанного речевого высказывания детей с нарушениями речи и дальнейший лингвистический анализ полученных результатов. Эта серия эксперимента предполагала появление самостоятельных речевых высказываний у ребенка в процессе самостоятельной игровой деятельности, специально созданных ситуациях, в общении с родными и близкими.

Второй этап включал ряд последовательных заданий: рассказов об игрушке, по сюжетной

картинке, по серии сюжетных картинок с достаточно подробно представленным наглядным сюжетом, по вопросам на тему из личного опыта.

Анализ полученных данных позволил охарактеризовать лингвистическую продукцию детей 4–6 лет с общим недоразвитием речи.

У 18,2% детей спонтанное речевое высказывание характеризовалось отдельными звукосочетаниями, которые дополнялись паралингвистическими и кинетическими средствами. Наиболее часто наблюдались указательные и описательные жесты (к субъекту, к объекту, к нерасчлененной ситуации). В отдельных случаях дети активно пользовались мимическими и интонационными средствами для передачи и уточнения смыслового содержания игровой ситуации.

Высказывания 31,4% испытуемых представляли собой однословное предложение, нередко характеризующееся полисемантизмом: одно и то же звукосочетание в различных случаях служило выражением разных значений. Эти значения становились понятными только благодаря конкретной игровой ситуации и интонации. Данные словесные единицы представляли собой контурные и искаженные слова.

У группы детей (23,1%) высказывания включали два элемента. В одних случаях это были простые, грамматически неструктурированные предложения, в других – с отдельными признаками овладения грамматическими средствами языка.

Простое распространенное предложение присутствовало в высказывании 27,3% детей. Иногда оно содержало прямое или косвенное дополнение, а также определение. В отдельных случаях дети использовали однородные члены предложения. Синтаксическая структура предложения в большинстве случаев была нарушена: отмечались пропуски членов предложения, их перестановки. У большинства испытуемых обнаруживались трудности в использовании морфологических средств языка.

Анализ самостоятельной речевой продукции позволяет выделить у детей с недоразвитием речи многообразие речевых реакций: от простейших форм вербальной коммуникации до грамматически структурированных вариантов речевого высказывания.

Результаты выполнения заданий на составление различных видов рассказа оценивались по количественным и качественным критериям: объем рассказа, степень самостоятельности при его составлении, связность, последовательность, полнота изложения, смысловое соответ-

ствие исходному материалу и поставленной задаче, а также особенности фразовой речи (объем и структура фраз, степень выраженности морфолого-грамматических нарушений).

Анализ синтаксических конструкций в детских высказываниях показал, что предложения, используемые детьми, в основном, простые (98% от общего числа) и короткие: одно предложение, в среднем, состояло из трех слов. Среди простых предложений – 62% одноставных. В единичных случаях (1,7–2,3%) дети использовали сложные предложения.

Описания детей состояли преимущественно из основной части, они не указывали на объект, окончания чаще всего отсутствовали, микротемы в большинстве случаев лишь обозначались. Между предложениями преобладала формально-сочинительная связь, выраженная союзами «и», «да», указательными местоимениями «тут», «вот». В повествовательных высказываниях дети затруднялись в структурном оформлении рассказа, большинство из них состояло из основной части, последовательность в развитии сюжета часто нарушалась из-за пропуска важных для понимания микротем. У ряда детей отсутствовало смысловое обобщение наглядной ситуации, рассказ сводился к простому называнию отдельных предметов или действий.

Также выявлено, что у детей с общим недоразвитием речи существенно ограничены возможности в передаче своих жизненных впечатлений посредством связных высказываний. При составлении рассказов из личного опыта отмечались недостаточное использование фразовой речи, трудности в определении содержания высказываний и их грамматическом оформлении как на уровне фразы, так и в целых высказываниях.

Сопоставительный анализ полученных результатов исследования связной речи показал, что у детей с ОНР количественные и качественные показатели выполнения заданий значительно ниже, чем у детей в норме. Детям с речевым недоразвитием при составлении связных высказываний в большинстве случаев требовались разные виды помощи. Средний показатель объемов рассказов в 2,5–3 раза ниже, чем у нормально развивающихся сверстников.

Результаты проведенного поэтапного исследования позволили сделать следующие выводы:

– дети дошкольного возраста с ОНР значительно отстают от нормально развивающихся сверстников в овладении навыками связных высказываний по всем показателям;

– уровни несформированности связных высказываний у детей с ОНР весьма различны, что вызывает необходимость дифференцированного подхода в процессе их обучения.

Заключение. Важнейший принцип отечественной логопедии – дифференцированный подход к анализу и преодолению речевых нарушений. При проведении коррекционной работы с детьми с ОНР этот принцип находит свое выражение в установлении причин, лежащих в основе речевого недоразвития, учете специфики речевой патологии. Дифференцированный подход находит свое отражение также на определении наиболее сформированных сфер речевой деятельности, с опорой на которые строится коррекционная работа. Этот принцип лежит и в основе работы по развитию связной речи, уровни несформированности которой, по данным исследования, различны.

Расширение сети коррекционных образовательных дошкольных учреждений с организацией в них групп для детей с ОНР, необходимость дальнейшей разработки проблемы дифференцированного подхода в процессе преодоления системных речевых нарушений, осуществление задач полноценной подготовки детей к школьному обучению – все это определяет особую важность изучения вопросов целенаправленного развития связной речи у детей с общим недоразвитием речи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зимняя, И.А. Лингвopsихология речевой деятельности / И.А. Зимняя. – М., 2008. – 182 с.
2. Барменкова, Т.Д. Характеристика нарушений связного речевого высказывания у детей дошкольного возраста с нарушениями речи: автореф. ... дис. канд. пед. наук: 13.00.03 / Т.Д. Барменкова. – М., 1995. – 23 с.
3. Глухов, В.П. Формирование связной речи у детей с общим речевым недоразвитием / В.П. Глухов. – М.: АРКТИ, 2004. – 168 с.

Поступила в редакцию 06.04.2012. Принята в печать 14.06.2012
Адрес для корреспонденции: e-mail: valeron16i@rambler.ru – Чобот Ж.П.



20–21 апреля 2012 года на юридическом факультете УО «ВГУ имени П.М. Машерова» прошла международная научно-практическая конференция «Государственно-правовое регулирование интеграционных процессов на постсоветском пространстве». В ней приняли участие 139 человек из различных городов Беларуси (Брест, Гомель, Минск, Могилев, Новополоцк) и России (Москва, Смоленск, Кемерово, Елец). В числе участников были 32 кандидата наук, 6 докторов наук.

В состав оргкомитета конференции входили 8 человек, во главе с председателем – ректором УО «ВГУ им. П.М. Машерова», доктором медицинских наук, профессором А.П. Солодковым.

Научный форум включил в себя 4 секции: «Исторические, экономические, культурологические, философские и политические аспекты интеграции на постсоветском пространстве», «Теория государства и права. Конституционное право. Международное право», «Уголовное право и процесс. Криминология», «Гражданское право и гражданский процесс».

По итогам конференции был издан сборник научных статей, которые отражают актуальные проблемы сближения и сотрудничества государств бывшего СССР в экономической, политической, правовой, духовной и иных сферах. Наряду с теоретико-методологическим материалом в сборнике представлен и обширный практический опыт.

Подобные мероприятия являются площадкой для обмена передовым опытом в исследовании особо актуальных проблем развития и совершенствования государственно-правовых явлений, выработки научно обоснованных практических рекомендаций, которые могут быть использованы научными сотрудниками, преподавателями средних специальных и высших учебных заведений, работниками правоохранительных органов, судов, юстиции, органов прокуратуры, таможи, аспирантами, магистрантами, студентами, практическими работниками.

Т.Г. Войт

26 апреля 2012 г. в нашем университете прошла IV Региональная научно-практическая конференция «Иностранные языки в вузе и школе», посвященная проблемам теории и практики обучения иностранным языкам как в специализированных учебных заведениях, так и на неязыковых специальностях.

В ее работе приняли участие преподаватели высших учебных заведений Минска, Бреста, Полоцка, Могилева, Витебска, Полоцкого и Оршанского колледжей, представители областного и районного управлений образования.

С докладами, прозвучавшими на пленарном и секционных заседаниях, можно ознакомиться в сборнике материалов конференции, изданном в УО «ВГУ им. П.М. Машерова».

О.Н. Кулиева

В начале мая на базе нашего вуза прошла III Международная научно-практическая конференция «Педагогические инновации: традиции, опыт, перспективы».

Ее проведение явилось потребностью времени – в усилении внимания в науке о человеке и педагогической практике к развитию интеллектуального, нравственного, духовного потенциала личности.

Цель – обсуждение проблемы педагогических инноваций как в теоретическом, так и практическом аспектах. Научно-практическая конференция призвана:

1. Дать единовременный срез инновационных подходов в образовательной сфере Республики Беларусь в сравнении с достижениями своих коллег из Польши, России, Украины.
2. Ознакомиться с теоретико-методологическими подходами к проблеме педагогических инноваций.
3. Способствовать внедрению результатов научных исследований в образовательную практику.
4. Распространять передовой опыт по освоению педагогических инноваций.
5. Помочь в координации усилий ученых из различных регионов в решении актуальных проблем внедрения педагогических инноваций.
6. Способствовать развитию делового общения среди ученых-педагогов.

В работе приняли участие ученые из Беларуси, России, Украины, Польши, Германии, Китая, а также практические работники системы образования: директора школ, учителя, методисты, психологи, социальные педагоги, воспитатели.

В этом году конференция проходила впервые в режиме он-лайн. После приветствия участников и гостей научного форума ректор нашего университета, доктор медицинских наук, профессор А.П. Солодков выступил с докладом «Нововведения в области образования как условие перехода государства на инновационный путь развития». Участники конференции с интересом прослушали доклады доцента кафедры педагогики УО «БГПУ им. М. Танка» Л.А. Козинец о модели внедрения инновационного опыта в практику образования, доцентов СмолГУ Т.Е. Денисович «От компе-

тентностной к культурологической парадигме в образовании: изменение методических подходов» и Г.Ф. Глебовой «Проектирование инновационной деятельности учителя в условиях современной школы». Доцент Хмельницкого национального университета С.А. Михальчик рассказал о технических и технологических инновациях, которые используются в процессе обучения в этом вузе.

Во время «круглого стола» были освещены разные аспекты инновационного образовательного пространства, инновационная культура педагога, идеи новаторства в классической и зарубежной педагогике, новые технологии в преподавании дисциплин художественного цикла. Доцент кафедры изобразительного искусства художественно-графического факультета нашего вуза О.Д. Костогрыв провел мастер-класс по дисциплине «Графика».

При подведении итогов научного форума его участники отметили, что такая плодотворная работа позволила обобщить и систематизировать научно-теоретический и практический опыт отечественных и зарубежных педагогов-новаторов, расширить контакты наших ученых с коллегами из вузов Беларуси, стран СНГ и дальнего зарубежья.

Н.А. Ракова

17–18 мая 2012 г. на гістарычным факультэце ВДУ імя П.М. Машэрава адбылася міжнародная навукова-практычная канферэнцыя «Вайна 1812 года: падзеі, лёсы, памяць», арганізаваная сумесна з Дзяржаўным архівам Віцебскай вобласці.

У яе рабоце прынялі ўдзел 83 даследчыкі з Беларусі, Расіі, Украіны, Латвіі, Францыі. Былі праведзены пленарнае пасяджэнне, прэзентацыя зборніка дакументаў Нацыянальнага гістарычнага архіва Беларусі «Беларусь і вайна 1812 года» (Мінск, 2012), працавалі секцыі, на якіх абмяркоўваліся малараспрацаваныя пытанні, звязаныя з гісторыяй вайны 1812 г.: штрафныя батальёны ў «Вялікай арміі» Напалеона, выкарыстанне расійскім войскам т.зв. «скіфскай тактыкі», партызанскі рух, уплыў вайны на грамадства, страты, нанесеныя ёю, адлюстраванне падзей 1812 г. у вуснай народнай творчасці, творах літаратуры і мастацтва, сучасных падручніках для школы і ВНУ, а таксама выкарыстанне помнікаў вайны 1812 г. у турызме. Да пачатку канферэнцыі рэдакцыйна-выдавецкім аддзелам УА «ВДУ імя П.М. Машэрава» выдадзены зборнік матэрыялаў дакладаў.

Для гасцей былі арганізаваны экскурсіі па гістарычным цэнтры Віцебска, наведванне Музея-сядзібы І.Я. Рэпіна «Здраўнёва», Дома-музея Марка Шагала, выставачнай залы і музея ДПМ на мастацка-графічным факультэце нашага ўніверсітэта.

А.М. Дулаў

24–25 мая 2012 года в учреждениях образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет» и «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова» состоялась VII Международная научно-практическая конференция «Дисфункция эндотелия: экспериментальные и клинические исследования», посвященная проблеме дисфункции эндотелия кровеносных сосудов.

В рамках ее работы рассмотрены вопросы, касающиеся характера и механизмов возникновения дисфункции эндотелия, прикладных аспектов диагностики, коррекции и профилактики дисфункции эндотелия в кардиологии, клинике внутренних болезней, акушерско-гинекологической клинике и при венозной недостаточности. Мультидисциплинарный подход, избранный организаторами конференции, позволяет выработать оптимальные решения по вопросам теории и практики медицины.

Цель научного форума – формирование системных и многоуровневых представлений о дисфункции эндотелия. Были представлены научные школы, занимающиеся биохимическими, физиологическими и клиническими исследованиями.

Конференция проходила в международном формате. В работе приняли участие ученые 5 стран: США (Центр медицинских наук Университета Северного Техаса, Форт-Уэрт); Польши (Ягеллонский университет г. Кракова); Украины (Институт физиологии им. А.А. Богомольца НАН Украины, Киев; Тернопольский государственный медицинский университет имени И.Я. Горбачевского); России (ГБОУ ВПО «Смоленская государственная медицинская академия»; ФГБУ Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины МЧС России, Санкт-Петербург; Институт цитологии РАН, Санкт-Петербург; СПб. МАПО); Республика Беларусь была представлена 16 организациями и научно-исследовательскими учреждениями.

В сборнике представлено 73 доклада. Работа конференции проходила по следующим направлениям: дисфункция эндотелия в клинике внутренних болезней, дисфункция эндотелия в кардиологии, дисфункция эндотелия и артериальная гипертензия и дисфункция эндотелия: экспериментальные исследования.

Материалы представительного научного форума предназначены для научных работников, преподавателей, аспирантов, магистрантов и широкого круга врачей, а также студентов старших курсов биологических факультетов университетов и медицинских вузов.

А.Н. Дударев



Галузо, И.В. ФИЗИКА. 7–9 КЛАССЫ: О ЧЕМ В УЧЕБНИКЕ НЕ ПРОЧИТАЕШЬ: пособие для учащихся учреждений общ. сред. образования / И.В. Галузо. – Минск: Аверсэв, 2012. – 160 с.: ил. (16,8 н.л.). Тираж 2100 экз.



Содержание книги позволит читателю несколько нетрадиционно взглянуть на предметы, изучаемые в школе, увидеть красоту окружающего нас мира, прочувствовать его гармоничность и целесообразность.

Это не пособие, где все разложено по «полочкам», а скорее всего книга для чтения. Начать читать эту книгу можно с любой страницы, так как она собрана из отдельных фрагментов, которые трудно поддаются систематизации, но объединены одной идеей – представить юному читателю мир природы, «изобрете-

ния» которой использует человек на практике, в созданных им устройствах, машинах и сооружениях.

Книга состоит из трех иллюстрированных частей: «Мы и природа», «Задачи о физических явлениях в природе», «Наблюдения и исследования». Ее читателями могут быть не только ученики, но и педагоги. Ученикам эта книга даст возможность по-новому взглянуть на, казалось бы, обычные вещи, почерпнуть интересные сведения из мира природы. Учителя же смогут пополнить копилку дидактических материалов, способствующих оживить уроки физики, вызвать интерес учеников к этому предмету.

Рекомендовано к изданию научно-методическим учреждением «Национальный институт образования» Министерства образования Республики Беларусь.



Энциклопедия для школьников и студентов: в 12 т. / под общ. ред. В.И. Стражева. – Минск: Беларус. энцыкл. імя П. Броўкі, 2011. – Т. 3: Земля. Вселенная. – 440 с. Тираж 3000 экз.

Научно-редакционный совет: И.В. Галузо, В.А. Голубев, Г.И. Каратаев, Е.А. Толкачев, А.А. Шимбалев.



В третьем томе энциклопедии представлена информация об устройстве Солнечной системы и планеты Земля, Вселенной, галактик и звезд. Излагаются основные положения физики микромира, которая сегодня объединяется в единую научную дисциплину с космологией для объяснения структуры миро-

здания. Цель книги – не только предоставление возможности получения сведений на доступном уровне по всем перечисленным вопросам, но и ознакомление с передовыми идеями и современными достижениями в этой области знаний.

Издание предназначено для школьников старших классов, учащихся колледжей, студентов институтов и университетов, а также для всех любознательных людей, желающих получить достоверную и одновременно общедоступную информацию по такой тематике.

(В книге опубликовано: И.В. Галузо – 32 статьи, В.А. Голубев – 24 статьи).

