

ISSN 2074-8566

ВЕСНІК

Віцебскага дзяржаўнага
ўніверсітэта



2010 № 4(58)

ВЕСНІК

Віцебскага дзяржаўнага
універсітэта

НАВУКОВА-ПРАКТЫЧНЫ
ЧАСОПІС

Выдаецца з верасня 1996 года
Выходзіць шэсць разоў у год

2010 № 4(58)

ЗАСНАВАЛЬНІК: установа адукацыі «Віцебскі дзяржаўны
універсітэт імя П.М. Машэрава»

Рэдакцыйная калегія:

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

**Г.П. Арлова, Я.Я. Аршанскі, М.Ц. Вараб'ёў, А.Л. Гладкоў,
Я.А. Васіленка, В.Н. Вінаградаў, Н.С. Віслабокава,
Н.Ю. Каневалава, В.Я. Кузьменка, А.С. Ключнікаў,
В.М. Мінаева, Г.І. Міхасёў, Ю.В. Муранаў, М.К. Талочка,
Ю.В. Трубнікаў, А.А. Чыркін, В.М. Шут**

Сакратарыят:

А.І. Мацяюн (*адказны сакратар*),
В.Л. Пугач, Г.У. Разбоева, 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 навуках, 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.

Ліцэнзія ЛВ № 02330/0494385 ад 16.03.2009.

Падпісана ў друк 2010. Фармат 60×84 1/8. Папера друкарская. Афсетны друк.
Ум. друк. арк. . Ул.-выд. арк. . Тыраж экз. Заказ .

Выдавец і паліграфічнае выкананне – установа адукацыі
«Віцебскі дзяржаўны ўніверсітэт імя П.М. Машэрава».
210038, г. Віцебск, Маскоўскі праспект, 33.

З М Е С Т

АРЫГНАЛЬНЫЯ АРТЫКУЛЫ

Фізіка. Матэматыка

<i>Шут В.Н., Сырцов С.Р., Трубловский В.Л.</i> Поляризационные характеристики градиентных толстых пленок $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$	5
<i>Кулаженко Ю.И.</i> Полуабелевость и самосовмещение в терминах векторов n -арных групп	10
<i>Загурский В.Н., Воробьев Н.Т.</i> Инъекторы локальных классов Фиттинга	16
<i>Андрушкевич И.Е., Жизневский В.А.</i> Дальнейшее развитие обобщенного метода Фурье разделения переменных	19
<i>Васильев В.А., Скиба А.Н.</i> Новые характеристики метанильпотентных и разрешимых конечных групп ...	24
<i>Буйнов Н.С., Клиндухов Н.А.</i> Влияние подсистемы растворителя на спиновые переходы в спин-кроссоверных конденсированных средах	27
<i>Корчевская Е.А., Михасев Г.И.</i> Свободные колебания вязкоупругой слоистой оболочки при действии неоднородных осевых сил	31

Біялогія

<i>Гусев А.П., Шпилевская Н.С.</i> Экологический анализ и оценка лесных ландшафтов юго-востока Беларуси	35
<i>Парамонов Н.М., Сушко Г.Г.</i> К познанию фауны типулоидных комаров (Diptera: Tipuloidea) верховых болот Республики Беларусь	40
<i>Лоллини С.В., Лоллини В.А.</i> Корреляционные взаимосвязи спектральных и статистических показателей вариабельности сердечного ритма младших школьников и их прогностическое значение	43
<i>Аль Меселмани М.А.</i> Влияние однократной дозы гамма-облучения на митохондриальное окисление в семенниках крыс	50
<i>Морозова И.М., Графутко Е.А.</i> Влияние некоторых способов скарификации на всхожесть твердых семян галеги восточной и клевера гибридного	59
<i>Дорофеев С.А.</i> Миграционная стратегия дендрофильных воробьиных птиц в период осенней миграции	63
<i>Козина Н.Т., Коваленко Е.И.</i> Анализ функциональной активности нейтрофильных лейкоцитов при действии лантан-содержащих препаратов	68
<i>Надольник Л.И., Чумаченко С.С., Балаева-Тихомирова О.М., Горева Д.А., Климович П.Н., Северина Т.Г., Чиркин А.А.</i> Исследование эффектов йодсодержащих биологически активных препаратов при коррекции нарушений функции щитовидной железы, индуцированных дефицитом йода у крыс	73
<i>Прищепя И.М., Казанцева О.Г.</i> Оценка представлений молодежи о здоровом образе жизни	82

Педагогіка

<i>Ушакова В.М.</i> Образование в условиях трансформации общества	88
<i>Бусел Е.Н.</i> Предпосылки становления современных региональных историко-педагогических исследований	90
<i>Медведев А.В., Антипенко О.Е.</i> Взаимосвязь нервно-психической устойчивости и уровня интеллектуального развития военнослужащих срочной службы	94
<i>Андрущенко Н.Ю.</i> Ведущие факторы и основные направления становления и развития социальной педагогики в Беларуси (1917–1936 гг.)	98
<i>Горлачева И.И.</i> Регионализация социально-педагогической подготовки специалистов медицинского профиля: методологический аспект	101
<i>Каратерзи В.А.</i> Когнитивная среда как предпосылка психического развития воспитанников дома ребенка	108
<i>Яхновец А.А., Яковлев В.П.</i> Использование безразмерных величин в некоторых разделах курса обшей физики	112
<i>Ключников А.А., Карелин Д.Ф., Ключников А.С.</i> Гуманитарный аспект в корпоративной научно-педагогической среде кафедры	116
<i>Воробьева Е.В.</i> Основные направления реформы школьного образования в Республике Польша	121

Бібліяграфія	126
---------------------------	-----

Памяці калегі	127
----------------------------	-----

CONTENTS

AUTHOR'S ARTICALES

Physics. Mathematics	
<i>Shut V.N., Syrtsov S.R., Trublovskiy V.L.</i> Polarization characteristics of gradient thick films $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$..	5
<i>Kulazhenko Yu.I.</i> Semicommutativity and congruence motion in terms of vectors of n-ary groups	10
<i>Zagurskiy V.N., Vorobyev N.T.</i> Injectors of local Fitting classes	16
<i>Andrushkevich I.Ye., Zhiznevskiy V.A.</i> Further development of generalized Fourier method of separation of variables	19
<i>Vasilyev V.A., Skiba A.N.</i> New characterizations of metanilpotent groups and finite soluble groups	24
<i>Buynov N.S., Klindukhov N.A.</i> Influence of solvent subsystem on spin transition in spin crossover condensed medium	27
<i>Korchevskaya E., Mikhasev G.</i> Free vibrations of the laminated composite viscoelastic cylindrical shell under action of the non-uniform axial compression	31
Biology	
<i>Gusev A.P., Shpilevskaya N.S.</i> Environmental analysis and estimation of forest landscapes of south-east of Belarus	35
<i>Paramonov N.M., Sushko G.G.</i> About perception of fauna of craneflies (Diptera: Tipuloidea) of raised bogs of the Republic of Belarus	40
<i>Lolliny S.V., Lolliny V.A.</i> Cross-correlation relationship between the statistical and spectral parameters of heart rate variability of small schoolchildren and their prognostic value	43
<i>Almeselmani M.A.</i> Influence single dose of gamma irradiation on the mitochondrial oxidation in testis of rats	50
<i>Morosova I.M., Grafutko Ye.A.</i> Affect of different scarification techniques germination of hard-seeded <i>galega orientalis lam.</i> And <i>trifolium hybridum L.</i>	59
<i>Dorofeyev S.A.</i> Migration strategy of dendrofilous passeriformes during autumn migration	63
<i>Kozina N.T., Kovalenko Ye.I.</i> Analysis of functional activity of neurophiles by under the influence of lanthanum-containing substances	68
<i>Nadolnik L.I., Chumachenko S.S., Balaeva-Tikhomirova O.M., Goreva D.A., Klimovich P.N., Severina T.G., Chirkin A.A.</i> Research of the effects of iodine-containing biologically active substances by the correction of impaired functions of the rat thyroid gland by low-dose iodine diet	73
<i>Prishchepa I.M., Kazantseva O.G.</i> Assessment of young people's notions about healthy lifestyle	82
Pedagogy	
<i>Ushakova V.M.</i> Education during society changing	88
<i>Busel Ye.N.</i> Preconditions of making of regional trends in the history of pedagogical research	90
<i>Medvedev A.V., Antipenko O.Ye.</i> Relationship between neuropsychic stability and intellect development level of compulsory-duty servicemen	94
<i>Andrushchenko N.Yu.</i> Leading factors and main directions of formation and development of social pedagogy in Belarus (1917–1936)	98
<i>Gorlacheva I.I.</i> Regionalization of the social and pedagogical training of the specialists of medical profile: methodological aspect	101
<i>Karaterzi V.A.</i> Cognitive environment as a precondition of mental development of orphanage wards of child's house	108
<i>Yakhnovets A.A., Yakovlev V.P.</i> Using nondimensional numbers in some units of the course of general physics	112
<i>Klyuchnikov A.A., Karelin D.F., Klyuchnikov A.S.</i> Humanitarian aspect in corporative educational research environment of department	116
<i>Varabyova E.V.</i> The main ways of the reformation of school education in the republic of poland	121
Bibliography	126
Sacred to the memory of colleague	127



Поляризационные характеристики градиентных толстых пленок $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$

В.Н. Шут, С.Р. Сырцов, В.Л. Трубловский
Институт технической акустики НАН Беларуси

По толстопленочной технологии (методом шликерного литья) получена керамика титаната бария-стронция $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ с пространственным изменением состава. В градиентных материалах содержание стронция по толщине изменялось от 0 до 30 мол%. Исследованы структура и поляризационные характеристики полученных образцов. Сдвига петель гистерезиса (ни по оси E , ни по оси P) в градиентных структурах $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x=0-0.3$) не обнаружено. Проведен анализ полученных результатов в рамках современных теоретических подходов.

Ключевые слова: многослойные структуры, градиентная керамика, поляризация.

Polarization characteristics of gradient thick films $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$

V.N. Shut, S.R. Syrtsov, V.L. Trublovskiy
The Institute of technical Acoustics of National Academy of Science of Belarus

Summary. Homogeneous and graded $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ceramics was produced by thick-film technique. In the gradient materials the content of strontium changed from 0 to 30 mol% in the direction normal to the surface. The microstructure, phase composition and polarization characteristics of the samples were investigated.

С середины 1990-х годов сформировалось и быстро развивается новое направление в физике полярных диэлектриков – создание и исследование сегнетоэлектрических структур с изменяющимися по объему характеристиками [1]. Достигнут существенный прогресс в получении градиентных структур различного состава с электрофизическими характеристиками, превосходящими параметры пространственно однородных образцов. Особенно большой объем исследований был выполнен по изучению структур на основе твердых растворов титаната бария-стронция $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ (BST) с пространственным изменением соотношения барий/стронций [2–3].

Отличительной особенностью BST является то, что его сегнетоэлектрические характеристики (температура Кюри, спонтанная поляризация и др.) монотонно меняются с увеличением концентрации стронция [4–5]. Высокие диэлектрические характеристики этих материалов и возможность управлять их параметрами с помощью внешних воздействий (в частности, электрическим полем) обуславливают их широкое применение при изготовлении элементов памяти, конденсаторов, варисторов, СВЧ-устройств. Созда-

ние градиентных структур на основе BST позволило во многом преодолеть основной недостаток, присущий однородным материалам, – их температурную нестабильность, обусловленную сильным изменением диэлектрических характеристик в рабочей области температур [2, 6].

Кроме несомненной практической перспективы градиентные сегнетоэлектрики весьма интересны и с научной точки зрения, в плане исследования в них особенностей сегнетоэлектрической неустойчивости, процессов поляризации и т.п. В отличие от однородных сегнетоэлектриков, характеризующихся симметричной петлей гистерезиса относительно осей поляризации P (заряда Q) и приложенного поля E , в некоторых градиентных тонкопленочных структурах наблюдается смещение петли только вдоль оси поляризации [1]. Несмотря на значительный объем экспериментальных и теоретических исследований градиентных сегнетоэлектриков (отраженный в большом числе публикаций в авторитетных изданиях), четкого понимания природы поляризационных процессов в градиентных структурах до сих пор не достигнуто. Большинство исследований по данной тематике посвяще-

но изучению тонкопленочных материалов (толщиной менее 1 мкм). На их свойства значительное влияние оказывает подложка и в большинстве случаев можно говорить о сегнетоэлектрических характеристиках «тонкая пленка–подложка». Остается во многом «загадочным» наличие в поляризационных экспериментах по тонким пленкам сдвига петли гистерезиса лишь вдоль оси поляризации P и его отсутствие по оси E . В то же время известно, что для монокристаллов с градиентом состава (примеси) характерно наличие сдвига петли по обеим осям (P и E). Поэтому исследование процессов поляризации в толстых градиентных (многослойных) пленках, которые могут быть получены в свободном состоянии (без подложки), представляется актуальным. Учитывая, что данные по зависимости величины сдвига петли гистерезиса от толщины структур, полученные в рамках различных теоретических подходов, существенно отличаются, проведение подобных исследований весьма интересно и с точки зрения проверки соответствия указанных теорий эксперименту. Целью данной работы является исследование процессов поляризации градиентных (многослойных) толстых пленок на основе твердых растворов титаната бария-стронция $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x = 0 - 0,3$).

Материал и методы. Объектом исследования являлись многослойные структуры $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$, состоящие из чередующихся слоев, содержание стронция в которых менялось на 5 мол% от $x = 0$ до $x = 0,3$. Для их получения использовался метод шликерного литья. Более подробно технология изготовления указанных материалов приведена в [6].

Кристаллическая структура и фазовый состав исследовались с помощью рентгеновского дифракционного анализа с использованием $CuK\alpha$ излучения. Исследование микроструктуры и пространственное распределение элементов проводились на сканирующем электронном микроскопе MIRA (TESCAN) с микроанализатором. Диэлектрические измерения выполнялись с использованием универсального LCR-моста E7–8 на частоте 1 кГц. Определение спонтанной поляризации P_s и величины коэрцитивного поля E_c проводилось путем исследования петель гистерезиса (по схеме Сойера–Тауэра). Для электрофизических измерений на поверхности керамики наносились серебряные электроды.

Результаты и их обсуждение. На рис. 1,а приведена микроструктура градиентной керамики с изменяющимся по толщине составом от $x = 0$ до $x = 0,3$.

Микроструктура различных областей градиентной керамики подобна микроструктуре однородных материалов [6]. В частности, наблюдалось характерное для системы BST уменьшение размера зерна с увеличением концентрации Sr. Это свидетельствует о том, что при выбранных условиях спекания значительного растворения соседних слоев не происходит. Исследование распределения элементов показало, что при высокотемпературной термообработке происходит изменение ступенчатого закона пространственного распределения бария и стронция на квазинепрерывный (рис. 1,б).

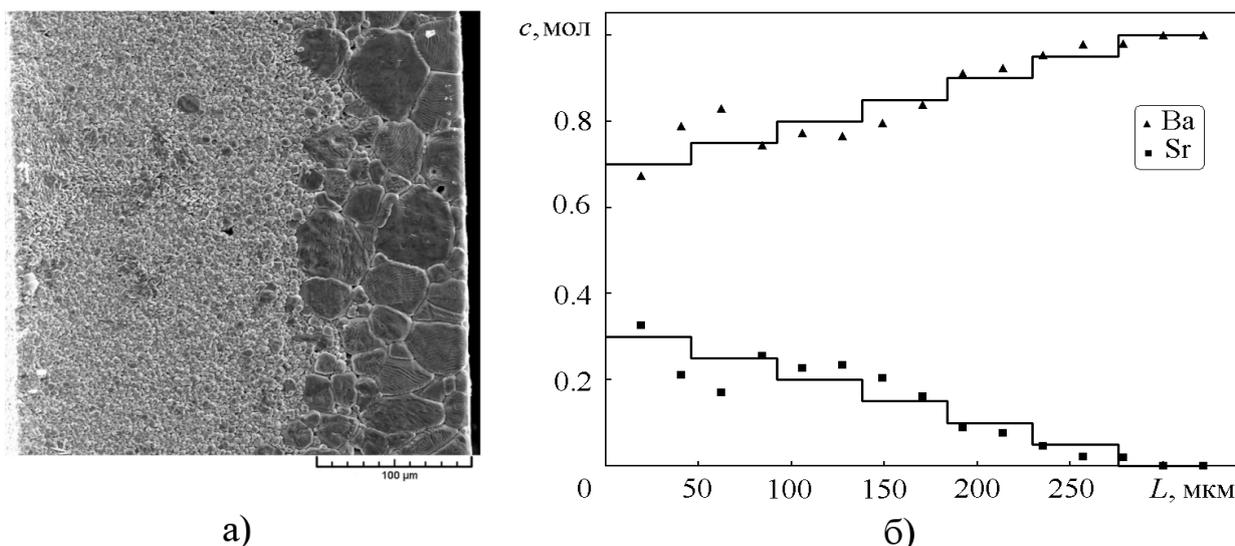


Рис. 1. Градиентная керамика $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ с изменением состава от $x = 0$ до $x = 0,3$: а) микроструктура (фотография торца), б) распределение Ba и Sr по толщине.

Типичные дифрактограммы с двух сторон (соответственно для $x = 0$ (а) и $x=0.3$ (б)) градиентных толстых пленок $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ приведены на рис. 2. Они свидетельствуют о том, что используемая в данной работе технология позволяет получать однофазные структуры во всем диапазоне концентрации Sr ($x=0-0.3$). При увеличении концентрации стронция имеет место смещение рентгеновских пиков в сторону больших углов. Указанное смещение, т.е. уменьшение пара-

метров ячейки, связано с ростом катионной фракции Sr^{2+} , поскольку ионный радиус стронция составляет 1.44 \AA , а замещает он позиции бария, имеющего больший ионный радиус 1.61 \AA [4]. Приведенные данные позволяют предположить, что каждый из пространственных слоев градиентной структуры имеет параметры (в частности диэлектрическую проницаемость ϵ и спонтанную поляризацию P_s), близкие к параметрам однородных материалов соответствующего состава.

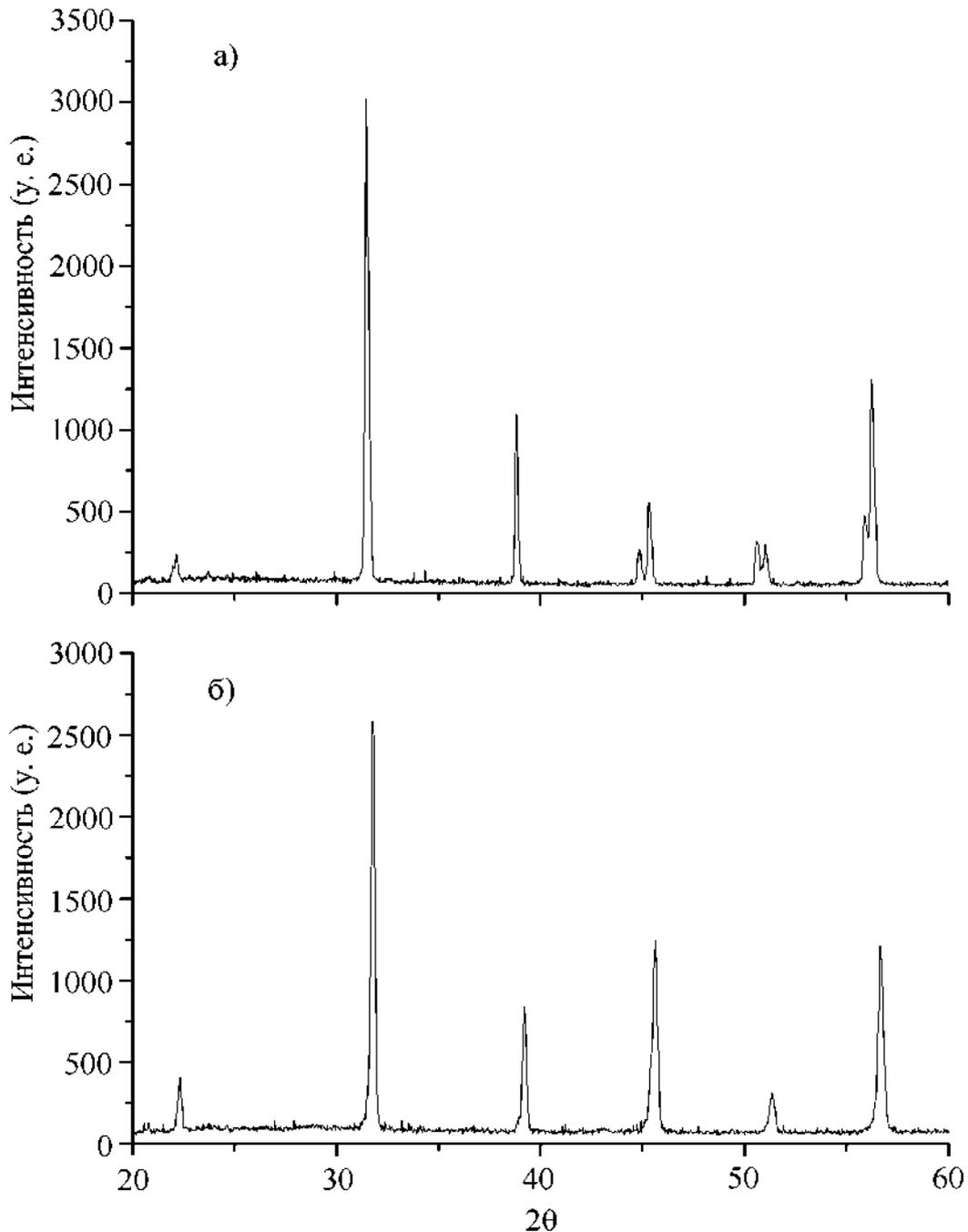


Рис. 2. Рентгенограммы противоположных поверхностей градиентной керамики $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$:
а) $x = 0$, б) $x = 0,3$.

Были изучены поляризационные характеристики однородных пленок с составом от $x=0$ до $x=0.3$, (используемых при создании градиентных структур). Зависимость спонтанной поляризации P_s от концентрации Sr (при комнатной температуре) представлена на рис. 3. Величина P_s

с увеличением концентрации стронция уменьшается. Изменение поляризации составляет $dP_s/dx \sim 0.12$ мкКл/(см²·мол%), что соответствует литературным данным для объемных керамических соединений [5].

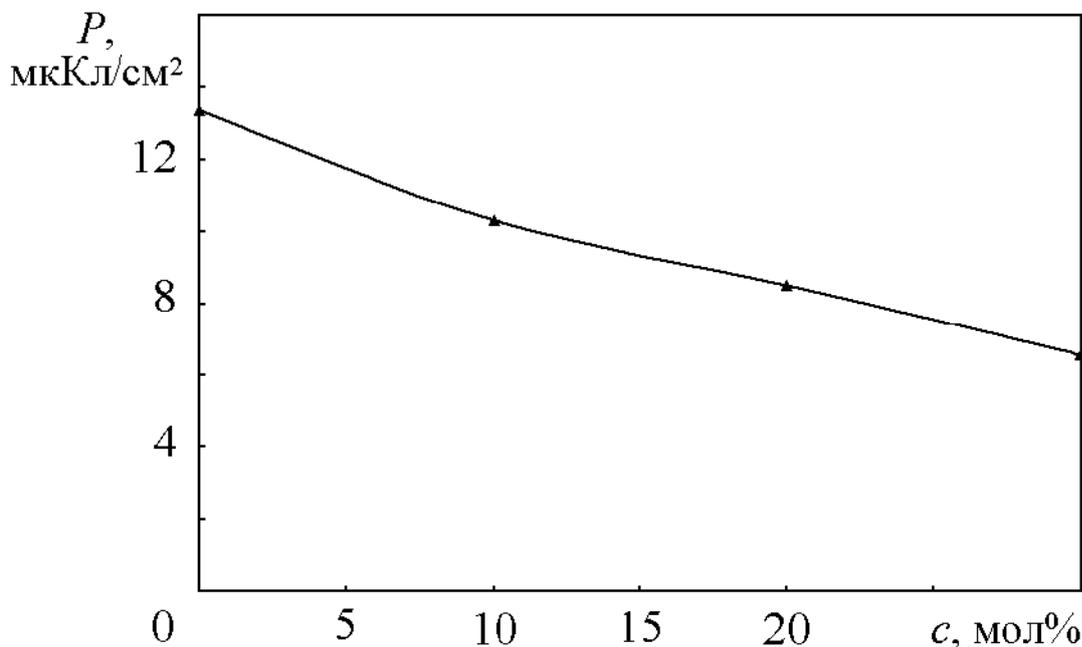


Рис. 3. Зависимость спонтанной поляризации P_s однородной керамики $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ от концентрации стронция.

Как было отмечено, наличие в градиентных системах пространственно зависящей поляризации (со своей температурной зависимостью $P_s(T)$ в каждом из слоев) может приводить к существенным особенностям поляризационных процессов в них, а именно к сдвигу петли гистерезиса вдоль оси поляризации. Однако заметного сдвига петель гистерезиса в исследуемой градиентной BST-керамике обнаружено не было. Они имели практически симметричный вид с $E_s \approx 9$ мкКл/см² и были подобны петлям однородных материалов.

В теоретических исследованиях, выполненных в рамках феноменологического подхода, различие между функцией свободной энергии неоднородного сегнетоэлектрика $F(P)$ и стандартной функцией Ландау–Гинзбурга $F_L(P)$ обусловлено пространственной зависимостью термодинамических коэффициентов и учетом градиентного члена $\sim (dP/dz)^2$ [1]. Было получено простое выражение для «встроенного» заряда, проявляющегося в сдвиге петли гистерезиса вдоль оси поляризации:

$$\Delta Q = \frac{k}{L_0} \int_0^L z \frac{dP}{dz} dz, \quad (1)$$

где $k = C_Q/C_F$, C_F – емкость сегнетоэлектрика, C_Q – эталонная емкость в схеме Сойлера–Тауэра, L – толщина сегнетоэлектрика.

Аналогичное выражение для сдвига петли гистерезиса (без наличия коэффициента k) получено в работе [7] на основе микроскопической модели, описывающей поведение многослойных градиентных сегнетоэлектриков (поперечная модель Изинга). В альтернативном подходе, развитом М. Marvan и J. Fousek [8], обосновывается необходимость учета в разложении свободной энергии добавочного члена $\Delta F = -\gamma P \text{grad} c$, обусловленного изменением химического состава $c(z)$. Введение такого члена эквивалентно наличию в системе эффективного «градиентного» электрического поля $E_{\text{эф}} = \gamma \text{grad} c$, обеспечивающего ориентацию спонтанной поляризации и появление индуцированной поляризации $P_i = \epsilon_0 \epsilon \gamma \text{grad} c$. Подчеркивая динамический характер эффектов, проявляющихся при поляризации градиентных структур в сильных электрических

полях $E=E_0 \cos \omega t$, авторы показали, что количественное описание их возможно лишь на основе строгого решения кинетических уравнений. При разумных допущениях было установлено, что величина смещения центра петли гистерезиса пропорциональна градиенту состава в образце:

$$\Delta Q = f(P_s, E_0, T) \gamma \text{grad}c. \quad (2)$$

Подобный результат ($\Delta Q \sim \text{grad}c$) был получен J.V. Mantese [9] в рамках модифицированной модели Слэтера в одной из первых работ, посвященной теоретическому описанию поведения градиентных сегнетоэлектриков.

Ряд работ посвящено теоретическому исследованию поведения многослойных сегнетоэлектрических структур на основе анализа уравнений электродинамики. Наиболее последовательно данный подход был реализован в работе L. Pintilie и I. Voeragu [10], в которой были учтены особенности процессов поляризации в отдельных слоях структуры. Поляризационный сдвиг петли гистерезиса был объяснен присутствием непереключаемой части поляризации, обусловленной различием состава слоев, который определяется выражением:

$$\Delta Q = \sqrt{n \left(\sum_{i=1}^n \frac{1}{\varepsilon_i} \right)^{-1} \left(\sum_{i=1}^n \frac{P_i^2}{\varepsilon_i} \right)}, \quad (3)$$

где P_i – непереключаемая часть поляризации i -го слоя, n – число слоев в структуре.

Отметим, что в указанных работах отсутствует последовательный анализ влияния размеров структур (толщины) на величину ΔQ . В то же время функциональная зависимость величины ΔQ от толщины градиентных структур, в рамках различных подходов, существенно отличается. Как следует из (1), при фиксированной разности концентрации Δc (и, соответственно, $\Delta P(c)$) на границах пленки величина $\Delta Q \sim L$, т.е. увеличивается с ростом ее толщины. В то же время согласно (2) величина поляризационного сдвига определяется значением $\text{grad}c$, в этом случае (при $\Delta c = \text{const}$) $\Delta Q \sim 1/L$, т.е. эффект будет значителен только в тонкопленочных градиентных сегнетоэлектриках. В рамках электродинамического подхода оценить влияние размерных факторов (на основе соотношения (3)) на процессы поляризации градиентных структур затруднительно.

Концентрация Sr в исследуемых нами материалах изменялась по толщине в интервале от $x=0$ (чистый титанат бария) до $x=0.3$ (с шагом $\Delta x=0.05$). Общая толщина образцов составляла $L \approx 330$ мкм. Заметного сдвига петель гистерезиса в градиентных толстопленочных структурах не наблюдалось. Оценка величин «встроенного» заряда для объемных материалов BST (с $x=0-0.3$), сделанная по формулам (1) и (2), дает значения 1500 и 2.5 мкКл/см² соответственно. Сдвиг петли

на такую величину, очевидно, должен регистрироваться экспериментально. Отметим, что максимальное значение напряженности переменного электрического поля, используемого в наших экспериментах, составляло $E=3$ кВ/мм. При таких напряженностях в градиентных тонкопленочных структурах BST аномальные поляризационные эффекты ($\Delta Q \neq 0$) уже проявляются [1].

Количественные оценки сдвига в рамках теории Marvan–Fousek затруднены из-за неопределенности значения ключевого феноменологического параметра γ . Однако в рамках этого подхода можно провести сравнительный анализ для тонкопленочных и объемных структур. Действительно, суммарная величина изменения концентрации химического состава Δc (или Δx) в тонкопленочных структурах Ba_{1-x}Sr_xTiO₃ и исследуемых в нашей работе равны. Однако толщины L образцов существенно отличаются (в 10²–10³ раз). Поэтому из (3) следует, что для толстопленочных (объемных) материалов сдвиг петли будет незначителен ($\Delta Q \approx 0.1$ мкКл/см²). «Встроенный» заряд такой величины не может привести к значительному смещению петли гистерезиса, что согласуется с нашими экспериментами.

Отметим, что в работе [11] особенности поведения градиентных тонких пленок в сильном переменном электрическом поле связываются с контактными явлениями на границе электрод–пленка и наличием в образце асимметричного тока проводимости. Исследуемые в нашей работе материалы имели достаточно большое сопротивление по постоянному току ($\rho \approx 2 \cdot 10^{11}$ Ом·м), не зависящее от полярности приложенного поля. С помощью создания искусственной асимметрии проводимости по методу, описанному в работе [11] (при включении параллельно исследуемому образцу диода с ограничительным сопротивлением), нами наблюдались эффекты, характерные для тонкопленочных градиентных сегнетоэлектриков (в частности, сдвиг петли гистерезиса вдоль оси поляризации). Очевидно, что наличие такого сдвига не связано с «внутренними» процессами, проходящими в градиентных объемных материалах.

Заключение. Наличие эффективного поля $E_{\text{вн}}$ в теории Marvan–Fousek должно также приводить к горизонтальному сдвигу петли гистерезиса (вдоль оси E). В выполненных нами исследованиях поляризационных характеристик градиентных толстых пленок Ba_{1-x}Sr_xTiO₃ такого сдвига зафиксировано не было. Можно предположить, что это связано со следующим обстоятельством. В системе BST изменение состава происходит за счет замены элементов, являющихся гомологами (Ba и Sr), обладающих близкими электронными конфигурациями и одинаковым

зарядом ионов. Поэтому величина γ (и соответственно, $E_{\text{вн}}$) мала для проявления указанного эффекта. В других системах, где происходит замена (внедрение) химических элементов с различными зарядами ионов (например, в градиентных монокристаллах ТГС:Cr³⁺), величина γ может оказаться существенно выше, что позволяет наблюдать эффект даже при меньших градиентах состава [12].

ЛИТЕРАТУРА

1. Mantese, J.V. Graded Ferroelectrics, Transpacitors and Transponders / J.V. Mantese, S.P. Alpay. – Springer, New York, 2005. – 153 p.
2. Slowak, R. Functional graded high-K Ba_{1-x}Sr_xTiO₃ thin films for capacitor structures with low temperature coefficient / R. Slowak, S. Hoffmann, R. Liedtke, R. Waser // Integrated Ferroelectrics. – 1999. – Vol. 24. – P. 166–179.
3. El-Naggar, M.Y. Graded ferroelectric capacitors with robust temperature characteristics / M.Y. El-Naggar, K. Dayal, D.G. Goodwin, K. Bhattacharya // J. Appl. Phys. – 2006. – Vol. 100. – P. 114115–114120.
4. Lemanov, V.V. Phase transition and glasslike behavior in Sr_{1-x}Ba_xTiO₃ / V.V. Lemanov, E.P. Smirnova, P.P. Syrnikov, E.A. Tarakanov // Phys. Rev. B. – 1996. – Vol. 54. – P. 3151–3157.
5. Hilton, A.D. Dielectric properties of Ba_{1-x}Sr_xTiO₃ ceramics / A.D. Hilton and B.W. Ricketts // J. Phys. D: Appl. Phys. – 1996. – Vol. 29. – P. 1321–1325.
6. Shut, V.N. Compositionally Graded BST Ceramics Prepared by Tape Casting / V.N. Shut, S.R. Syrtsov, V.L. Trublovsky, A.D. Poleyko, S.V. Kostomarov, L.P. Mastyko // Ferroelectrics. – 2009. – Vol. 386. – P. 125–132.
7. Cao, H.-X. Thermodynamic properties of compositionally graded Ba_{1-x}Sr_xTiO₃ thin films / H.-X. Cao, Y.-H. Gao, Q. Jiang, Z.-Y. Li // J. Appl. Phys. – 2004. – Vol. 96. – P. 1628–1634.
8. Marvan, M. Theory of compositionally graded ferroelectrics and pyroelectricity / M. Marvan, P. Chvosta, J. Fousek // Appl. Phys. Lett. – 2005. – Vol. 86. – P. 221922–221924.
9. Mantese, J.V. Slater model applied to polarization graded Ferroelectrics / J.V. Mantese, N.W. Schubring, A.L. Micheli, A.B. Catalan // Appl. Phys. Lett. – 1997. – Vol. 71. – P. 2047–2049.
10. Pintilie, L. Simple model of polarization offset of graded ferroelectric structures / L. Pintilie, I. Boerasu, M.J.M. Gomes // J. Appl. Phys. – 2003. – Vol. 93. – P. 9961–9967.
11. Bouregba, R. Asymmetrical leakage as a possible origin of the polarization offsets observed in compositionally graded ferroelectric films / R. Bouregba, G. Poullain, B. Vilquin, G. Le Rhun // J. Appl. Phys. – 2003. – Vol. 93. – P. 5583–5591.
12. Шут, В.Н. Сегнетоэлектрические свойства кристаллов ТГС с неоднородным распределением примеси хрома / В.Н. Шут, И.Ф. Кашевич, С.Р. Сырцов // ФТТ. – 2008. – Т. 50, № 1. – С. 115–119.

Поступила в редакцию 15.04.2010

Адрес для корреспонденции: e-mail: ita@vitebsk.by – Шут В.Н.

Полуабелевость и самосовмещение в терминах векторов n -арных групп

Ю.И. Кулаженко

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

n -Арную группу G называют полуабелевой, если для любой последовательности $x_i^n \in X^n$ справедливо равенство

$$(x_1 x_2^{n-1} x_n) = (x_n x_2^{n-1} x_1)$$

Последовательность r элементов из X называют r -угольником G . Четырехугольник $\langle a, b, c, d \rangle$ называют параллелограммом G , если

$$(ab^{[-2]^{2n-4}}bc) = d$$

Упорядоченную пару $\langle a, b \rangle$ называют направленным отрезком G и обозначают \overline{ab} . Если $\overline{ab} = \overline{cd}$, то четырехугольник $\langle a, c, d, b \rangle$ – параллелограмм G . Пусть \overline{V} – множество всех направленных отрезков G . Под вектором \overline{ab} n -арной группы G понимают класс

$$K(\overline{ab}) = \{\overline{uv} \mid \overline{uv} \in \overline{V}, \overline{uv} = \overline{ab}\}, \text{ т.е. } \overline{ab} = K(\overline{ab}).$$

Получены новые критерии полуабелевости n -арной группы G (теоремы 1.2), выраженные через свойства векторов G .

Ключевые слова: n -арная группа, вектора n -арных групп, полуабелева n -арная группа.

Semicommutativity and congruence motion in terms of vectors of n -ary groups

Yu.I. Kulazhenko

Educational establishment «Francisk Skorina Gomel State University»

Summary. The article specifies the new criteria of semicommutativity of the n -ary group « G », expressed by properties of « G » vector.

Понятие полуабелевости, которое ввел Дертте в [1], «красной нитью» проходит через работы математиков, труды которых принято относить к разряду классических в области n -арных групп [1–5]. Поэтому установление новых критериев полуабелевости было и остается достаточно актуальной задачей.

В представляемой работе критерии полуабелевости n -арной группы $G = \langle X, (\cdot)^{[-2]} \rangle$ выражены через свойства векторов G . Отметим также, что результаты устанавливают факты самосовмещения произвольной точки $p \in X$. Это также является важным, поскольку, как известно, самосовмещения используются для построения различных типов групп [6].

Напомним, что n -арную группу G называют полуабелевой, если для любой последовательности $x_i^n \in X^n$ справедливо равенство

$$(x_1 x_2^{n-1} x_n) = (x_n x_2^{n-1} x_1).$$

В дальнейшем элементы n -арной группы G будем называть точками. Точку

$$S_a(b) = (ab^{[-2]^{2n-4}} b a)$$

называют точкой, симметричной точке b относительно точки a . Последовательность k элементов из X – k -угольником G . Четырехуголь-

ник $\langle a, b, c, d \rangle$ называется параллелограммом G , если

$$(ab^{[-2]^{2n-4}} b c) = d.$$

Будем говорить, что точка $p \in X$ самосовмещается, если существует последовательность симметрий этой точки относительно других точек из X , в результате которых точка p отображается в себя.

Упорядоченную пару $\langle a, b \rangle$ точек $a, b \in X$ называют направленным отрезком n -арной группы G и обозначают \overline{ab} .

Если $a, b, c, d \in X$, то говорят, что направленные отрезки \overline{ab} и \overline{cd} равны и пишут $\overline{ab} = \overline{cd}$, если четырехугольник $\langle a, c, d, b \rangle$ – параллелограмм G .

Пусть \overline{V} – множество всех направленных отрезков n -арной группы G . Согласно предложению 1 из [5] бинарное отношение $=$ на множестве \overline{V} является отношением эквивалентности и разбивает множество \overline{V} на непересекающиеся классы. Класс, порожденный направленным отрезком \overline{ab} , имеет вид

$$K(\overline{ab}) = \{\overline{uv} \mid \overline{uv} \in \overline{V}, \overline{uv} = \overline{ab}\}.$$

Под вектором \overline{ab} n -арной группы G понимают класс $K(\overline{ab})$, т.е. $\overline{ab} = K(\overline{ab})$.

Другие обозначения определения и результаты, используемые в работе, можно найти в [4–5].

Изложим теперь полученные результаты.

Теорема 1. Пусть a, b, c – произвольные точки из X , а точка d из X такая, что четырехугольник $\langle a, b, c, d \rangle$ – параллелограмм G . n -арная группа G будет полуабелевой тогда и только тогда, когда выполняется равенство

$$\overline{pa + S_a(p)S_b(a) + S_{S_b(a)}(S_a(p))S_c(d)} + \overline{S_{S_c(d)}(S_{S_b(a)}(S_a(p)))d} = \bar{0}. \quad (1)$$

Доказательство. 1. Пусть G – полуабелева n -арная группа. Установим справедливость равенства (1). Для этого будем последовательно суммировать векторы из левой части равенства, применяя теорему 8 из [7], определение 4 из [5], равенство 3.28 из [4], предложение 1 из [7]. Имеем

$$\overline{pa + S_a(p)S_b(a)} = \overline{p(a(S_a(p)))^{[-2]} \underbrace{S_a(p) \dots S_b(a)}_{2n-4}} = p(a(ap^{[-2]} p a)^{[-2]} \underbrace{(ap^{[-2]} p a) \dots (ba^{[-2]} a b)}_{2n-4}) =$$

$$p(aa^{[-2]} a pa^{[-2]} a ba^{[-2]} a b) = p(pa^{[-2]} a ba^{[-2]} a b). \quad (2)$$

Упростим выражение $S_{S_b(a)}(S_a(p))$, используя определение 4 из [1], равенство 3.28 из [2], предложение 1 из [3].

$$\begin{aligned} S_{S_b(a)}(S_a(p)) &= (S_b(a)(S_a(p))^{[-2]} \underbrace{S_a(p) \dots S_b(a)}_{2n-4}) = \\ &= ((ba^{[-2]} a b)(ap^{[-2]} p a)^{[-2]} \underbrace{(ap^{[-2]} p a) \dots (ba^{[-2]} a b)}_{2n-4}) = \\ &= (ba^{[-2]} a ba^{[-2]} a pa^{[-2]} a ba^{[-2]} a b). \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \overline{pa + S_a(p)S_b(a) + S_{S_b(a)}(S_a(p))S_c(d)} + \overline{S_{S_c(d)}(S_{S_b(a)}(S_a(p)))d} &= \\ &= \overline{p(ab^{[-2]} b ab^{[-2]} b cd^{[-2]} d c) +} \\ &+ \overline{(cd^{[-2]} d cb^{[-2]} b ab^{[-2]} b ap^{[-2]} p ab^{[-2]} b ab^{[-2]} b cd^{[-2]} d c)d} = \\ &= \overline{p(ab^{[-2]} b ab^{[-2]} b c(ab^{[-2]} b c)^{[-2]} \underbrace{(ab^{[-2]} b c) \dots c}_{2n-4}) +} \\ &+ \overline{(c(ab^{[-2]} b c)^{[-2]} \underbrace{(ab^{[-2]} b c) \dots cb^{[-2]} b ab^{[-2]} b ap^{[-2]} p}_{2n-4})} \\ &= \overline{ab^{[-2]} b ab^{[-2]} b c(ab^{[-2]} b c)^{[-2]} \underbrace{(ab^{[-2]} b c) \dots c}_{2n-4}d} = \\ &= \overline{p(ab^{[-2]} b ab^{[-2]} b cc^{[-2]} c ba^{[-2]} a c) +} \overline{(cc^{[-2]} c (ba^{[-2]} a c)b^{[-2]} b ab^{[-2]} b ap^{[-2]} p}_{2n-4}} \\ &= \overline{ab^{[-2]} b ab^{[-2]} b cc^{[-2]} c ba^{[-2]} a c)d} = \\ &= \overline{p(ab^{[-2]} b c) + ((cd^{[-2]} a b)b^{[-2]} b ab^{[-2]} b ap^{[-2]} p (ab^{[-2]} b c))d} = \end{aligned}$$

С учетом равенств (2), (3), теоремы 8 из [7], определения 4 из [5], равенства 3.28 из [4], предложения 1 из [7] имеем

$$\begin{aligned} \overline{pa + S_a(p)S_b(a) + S_{S_b(a)}(S_a(p))S_c(d)} &= \\ &= \overline{p(pa^{[-2]} a ba^{[-2]} a b) +} \\ &+ \overline{(ba^{[-2]} a ba^{[-2]} a pa^{[-2]} a ba^{[-2]} a b)(cd^{[-2]} d c) =} \\ &= \overline{p((pa^{[-2]} a ba^{[-2]} a b)(ba^{[-2]} a ba^{[-2]} a pa^{[-2]} a ba^{[-2]} a b)^{[-2]}} \\ &\underbrace{(ba^{[-2]} a ba^{[-2]} a pa^{[-2]} a ba^{[-2]} a b) \dots (cd^{[-2]} d c))}_{2n-4} = \\ &= \overline{p(pa^{[-2]} a ba^{[-2]} a bb^{[-2]} b a} \\ &\underbrace{b^{[-2]} b ap^{[-2]} p ab^{[-2]} b ab^{[-2]} b cd^{[-2]} d c) =} \\ &= \overline{p(ab^{[-2]} b ab^{[-2]} b cd^{[-2]} d c)}. \end{aligned} \quad (4)$$

Преобразуем выражение $S_{S_c(d)}(S_{S_b(a)}(S_a(p)))$ с учетом предыдущих рассуждений и равенства (3)

$$\begin{aligned} S_{S_c(d)}(S_{S_b(a)}(S_a(p))) &= S_{S_c(d)}(ba^{[-2]} a ba^{[-2]} a pa^{[-2]} a ba^{[-2]} a b) = \\ &= (S_c(d)(ba^{[-2]} a ba^{[-2]} a pa^{[-2]} a ba^{[-2]} a b)^{[-2]} \\ &\underbrace{(ba^{[-2]} a ba^{[-2]} a pa^{[-2]} a ba^{[-2]} a b) \dots S_c(d)}_{2n-4} = \\ &= ((cd^{[-2]} d c)b^{[-2]} b ab^{[-2]} b ap^{[-2]} p} \\ &\underbrace{ab^{[-2]} b ab^{[-2]} b (cd^{[-2]} d c))}_{2n-4}. \end{aligned} \quad (5)$$

С учетом равенств (4), (5), свойства полуабелевости группы G и того, что $\langle a, b, c, d \rangle$ – параллелограмм G , имеем

$$\begin{aligned}
 &= \overline{p(ab^{[-2]}^{2n-4} b c) + (cb^{[-2]}^{2n-4} b ap^{[-2]}^{2n-4} p(ab^{[-2]}^{2n-4} b c))d} = \\
 &= \overline{p((ab^{[-2]}^{2n-4} b c)(cb^{[-2]}^{2n-4} b ap^{[-2]}^{2n-4} p ab^{[-2]}^{2n-4} b c)^{[-2]}} \\
 &\quad \underbrace{(cb^{[-2]}^{2n-4} b ap^{[-2]}^{2n-4} p ab^{[-2]}^{2n-4} b c) \dots d}_{2n-4} = \\
 &= \overline{p(ab^{[-2]}^{2n-4} b cc^{[-2]}^{2n-4} c ba^{[-2]}^{2n-4} a pa^{[-2]}^{2n-4} a bc^{[-2]}^{2n-4} c (ab^{[-2]}^{2n-4} b c))} = \\
 &= \overline{p(pa^{[-2]}^{2n-4} a bc^{[-2]}^{2n-4} c cb^{[-2]}^{2n-4} b a)} = \overline{pp} = \bar{0}.
 \end{aligned} \tag{6}$$

Следовательно, равенство (1) справедливо.
 2. Пусть равенство (1) выполняется. Докажем, что G – полуабелева n -арная группа.
 Поскольку свойство полуабелевости группы G в первом пункте доказательства нами исполь-

зовалось только в равенстве (6), то считаем, что все рассуждения до равенства (6) справедливы.
 Преобразуем (4) и (5) с учетом того, что четырехугольник $\langle a, b, c, d \rangle$ – параллелограмм G .
 Имеем:

$$\begin{aligned}
 &\overline{p(ab^{[-2]}^{2n-4} b ab^{[-2]}^{2n-4} b cd^{[-2]}^{2n-4} d c)} = \\
 &= \overline{p(ab^{[-2]}^{2n-4} b ab^{[-2]}^{2n-4} b c(ab^{[-2]}^{2n-4} b c)^{[-2]} \underbrace{(ab^{[-2]}^{2n-4} b c) \dots c}_{2n-4}} = \\
 &= \overline{p(ab^{[-2]}^{2n-4} b ab^{[-2]}^{2n-4} b cc^{[-2]}^{2n-4} c ba^{[-2]}^{2n-4} a c)} = \overline{p(ab^{[-2]}^{2n-4} b c)}, \tag{7} \\
 S_{S_c(d)}(S_{S_b(a)}(S_a(p))) &= \overline{(cd^{[-2]}^{2n-4} d cb^{[-2]}^{2n-4} b ab^{[-2]}^{2n-4} b ap^{[-2]}^{2n-4} p ab^{[-2]}^{2n-4} b ab^{[-2]}^{2n-4} b cd^{[-2]}^{2n-4} d c)} = \\
 &= \overline{(c(ab^{[-2]}^{2n-4} b c)^{[-2]} \underbrace{(ab^{[-2]}^{2n-4} b c) \dots cb^{[-2]}^{2n-4} b ab^{[-2]}^{2n-4} b ap^{[-2]}^{2n-4} p}_{2n-4}} \\
 &\quad ab^{[-2]}^{2n-4} b ab^{[-2]}^{2n-4} b c(ab^{[-2]}^{2n-4} b c)^{[-2]} \underbrace{(ab^{[-2]}^{2n-4} b c) \dots c}_{2n-4}) = \\
 &= \overline{(cc^{[-2]}^{2n-4} c ba^{[-2]}^{2n-4} a cb^{[-2]}^{2n-4} b ab^{[-2]}^{2n-4} b ap^{[-2]}^{2n-4} p} \\
 &\quad ab^{[-2]}^{2n-4} b ab^{[-2]}^{2n-4} b cc^{[-2]}^{2n-4} c ba^{[-2]}^{2n-4} a c)} = \\
 &= \overline{(ba^{[-2]}^{2n-4} a cb^{[-2]}^{2n-4} b ab^{[-2]}^{2n-4} b ap^{[-2]}^{2n-4} p ab^{[-2]}^{2n-4} b c)}. \tag{8}
 \end{aligned}$$

С учетом (1), (7) и (8) имеем

$$\begin{aligned}
 &\overline{pa + S_a(p)S_b(a) + S_{S_b(a)}(S_a(p))S_c(d) + S_{S_c(d)}(S_{S_b(a)}(S_a(p)))d} = \\
 &= \overline{p(ab^{[-2]}^{2n-4} b c) + (ba^{[-2]}^{2n-4} a cb^{[-2]}^{2n-4} b ab^{[-2]}^{2n-4} b ap^{[-2]}^{2n-4} p ab^{[-2]}^{2n-4} b c)d} = \bar{0}.
 \end{aligned}$$

Откуда, с учетом теоремы 8 из [7],

$$\begin{aligned}
 &\overline{p((ab^{[-2]}^{2n-4} b c)(ba^{[-2]}^{2n-4} a cb^{[-2]}^{2n-4} b ab^{[-2]}^{2n-4} b ap^{[-2]}^{2n-4} p ab^{[-2]}^{2n-4} b c)^{[-2]}} \\
 &\quad \underbrace{(ba^{[-2]}^{2n-4} a cb^{[-2]}^{2n-4} b ab^{[-2]}^{2n-4} b ap^{[-2]}^{2n-4} p ab^{[-2]}^{2n-4} b c) \dots d}_{2n-4} = \bar{0}.
 \end{aligned}$$

Преобразовывая это равенство получим

$$\begin{aligned}
 &\overline{p(ab^{[-2]}^{2n-4} b cc^{[-2]}^{2n-4} c ba^{[-2]}^{2n-4} a p^{[-2]}^{2n-4} p a^{[-2]}^{2n-4} a} \\
 &\quad b^{[-2]}^{2n-4} b a^{[-2]}^{2n-4} a bc^{[-2]}^{2n-4} c ab^{[-2]}^{2n-4} b d)} = \bar{0},
 \end{aligned}$$

или

$$\overline{p(pa^{[-2]}^{2n-4} a ba^{[-2]}^{2n-4} a bc^{[-2]}^{2n-4} c ab^{[-2]}^{2n-4} b (ab^{[-2]}^{2n-4} b c))} = \overline{pp},$$

Откуда

$$(pa^{[-2]}^{2n-4} a ba^{[-2]}^{2n-4} a bc^{[-2]}^{2n-4} c ab^{[-2]}^{2n-4} b (ab^{[-2]}^{2n-4} b c)) = p. \tag{9}$$

Умножим обе части равенства (9) слева на выражение $cb^{[-2]}^{2n-4} b ab^{[-2]}^{2n-4} b ap^{[-2]}^{2n-4} p$. Имеем

$$\begin{aligned}
 &(cb^{[-2]}^{2n-4} b ab^{[-2]}^{2n-4} b ap^{[-2]}^{2n-4} p pa^{[-2]}^{2n-4} a b \\
 &a^{[-2]}^{2n-4} a bc^{[-2]}^{2n-4} c ab^{[-2]}^{2n-4} b (ab^{[-2]}^{2n-4} b c)) = \\
 &= (cb^{[-2]}^{2n-4} b ab^{[-2]}^{2n-4} b ap^{[-2]}^{2n-4} p p).
 \end{aligned}$$

Откуда

$$(ab^{[-2]2n-4} b (ab^{[-2]2n-4} b c)) = ((cb^{[-2]2n-4} b a)b^{[-2]2n-4} b a),$$

или

$$((ab^{[-2]2n-4} b a)b^{[-2]2n-4} b c) = (cb^{[-2]2n-4} b (ab^{[-2]2n-4} b a)),$$

или

$$(S_a(b)b^{[-2]2n-4} b c) = (cb^{[-2]2n-4} S_a(b)). \quad (10)$$

На основании (10) и предложения 1 из [8] заключаем, что G – полуабелева n -арная группа.

Теорема доказана.

Теорема 2. Пусть a, b, c – произвольные точки из X , а точка $d \in X$ такая, что четырехугольник $\langle a, b, c, d \rangle$ – параллелограмм G . n -арная группа G будет полуабелевой тогда и только тогда, когда справедливо равенство

$$\overline{pd} + \overline{S_d(p)S_b(a)} + \overline{S_{S_b(a)}(S_d(p))S_c(d)} + \overline{S_{S_c(d)}(S_{S_b(a)}(S_d(p)))S_d(a)} = \bar{0}. \quad (11)$$

Доказательство. 1. Пусть G – полуабелева n -арная группа. Докажем справедливость равенства (11).

Поскольку четырехугольник $\langle a, b, c, d \rangle$ – параллелограмм G , то, согласно определению 2 из [5],

$$d = (ab^{[-2]2n-4} b c). \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \overline{pd} + \overline{S_d(p)S_b(a)} + \overline{S_{S_b(a)}(S_d(p))S_c(d)} &= \overline{p(pc^{[-2]2n-4} c ba^{[-2]2n-4} a ba^{[-2]2n-4} a b) +} \\ &\quad \overline{(ba^{[-2]2n-4} a bd^{[-2]2n-4} d pd^{[-2]2n-4} d ba^{[-2]2n-4} a b)(cd^{[-2]2n-4} d c)} = \\ &= \overline{p((pc^{[-2]2n-4} c ba^{[-2]2n-4} a ba^{[-2]2n-4} a b)(ba^{[-2]2n-4} a bd^{[-2]2n-4} d pd^{[-2]2n-4} d ba^{[-2]2n-4} a b)^{[-2]})} \\ &\quad \overline{(ba^{[-2]2n-4} a bd^{[-2]2n-4} d pd^{[-2]2n-4} d ba^{[-2]2n-4} a b) \dots (cd^{[-2]2n-4} d c)} = \\ &= \overline{p(pc^{[-2]2n-4} c ba^{[-2]2n-4} a ba^{[-2]2n-4} a bb^{[-2]2n-4} b ab^{[-2]2n-4} b d} \\ &\quad \overline{p^{[-2]2n-4} p db^{[-2]2n-4} b ab^{[-2]2n-4} b (cd^{[-2]2n-4} d c))} = \\ &= \overline{p(pc^{[-2]2n-4} c ba^{[-2]2n-4} a (ab^{[-2]2n-4} b c)p^{[-2]2n-4} p (ab^{[-2]2n-4} b c)b^{[-2]2n-4} b ab^{[-2]2n-4} b} \\ &\quad \overline{c(ab^{[-2]2n-4} b c)^{[-2]} (ab^{[-2]2n-4} b c) \dots c)} = \overline{p(ab^{[-2]2n-4} b cb^{[-2]2n-4} b ab^{[-2]2n-4} b cc^{[-2]2n-4} c ba^{[-2]2n-4} a c)} = \\ &= \overline{p(ab^{[-2]2n-4} b cb^{[-2]2n-4} b c)}. \end{aligned} \quad (15)$$

Преобразуем выражение $S_{S_c(d)}(S_{S_b(a)}(S_d(p)))$ с учетом равенства (14), определения 4 из [5], равенства 3.28 из [4], предложения 1 из [7]

$$\begin{aligned} S_{S_c(d)}(S_{S_b(a)}(S_d(p))) &= S_{S_c(d)}(ba^{[-2]2n-4} a bd^{[-2]2n-4} d pd^{[-2]2n-4} d ba^{[-2]2n-4} a b) = \\ &= (S_c(d)(ba^{[-2]2n-4} a bd^{[-2]2n-4} d pd^{[-2]2n-4} d ba^{[-2]2n-4} a b)^{[-2]}) \\ &\quad \overline{(ba^{[-2]2n-4} a bd^{[-2]2n-4} d pd^{[-2]2n-4} d ba^{[-2]2n-4} a b) \dots S_c(d)} = \end{aligned}$$

Тогда с учетом теоремы 8 из [7], определения 4 из [5], равенства 3.28 из [4], предложения 1 из [7] имеем

$$\begin{aligned} \overline{pd} + \overline{S_d(p)S_b(a)} &= \overline{p(d(S_d(p))^{[-2]} S_d(p) \dots S_b(a))} = \\ &= \overline{p(d(dp^{[-2]2n-4} p d)^{[-2]} (dp^{[-2]2n-4} p d) \dots (ba^{[-2]2n-4} a b))} = \\ &= \overline{p(dd^{[-2]2n-4} d pd^{[-2]2n-4} d ba^{[-2]2n-4} a b) = p(pd^{[-2]2n-4} d ba^{[-2]2n-4} a b)} = \\ &= \overline{p(p(ab^{[-2]2n-4} b c)^{[-2]} (ab^{[-2]2n-4} b c) \dots ba^{[-2]2n-4} a b)} = \\ &= \overline{p(pc^{[-2]2n-4} c ba^{[-2]2n-4} a ba^{[-2]2n-4} a b)}. \end{aligned} \quad (13)$$

Преобразуем выражение $S_{S_b(a)}(S_d(p))$ с учетом определения 4 из [5], равенства 3.28 из [4], предложения 1 из [7]. Имеем

$$\begin{aligned} S_{S_b(a)}(S_d(p)) &= (S_b(a)(S_d(p))^{[-2]} S_d(p) \dots S_b(a)) = \\ &= ((ba^{[-2]2n-4} a b)(dp^{[-2]2n-4} p d)^{[-2]} (dp^{[-2]2n-4} p d) \dots (ba^{[-2]2n-4} a b)) = \\ &= (ba^{[-2]2n-4} a bd^{[-2]2n-4} d pd^{[-2]2n-4} d ba^{[-2]2n-4} a b). \end{aligned} \quad (14)$$

С учетом равенств (13), (14), теоремы 8 из [7], определения 4 из [5], равенства 3.28 из [4], предложения 1 из [7] имеем

$$\begin{aligned}
 &= ((cd^{[-2]2n-4} d^{[-2]2n-4} c)b^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} dp^{[-2]2n-4} p^{[-2]2n-4} db^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} (cd^{[-2]2n-4} d^{[-2]2n-4} c)) = \\
 &= ((c(ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} c)^{[-2]2n-4} \underbrace{(ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} \dots c)}_{2n-4})b^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} (ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} c)p^{[-2]2n-4} p^{[-2]2n-4} \\
 &\quad (ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} c)b^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} (c(ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} c)^{[-2]2n-4} \underbrace{(ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} \dots c)}_{2n-4})) = \\
 &= ((cc^{[-2]2n-4} c^{[-2]2n-4} ba^{[-2]2n-4} a^{[-2]2n-4} c)b^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} cp^{[-2]2n-4} p^{[-2]2n-4} \\
 &\quad ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} cb^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} (cc^{[-2]2n-4} c^{[-2]2n-4} ba^{[-2]2n-4} a^{[-2]2n-4} c)) = \\
 &= (ba^{[-2]2n-4} a^{[-2]2n-4} cb^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} cp^{[-2]2n-4} p^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} cb^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} c). \tag{16}
 \end{aligned}$$

С учетом равенств (15), (16), свойства полуабелевости группы G и предыдущих рассуждений имеем

$$\begin{aligned}
 &\overline{pd + S_d(p)S_b(a) + S_{S_b(a)}(S_d(p))S_c(d) + S_{S_c(d)}(S_{S_b(a)}(S_d(p)))S_d(a)} = \\
 &= \overline{p(ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} cb^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} c) + (ba^{[-2]2n-4} a^{[-2]2n-4} cb^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} \\
 &\quad ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} cp^{[-2]2n-4} p^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} cb^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} c)(da^{[-2]2n-4} a^{[-2]2n-4} d)} = \\
 &= p(\overline{(ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} cb^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} c)(ba^{[-2]2n-4} a^{[-2]2n-4} cb^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} cp^{[-2]2n-4} p^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} cb^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} c)} \\
 &\quad \underbrace{(ba^{[-2]2n-4} a^{[-2]2n-4} cb^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} cp^{[-2]2n-4} p^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} cb^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} c)}_{2n-4} \dots \\
 &\quad (da^{[-2]2n-4} a^{[-2]2n-4} d)) = p(ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} cb^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} cc^{[-2]2n-4} c^{[-2]2n-4} bc^{[-2]2n-4} c^{[-2]2n-4} ba^{[-2]2n-4} a^{[-2]2n-4} \\
 &\quad pc^{[-2]2n-4} c^{[-2]2n-4} ba^{[-2]2n-4} a^{[-2]2n-4} ba^{[-2]2n-4} a^{[-2]2n-4} bc^{[-2]2n-4} c^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} (ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} ca^{[-2]2n-4} a^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} c)) = \\
 &= p(pc^{[-2]2n-4} c^{[-2]2n-4} (ba^{[-2]2n-4} a^{[-2]2n-4} (ba^{[-2]2n-4} a^{[-2]2n-4} (bc^{[-2]2n-4} c^{[-2]2n-4} a) b^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} a) b^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} c) b^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} c) = \\
 &= p(pc^{[-2]2n-4} c^{[-2]2n-4} ca^{[-2]2n-4} a^{[-2]2n-4} aa^{[-2]2n-4} a^{[-2]2n-4} ac^{[-2]2n-4} c^{[-2]2n-4} bb^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} bb^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} bb^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} c) = \overline{pp} = \vec{0}. \tag{17}
 \end{aligned}$$

Справедливость равенства (11) установлена.

2. Пусть равенство (11) выполняется. Докажем, что G – полуабелева n -арная группа.

В первой части доказательства свойства полуабелевости мы использовали только в равенстве (17). Поэтому без повторения рассуждений считаем, что равенства (15) и (16) справедливы.

Из (1), (15) и (16) имеем

$$\overline{p(ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} cb^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} c) + (ba^{[-2]2n-4} a^{[-2]2n-4} cb^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} cp^{[-2]2n-4} p^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} cb^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} c)(da^{[-2]2n-4} a^{[-2]2n-4} d)} = \vec{0}. \tag{18}$$

Преобразуем правую часть равенства (18) с учетом теоремы 8 из [7], равенства 3.28 из [4], предложения 1 из [7]. Имеем

$$\overline{p((ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} cb^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} c)(ba^{[-2]2n-4} a^{[-2]2n-4} cb^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} cp^{[-2]2n-4} p^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} cb^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} c))} = \vec{0}.$$

$$\overline{p(pc^{[-2]2n-4} c^{[-2]2n-4} ba^{[-2]2n-4} a^{[-2]2n-4} ba^{[-2]2n-4} a^{[-2]2n-4} bc^{[-2]2n-4} c^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} cb^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} c)} = \overline{pp}.$$

$$\overline{(ba^{[-2]2n-4} a^{[-2]2n-4} cb^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} cp^{[-2]2n-4} p^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} cb^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} c)}_{2n-4} \dots$$

$$\overline{(da^{[-2]2n-4} a^{[-2]2n-4} d)} = \vec{0}$$

или

$$\overline{p(ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} cb^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} cc^{[-2]2n-4} c^{[-2]2n-4} bc^{[-2]2n-4} c^{[-2]2n-4} ba^{[-2]2n-4} a^{[-2]2n-4} pc^{[-2]2n-4} c^{[-2]2n-4} ba^{[-2]2n-4} a^{[-2]2n-4} ba^{[-2]2n-4} a^{[-2]2n-4} bc^{[-2]2n-4} c^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} (da^{[-2]2n-4} a^{[-2]2n-4} d))} = \vec{0}.$$

С учетом того, что $\langle a, b, c, d \rangle$ – параллелограмм

G и нейтральности последовательностей

$xx^{[-2]2n-4} x$ и $x^{[-2]2n-4} x x$ для любого $x \in X$, имеем

$$\overline{p(pc^{[-2]2n-4} c^{[-2]2n-4} ba^{[-2]2n-4} a^{[-2]2n-4} ba^{[-2]2n-4} a^{[-2]2n-4} bc^{[-2]2n-4} c^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} (ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} ca^{[-2]2n-4} a^{[-2]2n-4} ab^{[-2]2n-4} b^{[-2]2n-4} c))} = \vec{0}.$$

Согласно определению 6 из [5] $\vec{0} = \overline{pp}$ для любой точки $p \in X$, тогда

Из этого равенства следует, что

$$(pc^{[-2]^{2n-4}} c ba^{[-2]^{2n-4}} a ba^{[-2]^{2n-4}} a bc^{[-2]^{2n-4}} c ab^{[-2]^{2n-4}} b ab^{[-2]^{2n-4}} b cb^{[-2]^{2n-4}} b c) = p. \quad (19)$$

Умножим обе части равенства (19) слева на выражение $cb^{[-2]^{2n-4}} b ab^{[-2]^{2n-4}} b ab^{[-2]^{2n-4}} b cp^{[-2]^{2n-4}} p$. Имеем

$$\begin{aligned} & (cb^{[-2]^{2n-4}} b ab^{[-2]^{2n-4}} b ab^{[-2]^{2n-4}} b cp^{[-2]^{2n-4}} p pc^{[-2]^{2n-4}} c b \\ & a^{[-2]^{2n-4}} a ba^{[-2]^{2n-4}} a bc^{[-2]^{2n-4}} c (ab^{[-2]^{2n-4}} b a)b^{[-2]^{2n-4}} b cb^{[-2]^{2n-4}} b c) = \\ & = (cb^{[-2]^{2n-4}} b ab^{[-2]^{2n-4}} b ab^{[-2]^{2n-4}} b cp^{[-2]^{2n-4}} p p). \end{aligned} \quad (20)$$

Откуда, с учетом нейтральности последовательностей,

$$\begin{aligned} & ((ab^{[-2]^{2n-4}} b a)b^{[-2]^{2n-4}} b cb^{[-2]^{2n-4}} b c) = \\ & = (cb^{[-2]^{2n-4}} b (ab^{[-2]^{2n-4}} b a)b^{[-2]^{2n-4}} b c). \end{aligned} \quad (21)$$

Умножим обе части равенства (21) справа на выражение $c^{[-2]^{2n-4}} c b$. Имеем

$$\begin{aligned} & (S_a(b)b^{[-2]^{2n-4}} b cb^{[-2]^{2n-4}} b cc^{[-2]^{2n-4}} c b) = \\ & = (cb^{[-2]^{2n-4}} b S_a(b)b^{[-2]^{2n-4}} b cc^{[-2]^{2n-4}} c b). \end{aligned} \quad (22)$$

Откуда

$$(S_a(b)b^{[-2]^{2n-4}} b c) = (cb^{[-2]^{2n-4}} b S_a(b)). \quad (23)$$

Поскольку a, b, c – произвольные точки из X , то из равенства (23) и на основании предложения 1 из [8] заключаем, что G – полуабелева n -арная группа.

Теорема доказана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Dornte, W. Untersuchugn über einen verallgemeinerten Gruppenbegriff / W. Dornte // Math. Z. – 1928. – Bd. 29. – S. 1–19.
2. Post, E.L. Polgadic groups / E.L. Post // Trans. Amer. Math. Soc. – 1940. – Vol. 48, № 2. – P. 208–350.
3. Prüfer, H. Theorie der Abelschen Gruppen I. Grundeigenschaften, Math. Z. – 1924. – Bd. 20. – S. 165–187.
4. Русаков, С.А. Алгебраические n -арные системы: Силовская теория n -арных групп / С.А. Русаков. – Минск: Беларуская навука, 1992. – 264 с.
5. Русаков, С.А. Некоторые приложения теории n -арных групп / С.А. Русаков. – Минск: Беларуская навука, 1998. – 182 с.
6. Александров, П.С. Введение в теорию групп / П.С. Александров. – М.: Наука, 1980. – 144 с.
7. Кулаженко, Ю.И. Геометрия параллелограммов / Вопросы алгебры и прикладной математики: сб. науч. тр. / под ред. С.А. Русакова. – Гомель, 1995. – С. 47–64.
8. Кулаженко, Ю.И. Полуабелевость и самосовмещение точек n -арных групп относительно элементов последовательностей вершин четырехугольников / Ю.И. Кулаженко // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2009. – № 2(53). – С. 150–156.

Поступила в редакцию 29.04.2010

Адрес для корреспонденции: 246019, г. Гомель, ул. Советская, д. 104, УО «ГГУ им. Ф. Скорины» – Кулаженко Ю.И.

Инъекторы локальных классов Фиттинга

В.Н. Загурский*, Н.Т. Воробьев**

*Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»

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

Подгруппу V группы G называют F -инъектором группы G , если $V \cap N$ является F -максимальной подгруппой в N для всякой субнормальной подгруппы N из G . В настоящей работе найдена формула F -инъектора π -разрешимой группы для произвольного локального класса Фиттинга F . В частности, получен метод построения инъектора разрешимой группы для локального класса Фиттинга.

Ключевые слова: инъекторы групп, локальный класс Фиттинга, H -функция.

Injectors of local Fitting classes

V.N. Zagurskiy*, N.T. Vorobyev**

*Educational establishment «Vitebsk State Technological University»

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

Summary. A « V » subgroup of a « G » group is called an F -injector of « G » if $V \cap N$ is an F -maximal subgroup of « N » for every subnormal « N » subgroup of « G ». In this paper a formula of F -injector of a π -soluble group is found for voluntary local Fitting « F » class. This yields a new method of definition of soluble groups for finite injectors for local Fitting classes.

1. Introduction. In the theory of classes of finite soluble groups the basic result which generalizes fundamental theorems of Sylow and Hall is the theorem of Gaschütz [1] on existence and conjugacy of F -projectors in groups G for every soluble local formation F . Recall that a subgroup F is called [2] an F -projector of G if FN/N is an F -maximal subgroup in G/N for all normal subgroups N of G .

In the sequel many researchers were interested in finding a formula for an F -projector. This task was solved by Doerk [3], D'Arcy [4] and N.T. Vorob'ev [5].

In 1967 an important bright result in the theory of finite soluble groups was established by Gaschütz, Fischer and Hartley in their paper [6], where another generalization of the theorems of Sylow and Hall was presented. It was proved [6] that in every group $G \in \mathcal{S}$ a unique conjugacy class F -injectors exist for all soluble Fitting classes. Recall that a subgroup V of a group G is called [2] an F -injector of G if $V \cap N$ is an F -maximal subgroup of N for every subnormal subgroup N of G .

In 1975 L.A. Shemetkov [7] extended the Gaschütz-Fischer-Hartley's result on the case of π -soluble groups for all Fitting classes F where $\pi = \pi(F) = \cup\{\pi(G) \mid G \in F\}$. In this connection in the theory of Fitting classes the task of finding an for-

mula for an F -injector of a finite π -soluble group for an arbitrary local Fitting class F is not completed. In the class \mathcal{S} it was solved by Hartley [8], N.T. Vorob'ev and I.V. Dudkin [9] only for some special cases of a local class F .

The main result of this paper is a full solution of the task specified above in the class of $\pi(F)$ -soluble groups for a local Fitting class F . We refer to [2] for the notation and basic results on classes of groups.

2. Preliminaries. All groups considered in this paper are finite.

For the first time a local method of studying of finite soluble groups by means of radicals and Fitting classes was introduced by Hartley [8]. Every map $f: P \rightarrow \{ \text{Fitting classes} \}$ is called a Hartley function or an H -function [10] where P designate the set of primes.

Let $LR(f) = E_\pi \cap (\cap_{p \in \pi} f(p)N_p E_{p'})$, where $\pi = \pi(F)$. A Fitting class F is called local [10], if $F = LR(f)$ for some H -function f .

A Hartley function f of a Fitting class F is called full integrated, if $f(p)N_p = f(p)$ and $f(p) \subseteq F$ for all prime numbers p . Such a Hartley function exist for every local Fitting class [11].

Let π be a set of primes. A finite group G is said to be π -soluble if every chief factor of G is either an abelian π -group or a π' -group.

A set Σ of pairwise permutable Sylow p -subgroups of G , exactly one for each $p \in \pi(G)$, together with the identity subgroup, is called a Sylow basis of G .

If Σ is a set of subgroups of a group G and if $R \leq G$, we denote by $\Sigma \cap R$ the following set of subgroups of G $\Sigma \cap R = \{S \cap R \mid S \in \Sigma\}$.

In general, $\Sigma \cap R$ is not a Sylow basis of R . However, when it happens that $\Sigma \cap R$ is a Sylow basis of R , we say that Σ reduces into R and write $\Sigma \psi R$. If Σ is a Sylow basis of G , then Σ reduces into R^g for some $g \in G$. In particular, if $R \triangleleft G$, then $\Sigma \psi R$. If Σ is a Sylow basis of a group G , the subgroup $N_G(\Sigma) = \{g \in G \mid H = H^g \text{ for all } H \in \Sigma\}$ is called the normalizer of Σ . A system normalizer of G is a subgroup of the form $N_G(\Sigma)$ for some Sylow basis of a group G .

Recall that if H/K is a section of a group G , then the group $N_G(H/K) = \{g \in G \mid (hK)^g \in H/K \text{ for all } h \in H\}$ is called the normalizer of a section H/K in a group G . Let A be a subgroup of a normalizer $N_G(H/K)$ of a section H/K of a group G . Then the group $C_A(H/K)$ is defined as $C_A(H/K) = \{a \in A \mid h^a K = hK \text{ for all } h \in H\}$. If $K \triangleleft H$ it is easy to see that $A \cap K \leq C_A(H/K)$.

Lemma 2.1 (see Theorem 2.2 in [7]). *If F is a Fitting class and G is a π -soluble group ($\pi = \pi(F)$) then G possesses exactly one conjugacy class of F -injectors.*

Lemma 2.2 (see Theorem 2.3 in [7]). *Let F be a Fitting class and V an F -injector of a π -soluble group G , where $\pi = \pi(F)$. If $V \leq A \leq G$, then V is an F -injector of A .*

Lemma 2.3. *Let F be a Fitting class and $F \subseteq E_\pi$. If V is an F -injector of a Hall π -subgroup G_π of a π -soluble group G , then V is also an F -injector of G . If V is an F -injector of a π -soluble group G , then V is an F -injector of some Hall π -subgroup G_π of G .*

Proof. The result follows from lemma 2.1 and lemma 2.2.

Lemma 2.4 (see Theorem 7 in [12]). *Let F be a full integrated H -function of a local Fitting class F and V an F -subgroup of a finite group G . If S is a p -subgroup of G for some $p \in \pi(F)$, then $V \cdot C_S(V/V_{F(p)}) \in F$. In the case $V \triangleleft G$, $V \leq H \leq G$, $H \in F$ we have $C_S(H/H_{F(p)}) \leq C_S(V/V_{F(p)})$.*

3. The results. For an arbitrary local Fitting class F the formula of an F -injector of a soluble group is described by the following theorem.

Theorem 3.1. *Let F be a full integrated H -function of a Fitting class F , Σ is a Sylow basis of a soluble group G , $D = N_G(\Sigma)$ and $G_p \in \Sigma$, $D_p = G_p \cap D$, where $p \in \pi(F)$. If W is an F -injector of a group N , $G/N \in N_p$ and $\Sigma \psi W$, then $Z = W \cdot C_{D_p}(W/W_{F(p)}) = W \cdot C_{G_p}(W/W_{F(p)})$ is an F -injector of G and $\Sigma \psi Z$.*

Proof. We show that W is pronormal a G , shortly $W \text{ pr } G$. Let $g \in G$. Then by lemma IX.1.3.(b) [2] we have $W^g \in \text{Inj}_F(N)$. Consequently, $\langle W, W^g \rangle \leq N$. Hence by theorem 1.5.(c) [2] $W, W^g \in \text{Inj}_F(\langle W, W^g \rangle)$ and by theorem 8.2.9 [2] W, W^g are conjugated in $\langle W, W^g \rangle$. Then $W \text{ pr } G$.

Since $\Sigma \psi W$ and $W \text{ pr } G$, by proposition I.6.8 [2] it follows that $D \subseteq N_G(W)$. Then from $D \subseteq N_G(W_{F(p)})$ it follows that $D \subseteq N_G(W/W_{F(p)})$. Denote $Y = C_{D_p}(W/W_{F(p)})$. By lemma 2.4 we have $Z = WY \in F$.

Let V be an F -maximal subgroup of G such that $Z \subseteq V$. Because $p \in \pi(F)$ and $W \subseteq V$, lemma IX.1.6 [2] yields $V \in \text{Inj}_F(G)$. Let $\Sigma \psi V^g$ for some $g \in G$.

Next we show $W \triangleleft V^g$. By lemma IX.1.3.(a) [2] we have $V \cap N \in \text{Inj}_F(N)$ and $W \in \text{Inj}_F(N)$. The choice of V implies $W = V \cap N \triangleleft V$. From $W^g \triangleleft V^g$ and $\Sigma \psi V^g$ it follows that $\Sigma \psi W^g$. Because $\Sigma \psi W$ and $W \text{ pr } G$, by the theorem I.6.6 [2] we have $W = W^g$ and therefore $W \triangleleft V^g$.

We show $C_{D_p}(V^g/V_{F(p)}^g) \leq V^g$. By lemma IX.1.3.(b) [2] we have $V^g \in \text{Inj}_F(G)$. Then by lemma 2.4 $V^g \cdot C_{D_p}(V^g/V_{F(p)}^g) \in F$. Because V^g is an F -injector of a group G , $V^g \cdot C_{D_p}(V^g/V_{F(p)}^g) = V^g$ and $C_{D_p}(V^g/V_{F(p)}^g) \leq V^g$.

Next we prove that $C_{D_p}(V^g/V_{F(p)}^g) \leq Y$. By lemma 2.4 $W \triangleleft V^g$ implies

$$C_{D_p \cap V^g}(V^g/V_{F(p)}^g) \leq C_{D_p \cap V^g}(W^g/W_{F(p)}^g).$$

From $C_{D_p}(V^g/V_{F(p)}^g) \leq V^g$ we have $C_{D_p}(V^g/V_{F(p)}^g) = C_{D_p \cap V^g}(V^g/V_{F(p)}^g)$. Then from $C_{D_p \cap V^g}(W^g/W_{F(p)}^g) \leq Y$ it follows that $C_{D_p}(V^g/V_{F(p)}^g) \leq Y$.

We show $V^g \cap D_p = C_{D_p}(V^g / V_{F(p)}^g)$. Notice that $(V^g \cap D_p)V_{F(p)}^g / V_{F(p)}^g$ is isomorphic to $(V^g \cap D_p) / V^g \cap D_p \cap V_{F(p)}^g$.

Set $a = |V^g \cap D_p : V_{F(p)}^g \cap D_p| = |(V^g \cap D_p)V_{F(p)}^g : V_{F(p)}^g|$. It is clear that a is a p -number. Besides it is true that $a \cdot |V^g D_p : V_{F(p)}^g D_p| = |V^g : V_{F(p)}^g|$. From $V^g \in F = LR(F)$ we conclude that $|V^g : V_{F(p)}^g|$ is a p' -number. Therefore a is a p' -number. Notice that a is also a p -number and thus $a = 1$. Hence, $V^g \cap D_p = V_{F(p)}^g \cap D_p$ and from $V_{F(p)}^g \triangleleft V^g$ we have $V_{F(p)}^g \cap D_p \leq C_{D_p}(V^g / V_{F(p)}^g)$. Then $V^g \cap D_p \leq C_{D_p}(V^g / V_{F(p)}^g)$ and from $C_{D_p}(V^g / V_{F(p)}^g) \leq V^g$ we conclude $V^g \cap D_p = C_{D_p}(V^g / V_{F(p)}^g)$.

By lemma 2 [13] a local Fitting class F is a Fischer class. Then by theorem IX.3.4 [2] we deduce that F is a permutable Fitting class.

Hence for the F -injector V^g all conditions of the theorem IX.3.19 [2] are true and therefore $V^g \leq D(V^g \cap N)$. From $W = V \cap N$ and $W = W^g$ we obtain $W = V^g \cap N$. Thus $V^g \leq WD$.

We show $V^g \leq WD_p$. Having $W \triangleleft V^g \leq N_G(W)$, $W \triangleleft N_G(W)$, $D \leq N_G(W)$, $D \in N$ we conclude $V^g / W \leq WD / W \in N$. Consequently, $WD_p / W \in Syl_p(WD / W)$. Now from $W = V^g \cap N$ it follows $V^g / W \in N_p$ and $V^g / W \leq WD_p / W$. Then $V^g \leq WD_p$.

From $V^g \leq WD_p$ and $V^g \cap D_p = C_{D_p}(V^g / V_{F(p)}^g)$, by lemma A.1.3 [2] we obtain $V^g \leq V^g \cap WD_p = W(V^g \cap D_p) = W \cdot C_{D_p}(V^g / V_{F(p)}^g)$.

Then from $C_{D_p}(V^g / V_{F(p)}^g) \leq Y$ it follows that $V^g \leq WY$. The choice of V implies $V^g \leq WY \leq V$. Thus $V = V^g = WY$ and $\Sigma \Psi V$.

Since $Z = W \cdot C_{D_p}(W / W_{F(p)}) \leq W \cdot C_{G_p}(W / W_{F(p)}) \in F$ by lemma 2.4. He fact that Z is an F -injector implies $Z = W \cdot C_{G_p}(W / W_{F(p)})$. The theorem is proved.

Let F be an arbitrary local Fitting class of finite groups. The formula for an F -injector of a $\pi(F)$ -soluble group is described in the following theorem.

Theorem 3.2. *Let π be a set of primes and let F be a local Fitting class with $\pi(F) \subseteq \pi$. Let F be a full integrated H -function of F . Let G be a π -soluble group, Σ is a Sylow basis of a Hall*

π -subgroup H of G , $D = N_H(\Sigma)$, $G_p \in \Sigma$, $D_p = G_p \cap D$ for $p \in \pi$. If W is an F -injector of $O^p(H)$ and $\Sigma \Psi W$, then $Z = W \cdot C_{D_p}(W / W_{F(p)}) = W \cdot C_{G_p}(W / W_{F(p)})$ is an F -injector of G if $p \in \pi(F)$; if $p \notin \pi(F)$, then W is an F -injector of G .

Proof. If $p \notin \pi(F)$, then clearly W is an F -injector of G . If $p \in \pi(F)$ then Z is an F -injector of H by theorem 3.1. Since F -injector of H are F -injector of G by lemma 2.3, the assesion follows. The theorem is proved.

Remark. Theorem 3.2 yields an algorithm for constructing F -injectors in π -soluble groups for local Fitting classes whose characteristic is containing in π if we consider a series $1 = N_0 \triangleleft N_1 \triangleleft \dots \triangleleft N_r = H$ of a Hall π -subgroup H of G since that $N_i = O^{p_i}(N_{i+1}) < N_{i+1}$ for snitesle primes $p_i, i = 0, \dots, r-1$.

Example. Theorem 3.1 can be applied to obtain explicit descriptions of injectors for cestain Fitting classes F . We demonstrate this for $F = N$, the class of nilpotent groups. We show how to obtain quickly the well-know description of N -injectors in finite soluble groups (see Theorem IX.4.12 [2]).

More precioely, we show that if $G \in \mathcal{S}$, Σ a Sylow basis of G , the $X = \times\{C_{G_q}(O_{q'}(F(G))) \mid G_q \in \Sigma\}$ is an N -injector of G . Let $X_q = C_{G_q}(O_{q'}(F(G)))$. It is easy W the that $[X_p, X_q] = 1$ for all $p \neq q$, so X is in fact nilpotent (see Theorem IX.4.12.(a) [2]).

We prove that X is a N -injector of G by induction on $|G|$. This is clearly true if G is nilpotent. So we may assume that G is not nilpotent and choose a maximal normal subgroup N of G and that $F(G) \leq N$. Let $|G/N| = p$. By induction, the correspond holds for N . Since $F(G) = F(N)$, we obtain that $W = \times_{q \neq p} C_{G_q}(O_{q'}(F(G))) \times C_{N_p}(O_{p'}(F(G)))$ is an N -injector of N , where $N_p = N \cap G_p$, $G_p \in \Sigma$. By theorem 3.1, $Z = W \cdot C_{G_p}(W / O_p(W))$ is an N -injector of G (note that the full integrated H -function N is gist $F(p) = N_p$). Since W is nilpotent, $Z = W \cdot C_{G_p}(O_p(W))$. Clearly $C_{G_p}(O_p(W)) \leq C_{G_p}(F(G))$, thus $Z \leq X$. Since X is nilpotent and Z is a N -injector of G , $Z = X$ follows.

REFERENCES

1. Gaschütz, W. Zur Theorie der endlichen auflösbaren Gruppen / W. Gaschütz // Math. Z. – 1963. – Bd. 80, № 4. – S. 300-305.

2. Doerk, K. Finite soluble groups / K. Doerk, T. Hawkes. – Berlin–New York: Walter de Gruyter, 1992. – 891 p.
3. Doerk, K. Zur Theorie der Formationen endlicher auflösbarer Gruppen / K. Doerk // J. Algebra. – 1969. – Vol. 13, № 3. – P. 345–373.
4. D'arcy, P. F -Abnormality and the theory of finite solvable groups / P. D'arcy // J. Algebra. – 1974. – Vol. 28. – P. 342–361.
5. Vorob'ev, N.T. On construction of some classes of formations / N.T. Vorob'ev // Research of normal and subgroup structures of finite groups, Nauka i tekhnika. – Minsk, 1984. – P. 39–47. (in Russian)
6. Fischer, B. Injektoren endlicher auflösbarer Gruppen / B. Fischer, W. Gaschütz, B. Hartley // Math. Z. – 1967. – Bd. 102, № 5. – S. 337–339.
7. Shemetkov, L.A. On subgroups of π -solvable groups / L.A. Shemetkov // Finite groups, Nauka i tekhnika. – Minsk, 1975. – P. 207–212. (in Russian)
8. Hartley, B. On Fisher's dualization of formation theory / B. Hartley // Proc. London Math. Soc. – 1969. – Vol. 3, № 2. – P. 193–207.
9. Vorob'ev, N.T. The Hartley's Method for injectors / N.T. Vorob'ev, I.V. Dudkin // Scientific notes, P.M. Masherov Vitebsk State University. – Vitebsk, 2002. – Vol. 1. – P. 179–193. (in Russian)
10. Vorob'ev, N.T. On the Hawkes's assumption for radical classes / N.T. Vorob'ev // Sib. matem. zh. – 1996. – Vol. 37, № 6. – P. 1296–1302. (in Russian)
11. Vorob'ev, N.T. On local radical classes / N.T. Vorob'ev // Problems in Algebra. – 1986. – № 2. – P. 41–50. (in Russian)
12. D'arcy, P. Locally defined Fitting classes / P. D'arcy // J. Austral. Math. Soc. (Series A). – 1975. – Vol. 20, № 1. – P. 25–32.
13. Vorob'ev, N.T. On radical classes of finite groups with Lockett's condition / N.T. Vorob'ev // Math. Z. – 1988. – Vol. 43, № 2. – P. 161–168. (in Russian).

Поступила в редакцию 29.03.2010

Адрес для корреспонденции: 210001, г. Витебск, ул. Карла Маркса, д. 16, корп. 1, кв. 3, e-mail: zagurski@yandex.ru – Загурский В.Н.

Дальнейшее развитие обобщенного метода Фурье разделения переменных

И.Е. Андрушкевич*, В.А. Жизневский**

* Учреждение образования «Полоцкий государственный университет»

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

В данной работе исследуются и развиваются возможности обобщенного метода Фурье разделения переменных (ОМФ) для построения аналитических решений линейных дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка. Развиваемый метод является обобщением хорошо известного классического метода Фурье разделения переменных, возможности которого ограничены задачами простой геометрии. Существует несколько подходов для повышения универсальности этого метода. В качестве отправной точки данных исследований выбран ОМФ как наиболее обоснованный и многообещающий по своим возможностям. Развитие этого метода, в рамках данной работы, направлено на преодоление математических проблем его практического использования. В процессе построения аналитических решений с использованием ОМФ возникает необходимость рассмотрения переопределенных систем разделенных уравнений. Найдены и доказаны закономерности, позволяющие уменьшить количество неопределенных коэффициентов и, тем самым, снять переопределенность систем. Благодаря проведенным исследованиям появилась возможность алгоритмизации ОМФ и создания его программной реализации.

Ключевые слова: обобщенный метод Фурье, матрица, невырожденное унитарное преобразование.

Further development of generalized Fourier method of separation of variables

I.Ye. Andrushkevich*, V.A. Zhiznevskiy**

*Educational establishment «Polotsk State University»

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

Summary. In this work the mathematical problem of practical application of generalized Fourier method of separation of variables is presented with reference to the differential equations in private derivatives. As a result of the carried out research generalization of Fourier method has obtained completed kind, suitable for the decision of applied sums.

Постановка задачи. Настоящую статью следует рассматривать как продолжение предыдущих [1, 2], посвященных проблематике развития обобщенного метода Фурье разделения переменных в целях практического применения. Напомним, что для построения аналитических решений исходного линейного дифференциального уравнения в частных производных,

$$L\Psi(x, y) = U(x, y), \quad (1)$$

предлагается сопоставление этому уравнению эквивалентной на определенном классе функций системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Достигается это сведением (1) к билинейному функциональному уравнению вида:

$$\sum_{\zeta=1}^N f_{\zeta}(x)g_{\zeta}(y) = 0. \quad (2)$$

Уравнение (2) получается из (1) при обеспечении разделимости оператора L и подстановке представления формального решения в виде:

$$\Psi(x, y) = \sum_{\kappa=1}^S X_{\kappa}(x)Y_{\kappa}(y).$$

Такой подход принято называть обобщенным методом Фурье [1].

При рассмотрении уравнения (2) его удобно записать в матричном виде:

$$\mathbf{f}^T \times \mathbf{g} = 0, \quad (3)$$

где $\mathbf{f} = \begin{pmatrix} f_1(x) \\ \dots \\ f_N(x) \end{pmatrix}$; $\mathbf{g} = \begin{pmatrix} g_1(y) \\ \dots \\ g_N(y) \end{pmatrix}$, \mathbf{f}^T – матрица, транспонированная к \mathbf{f} .

Для нахождения решений (3) из множества N функций f_{ζ} выбирается подмножество r линейно-независимых, выступающих в качестве базисных, и строится система разделенных уравнений, из которой следует:

$$\mathbf{f} = \mathbf{A} \begin{bmatrix} f_1(x) \\ \vdots \\ f_r(x) \end{bmatrix}, \quad \mathbf{g} = (\mathbf{E} - \mathbf{A}^T \begin{bmatrix} f_1(x) \\ \vdots \\ f_r(x) \end{bmatrix}) \begin{bmatrix} g_1(y) \\ \vdots \\ g_{N-r}(y) \end{bmatrix}, \quad (4)$$

где $\mathbf{A}[i^r]_{k_1, \dots, k_s}$, $\mathbf{A}^T[i^r]_{k_1, \dots, k_s}$ – матрицы, образованные столбцами k_1, \dots, k_s матриц $\mathbf{A}[i^r]$, $\mathbf{A}^T[i^r]$ соответственно, а элементы матрицы $\mathbf{A}[i^r]$ определяются следующим образом:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, i = j \in \{i^r\}, \\ 0, i \in \{i^r\}, j \in \{i^r\}, i \neq j, \\ \alpha_{ij}, i \in \{j^r\}, j \in \{i^r\}, \\ 0, j \in \{j^r\}, \end{cases} \quad (5)$$

где α_{ij} – произвольные числовые коэффициенты, $\{i^r\}, \{j^r\}$ – упорядоченные целочисленные множества, такие, что

$$\begin{aligned} \{i^r\} &= \{i_1, \dots, i_r\}; \{j^r\} = \{j_1, \dots, j_{N-r}\}; r = \overline{1, N}; \\ 1 \leq i_1 < i_2 < \dots < i_r \leq N; 1 \leq j_1 < j_2 < \dots < j_{N-r} \leq N; \\ \{i^r\} \cup \{j^r\} &= \{1, 2, \dots, N\}; \{i^r\} \cap \{j^r\} = \emptyset. \end{aligned} \quad (6)$$

Таким образом, задача о разделении переменных, т.е. построении систем обыкновенных дифференциальных уравнений, теоретически решается. Но, с точки зрения создания расчетных моделей для прикладных задач, интерес представляет возможность получения аналитических решений (4) относительно неизвестных функций в замкнутом виде. На пути построения таких решений возникает проблема математического характера. Это – переопределенность этих систем, т.к. каждая из них содержит $(N-r) \times r$ постоянных разделения α_{ji} , подлежащих дополнительному определению. Решение данной математической проблемы было начато в [2]. В этой работе доказаны три теоремы, позволяющие уменьшить количество неопределенных коэффициентов для различных случаев соотношения между размерностью билинейного функционального уравнения N и количеством базисных функций r .

1. Для случая N – четное, $r = N/2$ матрица $\mathbf{A}[i^r]$ заменяется подобной ей $\mathbf{B}[i^r]$, с элементами

$$b_{ij} = \begin{cases} 1, i = j \in \{i^{N/2}\}, \\ 0, i \in \{i^{N/2}\}, j \in \{i^{N/2}\}, i \neq j, \\ \beta_{i_k, j_n} \delta_{kn}, i \in \{j^{N/2}\}, j \in \{i^{N/2}\}, \\ 0, j \in \{j^{N/2}\} \end{cases}$$

Здесь и далее под δ_{ij} понимается 1, если $i = j$ и 0 если $i \neq j$.

В этом случае количество коэффициентов, которые необходимо определить, уменьшается с $(N-r) \times r$ до r . Например, при $N = 6$, $r = 3$ вместо 9 коэффициентов достаточно найти 3.

2. Для случая $r < N/2$ матрица $\mathbf{A}[i^r]$ заменяется подобной ей $\mathbf{B}[i^r]$, с элементами

$$b_{ij} = \begin{cases} 1, i = j \in \{i^r\}, \\ 0, i \in \{i^r\}, j \in \{i^r\}, i \neq j, \\ \beta_{i_n, j_k} \delta_{nk}, 1 \leq n, k \leq r, i_n \in \{j^r\}, j_k \in \{i^r\}, \\ \beta_{i_n, j_k}, n > r, i_n \in \{j^r\}, j_k \in \{i^r\}, \\ 0, j \in \{j^r\}. \end{cases} \quad (7)$$

В этом случае количество коэффициентов, которые необходимо определить, уменьшается с $(N-r) \times r$ до $(N-2r) \times r + r$. Например, при $N = 9$, $r = 3$ вместо 18 коэффициентов достаточно найти 12.

3. Для случая $r > N/2$ матрица $\mathbf{A}[i^r]$ заменяется подобной ей $\mathbf{B}[i^r]$, с элементами

$$b_{ij} = \begin{cases} 1, i = j \in \{i^r\}, \\ 0, i \in \{i^r\}, j \in \{i^r\}, i \neq j, \\ \beta_{i_n, j_k} \delta_{nk}, 1 \leq n, k \leq N-r, i_n \in \{j^r\}, j_k \in \{i^r\}, \\ \beta_{i_n, j_k}, k > N-r, i_n \in \{j^r\}, j_k \in \{i^r\}, \\ 0, j \in \{j^r\}. \end{cases} \quad (8)$$

В этом случае количество коэффициентов, которые необходимо найти, уменьшается с $(N-r) \times r$ до $(2r-N) \times (N-r) + (N-r)$. Например, при $N = 10$, $r = 6$ вместо 24 коэффициентов достаточно определить 12.

Очевидно, что исследования, результаты которых изложены в [2], позволили значительно сократить многовариативность при решении систем разделенных уравнений. Однако в случаях 2 и 3 не удается снять переопределенность систем уравнений в полной степени. Дальнейшие исследования свойств матриц коэффициентов для этих случаев привели к результатам, излагаемым ниже. При этом использована сквозная с работой [2] нумерация утверждений, требующих строгого математического обоснования.

Результаты и их обсуждение.

Теорема 4. Если $r < N/2$, то для матриц $\mathbf{B}[i^r]$, определенных (7), существует невырожденное унитарное преобразование, сохраняющее их структуру и уменьшающее количество неопределенных коэффициентов с $(N-2r) \times r + r$ до $N-r$.

Д о к а з а т е л ь с т в о. Рассмотрим невырожденную матрицу $\mathbf{\Pi}$, для которой выполняется $\det \mathbf{\Pi} = 1$, и, следовательно, существует одно-

значно определяемая обратная матрица Π^{-1} . ющим образом:
 Элементы такой матрицы определяются следу-

$$p_{ij} = \begin{cases} 1, i = j \in \{i^r\}, \\ 0, i \in \{i^r\}, j \in \{i^r\}, i \neq j, \\ \beta_{i_n, j_k} - \chi_{i_n, j_k} \delta_{lk}, 1 \leq k \leq r, l = n - mr, 0 \leq m \leq \frac{(N-r)}{r}, i_n \in \{j^r\}, j_k \in \{i^r\}, \\ 0, i \in \{i^r\}, j \in \{j^r\} \\ 1, i = j \in \{j^r\}, \\ 0, i \in \{j^r\}, j \in \{j^r\}, i \neq j. \end{cases}$$

Осуществляя для матрицы $B[i^r]$, определенной в (7), преобразование вида $\Pi^{-1}B\Pi = C$, получим для элементов C :

$$c_{ij} = \begin{cases} 1, i = j \in \{i^r\}, \\ 0, i \in \{i^r\}, j \in \{i^r\}, i \neq j, \\ \chi_{i_n, j_k} \delta_{lk}, 1 \leq k \leq r, l = n - mr, 0 \leq m \leq \frac{(N-r)}{r}, i_n \in \{j^r\}, j_k \in \{i^r\} \\ 0, j \in \{j^r\}. \end{cases}$$

Что и требовалось для доказательства.

Теорема 5. Если $r > N/2$, то для матриц $B[i^r]$, определенных (8), существует невырожденное унитарное преобразование, сохраняющее их структуру и уменьшающее количество неопределенных коэффициентов с $(2r - N) \times (N - r) + (N - r)$ до r .

Доказательство. Рассмотрим невырожденную матрицу Π , для которой выполняется $\det \Pi = 1$, и, следовательно, существует однозначно определяемая обратная матрица Π^{-1} . Элементы такой матрицы определяются следующим образом:

$$p_{ij} = \begin{cases} 1, i = j \in \{i^r\}, \\ 0, i \in \{i^r\}, j \in \{i^r\}, i \neq j, \\ \beta_{i_n, j_k} - \chi_{i_n, j_k} \delta_{nl}, l = k - mr, 0 \leq m \leq \frac{r}{(N-r)}, i_n \in \{j^r\}, j_k \in \{i^r\}, \\ 0, i \in \{i^r\}, j \in \{j^r\} \\ 1, i = j \in \{j^r\}, \\ 0, i \in \{j^r\}, j \in \{j^r\}, i \neq j. \end{cases}$$

Осуществляя для матрицы $B[i^r]$, определенной в (8), преобразование вида $\Pi^{-1}B\Pi = C$, получим для элементов C :

$$c_{ij} = \begin{cases} 1, i = j \in \{i^r\}, \\ 0, i \in \{i^r\}, j \in \{i^r\}, i \neq j, \\ \chi_{i_n, j_k} \delta_{nl}, 1 \leq k \leq r, l = k - mr, 0 \leq m \leq \frac{r}{(N-r)}, i_n \in \{j^r\}, j_k \in \{i^r\}, \\ 0, j \in \{j^r\}. \end{cases}$$

Что и требовалось для доказательства.

Иллюстрация эффективности доказанных утверждений. Рассмотрим применение результатов исследований для упомянутых выше примеров.

Для случая $N = 9, r = 3$ с учетом результатов работы [2] необходимо использовать матрицу вида:

$$\mathbf{B}_{\{1,2,3\}} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \beta_{41} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \beta_{52} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \beta_{63} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \beta_{71} & \beta_{72} & \beta_{73} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \beta_{81} & \beta_{82} & \beta_{83} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \beta_{91} & \beta_{92} & \beta_{93} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\begin{cases} f_4 - \chi_{41}f_1 = 0 \\ f_5 - \chi_{52}f_2 = 0 \\ f_6 - \chi_{63}f_3 = 0 \\ f_7 - \chi_{71}f_1 = 0 \\ f_8 - \chi_{82}f_2 = 0 \\ f_9 - \chi_{93}f_3 = 0 \end{cases} \quad (9)$$

$$\begin{cases} g_1 + \chi_{41}g_4 + \chi_{71}g_7 = 0 \\ g_2 + \chi_{52}g_5 + \chi_{82}g_8 = 0 \\ g_3 + \chi_{63}g_6 + \chi_{93}g_9 = 0 \end{cases}$$

и решать соответствующие ей системы разделенных уравнений

$$\begin{cases} f_4 - \beta_{41}f_1 = 0 \\ f_5 - \beta_{52}f_2 = 0 \\ f_6 - \beta_{63}f_3 = 0 \\ f_7 - \beta_{71}f_1 - \beta_{72}f_2 - \beta_{73}f_3 = 0 \\ f_8 - \beta_{81}f_1 - \beta_{82}f_2 - \beta_{83}f_3 = 0 \\ f_9 - \beta_{91}f_1 - \beta_{92}f_2 - \beta_{93}f_3 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} g_1 + \beta_{41}g_4 + \beta_{71}g_7 + \beta_{81}g_8 + \beta_{91}g_9 = 0 \\ g_2 + \beta_{52}g_5 + \beta_{72}g_7 + \beta_{82}g_8 + \beta_{92}g_9 = 0 \\ g_3 + \beta_{63}g_6 + \beta_{73}g_7 + \beta_{83}g_8 + \beta_{93}g_9 = 0 \end{cases}$$

Благодаря теореме 4 нам достаточно матрица вида:

$$\mathbf{C}_{\{1,2,3\}} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \chi_{41} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \chi_{52} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \chi_{63} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \chi_{71} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \chi_{82} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \chi_{93} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

При этом системы уравнений упростятся до следующих:

Как видим, благодаря проведенным исследованиям удастся уменьшить количество коэффициентов с 12 до 6.

Рассматривая случай $N=10$, $r=6$ вместо решения систем уравнений с 12 неопределенными коэффициентами

$$\begin{cases} f_7 - \beta_{71}f_1 - \beta_{75}f_5 - \beta_{76}f_6 = 0 \\ f_8 - \beta_{82}f_2 - \beta_{85}f_5 - \beta_{86}f_6 = 0 \\ f_9 - \beta_{93}f_3 - \beta_{95}f_5 - \beta_{96}f_6 = 0 \\ f_{10} - \beta_{104}f_4 - \beta_{105}f_5 - \beta_{106}f_6 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} g_1 + \beta_{71}g_7 = 0 \\ g_2 + \beta_{82}g_8 = 0 \\ g_3 + \beta_{93}g_9 = 0 \\ g_4 + \beta_{104}g_{10} = 0 \\ g_5 + \beta_{75}g_7 + \beta_{85}g_8 + \beta_{95}g_9 + \beta_{105}g_{10} = 0 \\ g_6 + \beta_{76}g_7 + \beta_{86}g_8 + \beta_{96}g_9 + \beta_{106}g_{10} = 0 \end{cases}$$

достаточно найти решение для систем, содержащих 6 коэффициентов:

$$\begin{cases} f_7 - \chi_{71}f_1 - \chi_{75}f_5 = 0 \\ f_8 - \chi_{82}f_2 - \chi_{86}f_6 = 0 \\ f_9 - \chi_{93}f_3 = 0 \\ f_{10} - \chi_{104}f_4 = 0 \end{cases} \quad (10)$$

$$\begin{cases} g_1 + \chi_{71}g_7 = 0 \\ g_2 + \chi_{82}g_8 = 0 \\ g_3 + \chi_{93}g_9 = 0 \\ g_4 + \chi_{104}g_{10} = 0 \\ g_5 + \chi_{75}g_7 = 0 \\ g_6 + \chi_{76}g_7 = 0 \end{cases}$$

Как видно из этих примеров, количество коэффициентов, подлежащих определению, уменьшается до количества уравнений в системах (9), (10) по одной из переменных. Это позволяет однозначно найти их значения при наличии нетривиального решения.

Заключение. С учетом доказанных утверждений необходимо переформулировать основную теорему [3, с. 51], определяющую схему применения обобщенного метода Фурье разделения переменных в линейных дифференциальных уравнениях с частными производными.

Для построения общего решения уравнения (1)–(3) достаточно получить решения $N - 2S$ систем обыкновенных дифференциальных уравнений вида

$$(\mathbf{E} - \mathbf{C}[i^r])\mathbf{f} = 0, \mathbf{C}^T[i^r]\mathbf{g} = 0, \quad (11)$$

где $\mathbf{C}[i^r]$ – матрица размерности $N \times N$, элементы которой определяются следующими соотношениями для случаев соответственно:

1. $r = N/2$

$$c_{ij} = \begin{cases} 1, i = j \in \{i^r\}, \\ 0, i \in \{i^r\}, j \in \{i^r\}, i \neq j, \\ \chi_{i_n, j_k} \delta_{lk}, i_n \in \{j^r\}, j_k \in \{i^r\}, \\ 0, j \in \{j^r\}. \end{cases}$$

2. $r < N/2$

$$c_{ij} = \begin{cases} 1, i = j \in \{i^r\}, \\ 0, i \in \{i^r\}, j \in \{i^r\}, i \neq j, \\ \chi_{i_n, j_k} \delta_{lk}, l = n - mr, 0 \leq m \leq \frac{(N-r)}{r}, i_n \in \{j^r\}, j_k \in \{i^r\}, \\ 0, j \in \{j^r\}. \end{cases}$$

3. $r > N/2$

$$c_{ij} = \begin{cases} 1, i = j \in \{i^r\}, \\ 0, i \in \{i^r\}, j \in \{i^r\}, i \neq j, \\ \chi_{i_n, j_k} \delta_{nl}, l = k - mr, 0 \leq m \leq \frac{r}{(N-r)}, i_n \in \{j^r\}, j_k \in \{i^r\}, \\ 0, j \in \{j^r\}. \end{cases}$$

где χ_{ij} – произвольные числовые коэффициенты, $\{i^r\}, \{j^r\}$ – для каждого $r = \overline{S, N-S}$ одна из возможных пар упорядоченных целочисленных множеств, таких, что

$$\{i^r\} = \{i_1, \dots, i_r\}; \{j^r\} = \{j_1, \dots, j_{N-r}\}; \{i^0\} = \emptyset; \{j^0\} = \{1, 2, \dots, N\},$$

$$1 \leq i_1 < i_2 < \dots < i_r \leq N; 1 \leq j_1 < j_2 < \dots < j_{N-r} \leq N;$$

$$\{i^r\} \cup \{j^r\} = \{1, 2, \dots, N\}; \{i^r\} \cap \{j^r\} = \emptyset.$$

С использованием схемы применения метода, основанной на этой теореме, создан алгоритм и его программная реализация в системе компьютерной алгебры Maple. Данное программное обеспечение можно рассматривать как инструмент для проведения математического моделирования и вычислительного эксперимента через аналитические решения при изучении процессов, описываемых линейными дифференциальными уравнениями с частными производными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андрушкевич, И.Е. Об одном обобщении метода Фурье разделения переменных / И.Е. Андрушкевич // Электромагнитные волны & Электронные системы. – 1998. – Т. 3, № 4. – С. 4–17.
2. Андрушкевич, И.Е. Развитие обобщенного метода Фурье разделения переменных / И.Е. Андрушкевич, В.А. Жизневский // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия С. Фундаментальные науки. – 2006. – № 4. – С. 26–35.
3. Андрушкевич, И.Е. Новые возможности применения метода разделения переменных в электродинамике неоднородных и нестационарных сред / И.Е. Андрушкевич, В.А. Жизневский // «Вестник БГУ», серия «Физика. Математика. Информатика». – 2006. – № 2. – С. 47–53.

Поступила в редакцию 29.04.2010

Адрес для корреспонденции: 210027, г. Витебск, пр-т Черняховского, д. 32, корп. 2, кв. 13, тел.: +37529 621-49-15 – Андрушкевич И.Е.

Новые характеристики метанильпотентных и разрешимых конечных групп

В.А. Васильев, А.Н. Скиба

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

В статье введено понятие m -нормальной подгруппы. Найден новый критерий метанильпотентности групп: группа метанильпотентна тогда и только тогда, когда каждая ее силовская подгруппа является m -нормальной в G . Также установлено, что m -нормальность в группе каждой ее максимальной подгруппы с непустым индексом является необходимым и достаточным условием разрешимости группы.

Ключевые слова: метанильпотентная группа, разрешимая группа, m -нормальная подгруппа.

New characterizations of metanilpotent groups and finite soluble groups

V.A. Vasilyev, A.N. Skiba

Educational establishment «Francisk Skorina Gomel State University»

Summary. The concept of a m -normal subgroup is introduced. New characterizations of finite metanilpotent groups and finite soluble groups in the terms of m -normal subgroups are obtained.

Все рассматриваемые в данной работе группы конечны. Элемент m решетки L называется модулярным (в смысле Куроша), если выполняются следующие условия:

- (1) $x \cup (m \cap z) = (x \cup m) \cap z$ для всех $x, z \in L$ таких, что $x \leq z$;
- (2) $m \cup (y \cap z) = (m \cup y) \cap z$ для всех $y, z \in L$ таких, что $m \leq z$.

Имея дело с решеткой $L(G)$ всех подгрупп группы G , мы приходим к понятию модулярной подгруппы группы G .

Определение 1.1. Подгруппа M группы G называется модулярной подгруппой в G , если выполняются следующие условия:

- (1) $\langle X, M \cap Z \rangle = \langle X, M \rangle \cap Z$ для всех $X \leq G, Z \leq G$ таких, что $X \leq Z$;
- (2) $\langle M, Y \cap Z \rangle = \langle M, Y \rangle \cap Z$ для всех $Y \leq G, Z \leq G$ таких, что $M \leq Z$.

Понятие модулярной подгруппы впервые было введено в работе Р. Шмидта [1] и оказалось полезным в вопросах классификации составных групп. В частности, в монографии Р. Шмидта [2, гл. 5] модулярные подгруппы были использованы для получения новых характеристик сверхразрешимых групп. Дополняя эти результаты, в данной работе мы используем обобщенные модулярные подгруппы для получения новых характеристик разрешимых и метанильпотентных групп. Основными нашими инструментами яв-

ляются следующие понятия.

Определение 1.2. Пусть $H \leq G$. Подгруппу, порожденную всеми теми подгруппами из H , которые модулярны в G , назовем модулярным ядром подгруппы H в группе G и обозначим H_{mG} .

Элементы теории модулярных ядер и некоторые приложения такой теории даны нами в работе [3]. В данной работе мы используем это понятие в следующем определении

Определение 1.3. Подгруппу H группы G назовем m -нормальной в G , если в G существует такая нормальная подгруппа R , что $G = HK$ и $H \cap K \leq H_{mG}$.

Заметим, что если H – модулярная подгруппа группы G , то $H_{mG} = H$ и поэтому всякая модулярная подгруппа является m -нормальной. В то же время легко построить примеры, показывающие, что в общем случае m -нормальная подгруппа не является модулярной.

Используемая в статье терминология стандартна и при необходимости мы отсылаем читателя к монографиям [4, 5, 6].

Некоторые предварительные результаты. Следующие известные свойства модулярных подгрупп будут использованы в данной работе.

Лемма 2.1 [2, гл. 5, раздел 5.1]. Пусть G – группа. Тогда справедливы следующие утверждения:

- (а) если M_1 и M_2 – модулярные в G подгруппы, то $\langle M_1, M_2 \rangle$ – модулярная в G подгруппа;

(b) если N – нормальная в G подгруппа, то N является модулярной в G подгруппой;

(c) если N – нормальная в G подгруппа, M – модулярная в G подгруппа, то MN/N – модулярная в G/N подгруппа;

(d) если $N \leq M \leq G$, N нормальна в G и M/N модулярна в G/N , то M модулярна в G ;

(e) если $M \leq M_1 \leq G$ и M модулярна в G , то M модулярна в M_1 ;

(f) если φ – изоморфизм группы G на группу \bar{G} , M модулярна в G , то M^φ модулярна в \bar{G} ;

(g) если M – модулярная в G подгруппа, то $H \cap M$ – модулярная в H подгруппа для всех $H \leq G$.

Следующая лемма очевидна.

Лемма 2.2. Пусть G – группа, N нормальна в G и M_1, M_2, \dots, M_n – некоторый такой набор подгрупп из G , что $H \leq M_i, i = 1, 2, \dots, n$. Тогда $\langle M_1/H, M_2/H, \dots, M_n/H \rangle = \langle M_1, M_2, \dots, M_n \rangle / H$.

Следующая наша лемма показывает, что модулярное ядро обладает свойствами, аналогичными свойствам нормального ядра подгруппы.

Лемма 2.3. Пусть G – группа и $H \leq K \leq G$. Тогда справедливы следующие утверждения:

(1) H_{mG} – модулярная в G подгруппа и $H_G \leq H_{mG}$;

(2) $H_{mG} \leq H_{mK}$;

(3) если H нормальна в G , то $(K/H)_{m(G/H)} = K_{mG}/H$;

(4) H_{mG} – нормальная в H подгруппа.

Доказательство.

(1) Пусть M_1, M_2, \dots, M_n – набор всех тех модулярных в G подгрупп, которые содержатся в H . Тогда $\langle M_1, M_2, \dots, M_n \rangle = H_{mG}$ и, значит, H_{mG} – модулярная в G подгруппа по лемме 2.1(a). По лемме 2.1(b) всякая нормальная в G подгруппа является модулярной в G подгруппой. Значит, $H_G \leq H_{mG}$.

(2) Применяя лемму 2.1(e), мы видим, что множество всех модулярных в G подгрупп из H содержится во множестве всех модулярных в K подгрупп из H . Значит, $H_{mG} \leq H_{mK}$.

(3) Пусть $M_1/H, M_2/H, \dots, M_n/H$ – набор всех тех модулярных в G/H подгрупп, которые содержатся в K/H . Тогда $(K/H)_{m(G/H)} = \langle M_1/H, M_2/H, \dots, M_n/H \rangle$. Согласно лемме 2.2, $\langle M_1/H, M_2/H, \dots, M_n/H \rangle = \langle M_1, M_2, \dots, M_n \rangle / H$. По лемме 2.1(d), M_1, M_2, \dots, M_n – модулярные в G подгруппы, которые содержатся в K . Значит,

$$(K/H)_{m(G/H)} = \langle M_1, M_2, \dots, M_n \rangle / H \subseteq K_{mG}/H.$$

Если же K_1, K_2, \dots, K_t – набор всех модулярных в G подгрупп, содержащихся в K , то $K_{mG} = \langle K_1, K_2, \dots, K_t \rangle$. Согласно лемме 2.1(c), $K_i/H/H$ – модулярная в G/H подгруппа, и, очевидно, $K_i/H/H \subseteq K/H, i = 1, \dots, t$. Значит, $K_{mG}/H \subseteq (K/H)_{m(G/H)}$.

Таким образом, $(K/H)_{m(G/H)} = K_{mG}/H$.

(4) Из $H_{mG} \subseteq H$ следует, что $(H_{mG})^h \subseteq H$ для любого $h \in H$. Так как H_{mG} модулярная в G подгруппа, то $(H_{mG})^h$ модулярная в G подгруппа по лемме 2.1(f). Значит, $(H_{mG})^h \subseteq H_{mG}$, а это влечет $(H_{mG})^h = H_{mG}$. Таким образом, H_{mG} нормальна в H . Лемма доказана.

Символом $Z_U(G)$ обозначают наибольшую нормальную подгруппу группы G , у которой все G -главные факторы циклически.

Лемма 2.4 [2, гл. 5, теорема 5.2.5]. Если подгруппа H модулярна в G , то $H^G/H_G \subseteq Z_U(G/H_G)$.

Общие свойства t -нормальных подгрупп описывает следующая лемма.

Лемма 2.5. Пусть G – группа. Тогда справедливы следующие утверждения:

(1) если H является t -нормальной в G подгруппой, $H \leq M \leq G$, то H является t -нормальной в M подгруппой;

(2) пусть N нормальна в G и $N \leq H$. Тогда и только тогда H является t -нормальной в G подгруппой, когда HN/N является t -нормальной в G/N подгруппой;

(3) пусть π – некоторое множество простых чисел, N – нормальная π' -подгруппа в G и H – π -подгруппа в G . Если H является t -нормальной в G подгруппой, то HN/N является t -нормальной в G/N подгруппой;

(4) пусть $H \leq G$ и $L \leq \Phi(H)$. Если L является t -нормальной в G подгруппой, то L является модулярной в G подгруппой и $L \leq \Phi(G)$.

Доказательство.

(1) Если $HK = G$, $H \cap K \leq H_{mG}$, K нормальна в G , то $M = M \cap G = H(M \cap K)$ и $H \cap (M \cap K) = H \cap K \leq H_{mG} \leq H_{mM}$ по лемме 2.3. Подгруппа $M \cap K$ является нормальной в M подгруппой и, значит, H является t -нормальной в M .

(2) Предположим, что HN/N является t -нормальной в G/N подгруппой. Тогда существует нормальная подгруппа K/N в G/N такая, что $G/N = (H/N)(K/N)$ и $(H/N) \cap (K/N) \leq (H/N)_{m(G/N)}$. Тогда $G = HK$, где K нормальна в G , и по лемме 2.3(3) имеет место $(H/N)_{m(G/N)} = H_{mG}/N$, что вле-

чет $(H/N) \cap (K/N) \leq H_{mG}/N$. Значит, $H \cap K \leq H_{mG}$ и поэтому H является t -нормальной в G .

Обратно, если H является t -нормальной в G подгруппой, то существует такая нормальная в G подгруппа K , что $G = HK$ и $H \cap K \leq H_{mG}$. Покажем, что H/N является t -нормальной в G/N подгруппой. Подгруппа KN нормальна в G и подгруппа KN/N нормальна в G/N . Так как $HN = HK = G$, то $(H/N)(KN/N) = G/N$. Из $H \cap K \leq H_{mG}$ получаем, что $(H/N) \cap (KN/N) = (H \cap KN)/N = N(H \cap K)/N \leq H_{mG}/N$. По лемме 2.3(3) имеем $H_{mG}/N = (H/N)_{m(G/N)}$. Значит, $(H/N) \cap (KN/N) \leq (H/N)_{m(G/N)}$ и поэтому H/N является t -нормальной в G/N .

(3) Если H является t -нормальной в G подгруппой, то существует такая нормальная в G подгруппа K , что $G = HK$ и $H \cap K \leq H_{mG}$. Так как $|G|_{\pi'} = |K|_{\pi'} = |KN|_{\pi'}$, то $|K \cap N|_{\pi'} = |N|_{\pi'} = |N|$. Значит, $N \leq K$. Ясно, что $(HN/N)(K/N) = G/N$ и $(HN/N) \cap (K/N) = (H \cap K)N/N \leq (HN/N)_{m(G/N)}$ по лемме 2.1(с), и K/N нормальна в G/N . Таким образом, HN/N является t -нормальной в G/N подгруппой.

(4) Если L является t -нормальной в G подгруппой, то существует нормальная в G подгруппа K такая, что $LK = G$ и $L \cap K \leq L_{mG}$. Так как $L \leq \Phi(H)$, то $H = H \cap G = L(H \cap K) = H \cap K$. Значит, $L \leq H \cap K \leq L_{mG}$ и получаем, что L модулярна в G . Если $L \not\leq \Phi(G)$, то существует максимальная в G подгруппа M такая, что $LM = G$. Так как $H = H \cap G = L(H \cap M) = H \cap M \leq M$, то $G = LM \leq HM \leq M < G$. Получили противоречие. Значит, $L \leq \Phi(G)$. Лемма доказана.

Определение 2.6. Группу G назовем t -простой, если в G нет других t -нормальных подгрупп кроме 1 и G .

Лемма 2.7. Пусть g – группа и $H \leq G$. Тогда справедливы следующие утверждения:

(1) если H является нормальной в G подгруппой, то H является t -нормальной в G подгруппой;

(2) G является t -простой тогда и только тогда, когда G является простой.

Доказательство.

(1) $HG = G$ и $H \cap G = H = H_{mG}$. Значит, H является t -нормальной в G .

(2) Согласно (1), если G – t -простая группа, то она будет и простой. Допустим теперь, что G – простая группа, но G не является t -простой. Тогда существует такая нетривиальная подгруппа H , которая является t -нормальной в G . По опре-

делению, существует такая нормальная в G подгруппа N , что $HN = G$ и $H \cap N \leq H_{mG}$. Тогда $N \neq 1$ и получаем, что $N = G$. Это влечет $H \cap G = H \leq H_{mG}$. Значит, $H = H_{mG}$ модулярна в G . По лемме 2.4 получаем, что $H^G/H_G \subseteq Z_U(G/H_G)$. Но $1 < H < G$ и поэтому $H^G = G$ и $H_G = 1$. Следовательно, $G = Z_U(G)$ – сверхразрешимая группа. Но G – простая группа и поэтому $|G| = p$ – простое число. Ввиду теоремы Лагранжа, это противоречит нашему предположению о подгруппе H . Следовательно, группа G – t -простая. Лемма доказана.

Основные результаты. Понятие t -нормальной подгруппы позволяет получить следующую новую характеристику метанильпотентных групп.

Теорема 3.1. *Группа G является метанильпотентной тогда и только тогда, когда каждая ее силовская подгруппа является t -нормальной в G .*

Следствие 3.2 (Л. Жу, В. Го, К.П. Шам [7, теорема 1]). *Группа G является метанильпотентной, если каждая еще силовская подгруппа является s -нормальной в G .*

Определение 3.3. Пусть M – максимальная подгруппа группы G , H/K – главный фактор группы G , где $K \subseteq M$, $H \not\subseteq M$. Тогда $\eta(G:M) = |H/K|$ называется нормальным индексом подгруппы M в G .

Лемма 3.4. Если N – нормальная подгруппа группы G и M – максимальная подгруппа группы G такая, что $N \leq M$, то $\eta(G/N:M/N) = \eta(G:M)$.

Теорема 3.5. Пусть G – группа и M – ее максимальная подгруппа. Тогда M является t -нормальной в G тогда и только тогда, когда $\eta(G:M) = |G:M|$.

Следствие 3.6 (Дескинз [8, теорема 1]). Пусть G – группа. Тогда G разрешима тогда и только тогда, когда $\eta(G:M) = |G:M|$ для каждой максимальной подгруппы M из G .

Следствие 3.7 (Ванг [9, теорема 3.2]). Пусть G – группа и M – ее максимальная подгруппа. Тогда M является s -нормальной в G тогда и только тогда, когда $\eta(G:M) = |G:M|$.

Теорема 3.8. *Группа G разрешима тогда и только тогда, когда каждая максимальная в G подгруппа M с непрым индексом $|G:M|$ является t -нормальной в G подгруппой.*

Следствие 3.9 (Ванг [9, теорема 3.5]). *Группа G разрешима тогда и только тогда, когда каждая максимальная в G подгруппа с непро-*

стем индексом $|G:M|$ является t -нормальной в G подгруппой.

Теорема 3.10. Пусть G – группа. Тогда справедливы следующие утверждения:

(1) если каждая минимальная подгруппа группы G является t -нормальной в G , то G разрешима;

(2) если для любой силовой подгруппы из G все ее максимальные подгруппы или все ее циклические подгруппы с простым порядком и порядка 4 t -нормальны в G , то группа G сверхразрешима.

Следующий результат Гашюца хорошо известен.

Следствие 3.11 [10, гл. IV, теорема 5.7]. Если каждая минимальная в G подгруппа является нормальной в G , то G разрешима.

Теорема 3.12. Пусть F – насыщенная формация, содержащая все сверхразрешимые группы, и G – группа с такими нормальными подгруппами $X \leq E$, что $G/E \in F$. Предположим, что для каждой нециклической силовой подгруппы P из X все ее максимальные подгруппы или все ее циклические подгруппы с простым порядком и порядка 4 t -нормальны в G . Если $X = E$ или $X = F^*(E)$, тогда $G \in F$.

Следствие 3.13 (Сринивасан [11]). Если каждая максимальная подгруппа каждой силовой подгруппы из G является нормальной в G , то группа G разрешима.

Следствие 3.14 (Рамадан [12]). Пусть G – разрешимая группа. Если все максимальные подгруппы всех силовских подгрупп из $F(E)$ являются нормальными в G , то группа G сверхразрешима.

Следствие 3.15 (Бакли [13]). Группа нечетного порядка является сверхразрешимой, если все ее подгруппы простого порядка нормальны.

Подгруппа H группы G называется квазинормальной [Оре, 1937], если H перестановочна со

всеми подгруппами группы G . Как установлено в монографии [2] (см. теорему 5.1.1 на стр. 201), всякая квазинормальная подгруппа является модулярной и поэтому из теоремы 3.12 мы получаем

Следствие 3.16 (Баллестер-Болиншес, Педраза-Агуилера [14]). Пусть F – насыщенная формация, содержащая все сверхразрешимые группы. Группа G принадлежит F при условии, что все минимальные и все циклические подгруппы порядка 4 из G^F квазинормальны в G .

ЛИТЕРАТУРА

- Schmidt, R. Modulare Untergruppen endlicher Gruppen / R. Schmidt // J. Ill. Math. – 1969. – Vol. 13. – P. 358–377.
- Schmidt, R. Subgroup Lattices of Groups / R. Schmidt. – Berlin, New York: Walter de Gruyter, 1994. – 572 p.
- Васильев, В.А. Новые характеристики конечных разрешимых групп / В.А. Васильев, А.Н. Скиба // Проблемы физики, математики и техники. – 2010. – № 3. – С. 51–58.
- Шеметков, Л.А. Формации конечных групп / Л.А. Шеметков. – М.: Наука, 1978. – 272 с.
- Doerk, K. Finite Soluble Groups / K. Doerk, T. Hawkes. – Berlin, New York: Walter de Gruyter, 1992. – 891 p.
- Ballester-Bolinches, A. Classes of Finite groups / A. Ballester-Bolinches, L.M. Ezquerro. – Dordrecht, 2006. – 385 p.
- Zhu, L. Weakly c-normal subgroups of finite groups and their properties / L. Zhu, W. Guo, K.P. Shum // Comm. Algebra. – 2002. – Vol. 30, № 11. – P. 5503–5510.
- Deskins, W.E. On maximal subgroups / W.E. Deskins // Proc. Symp. Pure Math. – 1959. – Vol. 1. – P. 100–104.
- Wang, Y. c-normality of groups and its properties / Y. Wang // J. Algebra. – 1996. – Vol. 180. – P. 954–965.
- Huppert, B. Endliche Gruppen I / B. Huppert. – Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1967. – 793 s.
- Srinivasan, S. Two sufficient conditions for supersolvability of finite groups / S. Srinivasan // J. Math. – 1980. – Vol. 35. – P. 210–214.
- Ramadan, M. Influence of normality on maximal subgroups of Sylow subgroups of finite groups / M. Ramadan // Acta Math. – Hungar. – 1996. – Vol. 59, N 1–2. – P. 107–110.
- Buckley, J. Finite groups whose minimal subgroups are normal / J. Buckley // Math. Z. – 1970. – Vol. 116. – 15–17 p.
- Ballester-Bolinches, A. On minimal subgroups of finite groups / A. Ballester-Bolinches, M.C. Pedraza-Aguilera // Acta Math. – Hungar. – 1996. – Vol. 73, N 4. – P. 335–342.

Поступила в редакцию 24.05.2010

Адрес для корреспонденции: 246028, г. Гомель, ул. Советская, д. 106, кв. 156, e-mail: vovichx@mail.ru – Васильев В.А.

Влияние подсистемы растворителя на спиновые переходы в спин-кроссоверных конденсированных средах

Н.С. Буйнов, Н.А. Клиндухов

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

В данной работе проводилось теоретическое исследование влияния спин-неактивных молекул на спиновый переход. Был построен изингоподобный модельный гамильтониан, учитывающий взаимное влияние спин-неактивной подсистемы растворителя на спин-активную. Полученный гамильтониан представляет собой обобщение известного ранее изингоподобного гамильтониана модели Вайнфляша. В приближении самосогласованного поля были получены выражения зависимости параметров порядка от температуры обеих подсистем. Полученные с помощью численных методов зависимости параметров порядка от времени сравнивались с экспериментальными данными.

Ключевые слова: спин-активные молекулы, молекулы растворителя, спин-активная подсистема.

Influence of solvent subsystem on spin transition in spin crossover condensed medium

N.S. Buynov, N.A. Klindukhov

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

Summary. In the present work a generalized version of the Ising-like Hamiltonian describing the spin-crossover solids accounting for spin-active spin-passive (solvent) interaction are considered. Ising-like phenomenological Hamiltonians for coupled lattice processes, such as spin conversion for Fe(II) complexes and concurrent ordering of solvent molecules, are considered. The model is shown to account for experimental data including the temperature dependence of magnetization data, the structural changes associated with spin crossover of magnetically active and silent components of the crystal lattice, and the correlation between the two.

Кристаллические структуры многих кроссоверных конденсированных систем имеют архитектуру, состоящую из спин-активных металлических комплексов, равно как и спин-неактивных компонент, таких, как контрионы и молекулы растворителя, обозначаемые часто как просто «растворитель». Части этой архитектуры довольно часто разупорядочены в высокоспиновой фазе и могут, однако, проявлять индуцированный температурой порядок параллельно с переходом в низкоспиновую фазу. Это явление может наблюдаться экспериментально при помощи рентгеновской дифракции для соединений с разупорядоченными молекулами растворителя, контрионов и лигандов [1–2]. Обычный гамильтониан Вайнфляша [3] не учитывает взаимосвязи между упорядочением кроссоверной подсистемы и растворителя, т.к. не содержит соответствующие спин-неактивные компоненты.

В данной работе предложена изингоподобная модель, в которой как спин-активные комплексы, так и молекулы растворителя образуют одну или две подрешетки.

Результаты и их обсуждение. Рассмотрим систему взаимодействующих спин-активных молекул, которые могут находиться в двух состояниях, высокоспиновом или низкоспиновом, которые разделены энергетической щелью $2\Delta_{\text{eff}}(T)$. Каждая спин-активная молекула взаимодействует со спин-активными соседями ($J_{\sigma\sigma}$) и спин-

неактивными молекулами ($I_{\sigma\sigma}$). Молекулы растворителя положим разупорядоченными по двум позициям А (позиция с меньшей энергией) и Б (позиция с большей энергией), разделенными не зависящей от температуры энергетической щелью δ . Последние могут взаимодействовать друг с другом (K_{ss}). Гамильтониан системы является суммой вкладов, обуславливающих спиновый переход (H_{HL}), упорядочение растворителя (H_S) и взаимодействие этих подсистем (H_{HLS}):

$$H = H_{HL} + H_S + H_{HLS} \quad (1)$$

$$H_{HL} = \Delta_{\text{eff}}(T) \sum_i \sigma_i - \frac{J_{\sigma\sigma}}{2} \sum_{\langle ij \rangle} \sigma_i \sigma_j \quad (2a)$$

$$H_{HS} = \delta \sum_i s_i - \frac{K_{ss}}{2} \sum_{\langle ij \rangle} s_i s_j \quad (2b)$$

$$H_{HLS} = -I_{\sigma s} \sum_{\langle ij \rangle} s_i \sigma_j \quad (2b)$$

Здесь $s_i = -1$ (+1) соответствует i -ой молекуле растворителя в состоянии А (Б). Наряду с $m = \langle \sigma_i \rangle$ среднее значение $p = \langle s_i \rangle$ служит в качестве параметра порядка, значения $p = -1$ (+1) указывают на то, что все молекулы растворителя находятся в состоянии А (Б), $p = 0$ на полный беспорядок заселения молекулами растворителя состояний А или Б в соотношении 1:1. Для простоты количество спин-активных центров и молекул растворителя N , а также z_s ближайшее окружение при взаимодей-

ствии спин-активных – спин-неактивных центров и при взаимодействии молекул растворителя друг с другом положено равным.

В приближении молекулярного поля температурная зависимость m и p следует из самосогласованных трансцендентных уравнений:

$$m = \tanh \left(\frac{J\sigma + Ip + \frac{kT \ln g - \Delta}{2}}{kT} \right). \quad (3a)$$

$$p = \tanh \frac{Im + Kp - \delta}{kT}. \quad (3б)$$

Здесь мы определили $J = z_{\sigma} J_{\sigma\sigma}$, $I = z_s I_{ss}$ и $K = z_s K_{ss}$, где z_{σ} есть ближайшее окружение при взаимодействии спин-активных молекул. В отсутствие взаимодействия между/с молекулами растворителя ($I=K=0$) уравнение (3a) согласуется с классическим решением самосогласованного поля для спиновых кроссоверов, тогда как уравнение (3б) соответствует больцмановскому распределению молекул растворителя по двум разным ориентациям или позициям независимо от спинового состояния. Если же спин-активная и спин-неактивная подсистемы взаимодействуют ($I \neq 0$), то взаимосвязи (3) влияют на кривую перехода. Температура, соответствующая соотношению 1:1 высокоспиновых и низкоспиновых комплексов, теперь будет удовлетворять выражению

$$T_{1/2} = \frac{[\Delta - 2Ip(T_{1/2})]}{k \ln g} \quad (4a)$$

$$T_{1/2} = \frac{1}{k \ln g} \left[\Delta - 2I \tanh \left(\frac{-\delta}{2kT_{1/2}} \right) \right] \quad (4б)$$

и зависеть не только от величины поля лигандов Δ , но также и от степени разупорядоченности растворителя $p(T_{1/2})$.

Численные решения уравнений (3.3) проиллюстрированы на рис. 1. Антиферроэластичное взаимодействие между молекулами растворителя и спин-активными центрами ($I < 0$) уменьшает $T_{1/2}$, ферроэластичное ($I > 0$) – увеличивает $T_{1/2}$. С ростом значения I крутизна кривой перехода как для высокоспиновой фракции, так и для беспорядка растворителя возрастает: кривая спинового перехода становится все более асимметричной вплоть до разрыва, характеризующего наличие фазового перехода 1-го рода, в высокотемпературной высокоспиновой фазе вблизи $T_{1/2}$; область ниже $T_{1/2}$ стремится в низкоспиновой фазе с упорядоченным растворителем более плавно. Рис. 1, 2 и 3 иллюстрируют влияние роста константы взаимодействия I на асимметрию кривой перехода.

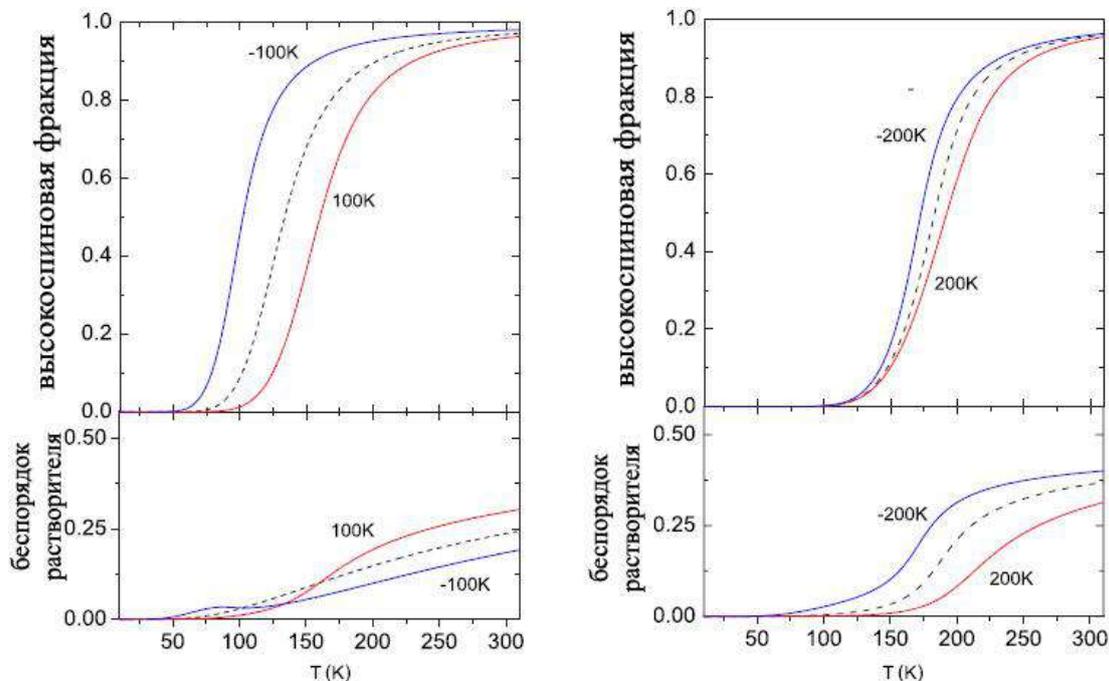


Рис. 1. Фракция высокоспиновых молекул (вверху) и заселенность состояния Б молекул растворителя (снизу) как функция температуры, а также параметров взаимодействия спин-активная подсистема–растворитель I и растворитель–растворитель K .

Левая панель: $I = \pm 100$ (сплошные линии), $I = 0$ К (пунктирная линия), $K = 0$ К, $\delta = 350$ К, $J = 20$ К, $\Delta = 400$ К и $r = 400$. Правая панель: $K = \pm 200$ К (сплошные линии), $K = 0$ (пунктирная линия), $I = 200$ К, $\delta = 350$ К, $J = 20$ К, $\Delta = 400$ К и $r = 400$.

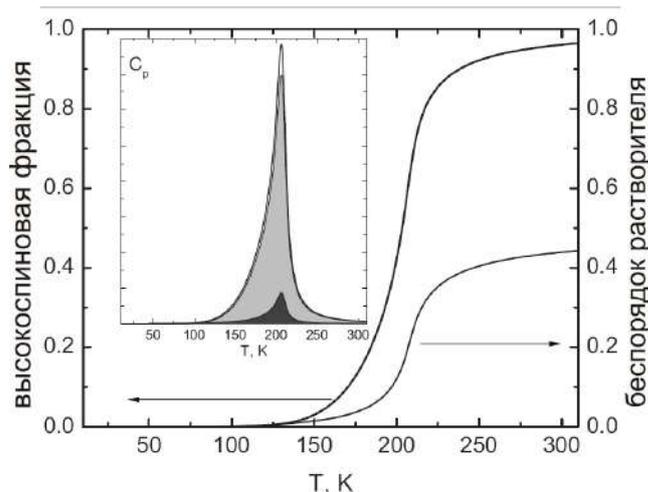


Рис. 2. Кривые перехода для высокоспиновой фракции и разупорядоченность растворителя для $I=300\text{K}$, $K=0\text{K}$, $\delta=350\text{K}$, $J=20\text{K}$, $\Delta=400\text{K}$ и $r=400$ близки к фазовому переходу первого рода. На вставке проиллюстрированы вклады параметров порядка $(m+1)/2$ спинового перехода (серый) и $(p+1)/2$ упорядочения растворителя (темно-серый) в теплоемкость C_p .

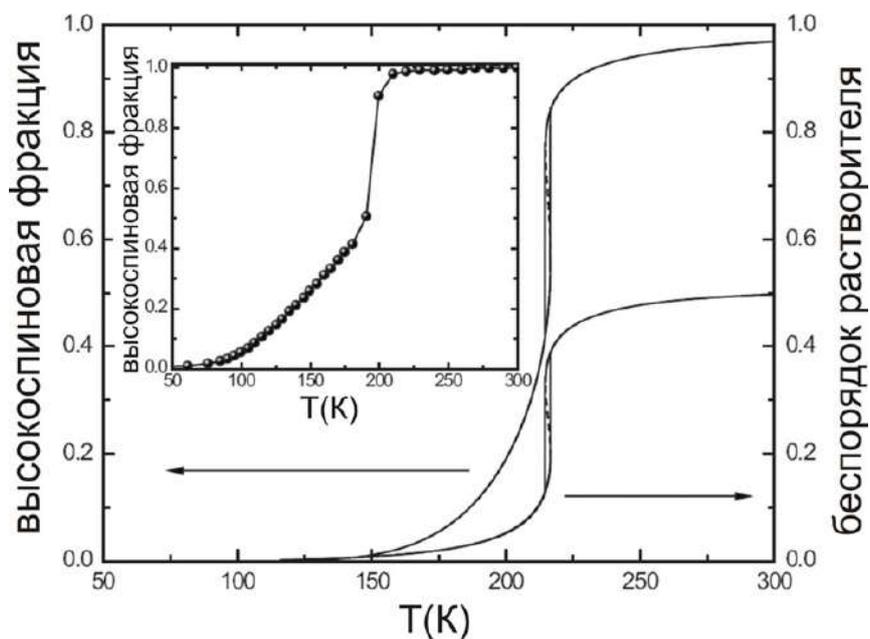


Рис. 3. Кривые перехода для спинового кроссовера и разупорядоченности растворителя $[\text{FeL}]_2\text{ClO}_4$ [L=2,6-ди(3-метилпиразол)-пиразин]. Вставка иллюстрирует экспериментальные данные [1]. Один из двух ClO_4 контрионов, играющий роль растворителя, разупорядочен при 290K, но оба контриона упорядочиваются при 180K и 30K. Рассчитанные кривые получены для $I=370\text{K}$, $K=10\text{K}$, $\delta=170\text{K}$, $J=20\text{K}$, $\Delta=400\text{K}$ и $r=400$.

При низких температурах антиферроэластическое взаимодействие провоцирует разупорядоченность растворителя, потому что член Im стремится компенсировать разность энергии δ для $m < 0$. В области высоких температур ферроэластическое взаимодействие провоцирует разупорядоченность растворителя, потому что $m > 0$, Im опять стремится компенсировать δ . Изменения параметра взаимодействия растворитель–

растворитель K меняет $T_{1/2}$ посредством параметра взаимодействия I , в то время как вариации параметра взаимодействия спин-активных центров J не влияют на $T_{1/2}$. Взаимодействие растворитель–растворитель подавляет ($K > 0$) или провоцирует ($K < 0$) разупорядоченность

Заключение. В данной работе на основе стандартного гамильтониана Вайнфляша построена модель, учитывающая взаимодействия спин-активной

и спин-неактивной подсистем в спин-кроссоверных системах. Получены выражения для параметров порядка, характеризующих фазовые переходы в системе. Проведен анализ влияния спин-неактивной подсистемы на температурную зависимость высокоспиновой фракции.

Смоделированы такие особенности поведения спинового перехода в некоторых спин-кроссоверных соединениях, как резкий спад в диапазоне нескольких градусов до точки, в которой образец находится в состоянии с 50%-м содержанием низкоспиновой фракции. Модель была расширена на случай двух разных подрешеток для каждой подсистемы. В данном случае уда-

лось смоделировать спиновый переход через промежуточную фазу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Money, V.A. A study of the thermal and light induced spin transition in $[\text{FeL}_2](\text{BF}_4)_2$ and $[\text{FeL}_2](\text{ClO}_4)_2$ L = 2,6-di(3-methylpyrazol-1-yl)-pyrazine / V.A. Money [et al.] // Dalton Trans. – 2004. – № 1. – P. 65–69.
2. Chernyshov, D. Ordering Phenomena and Phase Transitions in a Spin-Crossover Compound – Uncovering the Nature of the Intermediate Phase of $[\text{Fe}(\text{2-pic})_3]\text{Cl}_2 \cdot \text{EtOH}$ / D. Chernyshov, M. Hostettler, K.W. Törnroos, and H.-B. Bürgi // Angew. Chem., Int. Ed. – 2003. – № 42. – P. 3825–3830.
3. Wajñflasz, J. Etude de la transition Low Spin-High Spin dans les complexes octaédriques d'ion de transition / J. Wajñflasz // Phys. Stat. Sol. – 1970. – № 40. – P. 537–545.

Поступила в редакцию 2.06.2010

Адрес для корреспонденции: тел.: +37529 591-05-43 – Буйнов Н.С.

Свободные колебания вязкоупругой слоистой оболочки при действии неоднородных осевых сил

Е.А. Корчевская*, Г.И. Михасев**

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

** Белорусский государственный университет

В статье с помощью асимптотического комплексного ВКБ-метода исследованы свободные колебания слоистой композитной вязкоупругой цилиндрической оболочки при действии неоднородного осевого сжатия. Разработана методика построения форм локализованных собственных колебаний и определения соответствующих собственных частот и декремента колебаний слоистой цилиндрической вязкоупругой оболочки, находящейся под действием статической осевой силы, неравномерно распределенной по контуру края, с учетом поперечных сдвигов, вязкости материала и наличия на поверхности оболочки «слабой» образующей.

Ключевые слова: слоистые композитные оболочки, дискремент колебаний, собственная частота.

Free vibrations of the laminated composite viscoelastic cylindrical shell under action of the non-uniform axial compression

E. Korchevskaya*, G. Mikhasev**

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

**Belarusian State University

Summary. Using the asymptotic complex WKB-method free vibrations of the laminated composite viscoelastic cylindrical shell under action of the non-uniform axial compression is investigated. Method for the construction of the localized forms of natural vibrations and the definition of the corresponding natural frequencies of the laminated cylindrical viscoelastic shell under the static axial force non-uniformly distributed over the edge line taking the transverse shears and the «weakest» generatrix on the shell surface into account has been worked out.

Элементы многих инженерных конструкций, используемых в различных областях человеческой деятельности, представляют собой тонкие слоистые оболочки. Особое внимание уделяется исследованию вопросов, связанных с тонкими оболочками в силу того, что такие конструкции сочетают в себе высокую прочность и относительно малый вес. Необходимым элементом исследования на стадии проектирования оболочечных конструкций является определение собственных частот и форм колебаний. Использование в инженерной практике полимерных материалов делает обязательным учет вязкоупругих свойств при исследовании колебаний оболочек.

Исследования колебаний вязкоупругих оболочек проводились в ряде работ [1–7]. В частности в [1], с использованием асимптотического метода, собственные формы вязкоупругих колебаний построены в виде функций, убывающих во времени и локализованных вблизи образующей, испытывающей наибольшую осевую нагрузку. В работе [2] произведен анализ параметров демпфируемых свободных колебаний слоистых композитных цилиндрических оболочек с использованием

концепции комплексного модуля упругости. Применена теория деформаций поперечного сдвига, согласно которой предполагается равномерное распределение их по толщине оболочки, и введен компенсирующий поправочный коэффициент. В статье [3] авторы сформулировали модель для анализа частот колебаний трубки с кратным числом слоев демпфирования. Вязкоупругопластические слоистые пластины и оболочки рассматриваются в [4]. Здесь для описания кинематики пакета приняты гипотезы ломаной нормали: в несущих слоях справедливы гипотезы Кирхгофа, в легком заполнителе нормаль остается прямолинейной, не изменяет своей длины, но поворачивается на некоторый дополнительный угол. Материалы слоев здесь приняты линейновязкоупругими. В работе [5] представлена конечноэлементная формулировка свободных затухающих колебаний. Методом конечных элементов, используя теорию деформации сдвига первого порядка, изучено демпфирование свободных колебаний слоистых конических оболочек в [6]. В статье [7] выведены дифференциальные уравнения слоистых композитных оболочек с комплексными коэффициентами, учитывающи-

ми вязкоупругие свойства материала. Получены формулы для собственных частот и форм колебаний указанных оболочек с учетом вязкоупругих свойств составляющих слоев и поперечных сдвигов. Решена задача оптимального проектирования трехслойных оболочек, имеющих фиксированную массу, с целью увеличения наименьших частот собственных колебаний.

Однако практически отсутствуют работы, в которых рассматривались бы колебания слоистых композитных вязкоупругих оболочек при действии неоднородных статических нагрузок. Это обусловлено, во-первых, тем, что такого рода задачи стали актуальными относительно недавно, и, во-вторых, их математической сложностью, связанной с громоздкостью и высоким порядком разрешающих уравнений теории многослойных оболочек. В подавляющем большинстве публикаций начальные напряжения, вызванные действием внешних статических сил, предполагаются однородными, не зависящими от криволинейных координат оболочки.

Постановка задачи. Рассмотрим тонкую круговую цилиндрическую оболочку длины L , состоящую из N изотропных слоев, характеризующихся толщиной h_k , модулем Юнга E_k , плотностью ρ_k и коэффициентом Пуассона ν_k , $k = 1, 2, \dots, N$. В качестве исходной поверхности примем срединную поверхность какого-либо k -ого слоя, которую отнесем к криволинейным ортогональным координатам $\alpha_1 = Rs$, $\alpha_2 = R\varphi$. Здесь R – радиус цилиндра исходной поверхности, φ и s – окружная и продольная координаты соответственно.

Будем считать, что выполняются гипотезы теории слоистых оболочек, сформулированные Э.И. Григолюком и Г.М. Куликовым [8]. В частности, принимается, что тангенциальные перемещения распределены по толщине пакета слоев по нелинейному закону согласно обобщенной кинематической гипотезе Тимошенко. В рамках принятых гипотез в [8] выведена система двенадцати уравнений, описывающих движение слоистой анизотропной оболочки. В случае, когда физические характеристики слоев различаются незначительно и в предположении об образовании большого количества волн малой длины в окружном или осевом направлении данная система сведена к системе трех уравнений [8]:

$$\begin{cases} \frac{Eh^3\eta_3}{12(1-\nu^2)} \left(1 - \frac{\theta h^2}{b}\Delta\right) \Delta^2 \chi^* + \frac{1}{R} \frac{\partial^2 F^*}{\partial \alpha_1^2} - T_1^0 \frac{\partial^2 W^*}{\partial \alpha_1^2} - \rho h \Omega^2 W^* = 0, \\ \Delta^2 F^* = \frac{Eh}{R} \frac{\partial^2 W^*}{\partial \alpha_1^2}, \quad W^* = \left(1 - \frac{h^2}{b}\Delta\right) \chi^*. \end{cases} \quad (1)$$

Здесь Δ – оператор Лапласа в криволинейной системе координат α_1, α_2 , E, ν, ρ – осредненные модуль Юнга, коэффициент Пуассона и плотность материала соответственно, F^*, χ^* – функции напряжений и перемещений, W^* – нормальный прогиб, Ω – частота собственных колебаний, T_1^0 – мембранное осевое усилие, η_3, θ, b – параметры, учитывающие поперечные сдвиги и вязкоупругие свойства материала, определяемые по формулам [7–8].

Следуя [9], положим

$$K/\pi^2 = \varepsilon^2 \kappa, \quad K\theta/\pi^2 = \varepsilon^3 \tau, \quad \kappa, \tau \sim 1 \text{ при } \varepsilon \rightarrow 0, \quad (2)$$

где $K = \pi^2 h^2 / (bR^2)$, а $\varepsilon^4 = h^2 \eta_3 / [12R^2(1-\nu^2)]$ – малый параметр.

Уравнения (1) перепишем в безразмерном виде:

$$\begin{cases} \varepsilon^4 (1 - \varepsilon^3 \tau \Delta) \Delta^2 \chi + \varepsilon^2 \frac{\partial^2 F}{\partial s^2} + \varepsilon^2 t(\varphi) \frac{\partial^2}{\partial s^2} (1 - \varepsilon^2 \kappa \Delta) \chi - \Lambda (1 - \kappa \varepsilon^2 \Delta) \chi = 0, \\ \varepsilon^2 \Delta^2 F - \frac{\partial^2}{\partial s^2} (1 - \varepsilon^2 \kappa \Delta) \chi = 0. \end{cases} \quad (3)$$

Здесь

$$T_1^0(\varphi) = -Eh\varepsilon^2 t(\varphi), \quad \Lambda = \frac{\rho R^2}{E} \Omega^2, \quad l = L/R, \\ \chi^* = R\chi, \quad F^* = \varepsilon^2 EhR^2 F, \quad \Lambda = \omega + i\alpha, \quad \omega - \text{безразмерная собственная частота колебаний, } \alpha - \text{безразмерный декремент колебаний.}$$

В качестве граничных условий на краях рассмотрим условия шарнирного опирания

$$F = \Delta F = \chi = \Delta \chi = \Delta^2 \chi = 0, \text{ при } s = 0, l. \quad (4)$$

Зависимость мембранного осевого усилия от окружной координаты является причиной появления на поверхности оболочки «наиболее слабых» областей, которые приводят к сильной локализации форм колебаний.

Метод решения. Принимая во внимание неоднородность нагружения по окружной координате, будем исследовать формы собственных колебаний, локализованные в окрестности «наиболее слабой» образующей $\varphi = \varphi_0$. Введем растяжение масштаба в окрестности этой образующей:

$$\varphi = \varphi_0 + \varepsilon^{1/2} \xi. \quad (5)$$

Согласно [10] решение задачи (3), (4) будем искать в виде

$$\chi = \chi_m(\varphi) \sin(p_m s / \varepsilon), \quad F = \Phi_m(\varphi) \sin(p_m s / \varepsilon), \\ p_m = m\pi\varepsilon / l, \quad m = 1, 2, \dots, \quad (6)$$

где

$$\{\chi_m, \Phi_m\} = \sum_{j=0}^{\infty} \varepsilon^{j/2} \{\chi_{mj}(\xi), \Phi_{mj}(\xi)\} \exp\left\{i\left(\varepsilon^{-1/2} q \xi + \frac{1}{2} a \xi^2\right)\right\}$$

Разложим параметры, характеризующие собственную частоту колебаний и декремент по степеням малого параметра ε :

$$\omega = \omega_0 + \varepsilon\omega_1 + \varepsilon^2\omega_2 + \dots, \quad \alpha = \varepsilon\alpha_1 + \varepsilon^2\alpha_2 + \dots \quad (7)$$

Параметры, характеризующие поперечные сдвиги и учитывающие вязкоупругие свойства слоев представим в виде:

$$\kappa = \kappa_r + i\varepsilon\kappa_i, \quad \tau = \tau_r + i\varepsilon\tau_i. \quad (8)$$

Функцию $t(\varphi)$, зависящую от окружной координаты, разложим в окрестности $\varphi = \varphi_0$ в ряд:

$$t(\varphi) = t(\varphi_0) + \varepsilon^{1/2}t'(\varphi_0)\xi + \frac{1}{2}\varepsilon t''(\varphi_0)\xi^2 + \dots \quad (9)$$

Подставляя (5)–(9) в (3), (4), получим последовательность алгебраических уравнений

$$\sum_{k=0}^j \mathbf{B}_k \mathbf{X}_{j-k} = 0, \quad j = 0, 1, 2, \dots \quad (10)$$

относительно вектор-функции $\mathbf{X}_j = (\chi_{mj}, f_{mj})^T$.

Здесь $\mathbf{B}_0 - (2 \times 2)$ – матрица с элементами:

$$B_0^{(11)} = (p_m^2 + q^2)^2 - t(\varphi_0)(p_m^2 + \kappa_r p_m^4 + \kappa_r p_m^2 q^2) - \omega_0(1 + \kappa_r(p_m^2 + q^2)),$$

$$B_0^{(12)} = -p_m^2, \quad B_0^{(21)} = p_m^2(1 + \kappa_r(p_m^2 + q^2)),$$

$$B_0^{(22)} = (p_m^2 + q^2)^2.$$

При $j=0$ имеем однородную систему алгебраических уравнений:

$$\mathbf{B}_0 \mathbf{X}_0 = 0.$$

Из условия существования нетривиального решения этой системы находим формулу для действительной части частотного параметра нулевого приближения:

$$\omega_0(q, \varphi_0, p_m) = \frac{(p_m^2 + q^2)^2}{(1 + \kappa_r(p_m^2 + q^2))} + \frac{p_m^4}{(p_m^2 + q^2)^2} - t(\varphi_0)p_m^2. \quad (11)$$

Из условий

$$\frac{\partial \omega_0}{\partial q} = \frac{\partial \omega_0}{\partial \varphi_0} = 0 \quad (12)$$

находим волновое число q^0 и «наиболее слабую» образующую φ_0^0 , а также выражение для нулево-

$$\Re = \left\{ \frac{2\tau_r p_m^3 z_0^3}{\omega_{qq}^0 (1 + \kappa_r p_m z_0)} + \frac{iz_0^4}{\omega_{qq}^0 (1 + \kappa_r p_m z_0)} \right\} \left\{ \frac{\kappa_i \kappa_r}{z_0} p_m^5 + \kappa_i p_m^3 z_0^3 + \kappa_r \kappa_i p_m^4 - \frac{\kappa_i}{z_0} p_m^5 + \right.$$

$$\left. + \frac{\kappa_i}{z_0} p_m^3 + \frac{\kappa_i}{z_0^3} p_m - \frac{\kappa_i}{z_0^4} p_m^2 + \frac{\kappa_i \kappa_r}{z_0^2} p_m^2 - \frac{\kappa_i \kappa_r}{z_0^3} p_m^3 \right\} P_0 \quad \text{при} \quad p_m < z_0.$$

го приближения наименьшей частоты ω_0^0 .

При отыскании минимума возможны три существенно разных случая:

А) $p_m > z_0$,

В) $p_m < z_0$,

С) $p_m \approx z_0$,

где z_0 – положительный корень уравнения

$$-2(1 + \kappa_r p_m z)^2 + z^4(2 + \kappa_r p_m z) = 0. \quad (13)$$

При $p_m > z_0$ имеем

$$\omega_0^0 = 1 - t(\varphi_0)p_m^2 + \frac{p_m^4}{1 + \kappa_r p_m^2}, \quad q^0 = 0. \quad (14)$$

При $p_m < z_0$ получаем

$$\omega_0^0 = \frac{z_0^2 p_m^2}{1 + \kappa_r p_m z_0} + \frac{p_m^2}{z_0^2} - t(\varphi_0)p_m^2,$$

$$q^0 = \sqrt{p_m(z_0 - p_m)}. \quad (15)$$

При $p_m \approx z_0$ нарушается асимптотический характер построенных решений. И этот случай требует перестройки асимптотического решения.

При $j=2$ система (10) является неоднородной. Условие ее совместности приводит к соотношению для вычисления параметра a

$$a = i(\omega_{\varphi\varphi}^0 / \omega_{qq}^0)^{1/2},$$

а также к уравнению относительно $P_0(\xi)$:

$$\frac{d^2 P_0}{d\xi^2} + ia \left[2\xi \frac{dP_0}{d\xi} + P_0 \right] + \frac{2\omega_1}{\omega_{qq}^0} P_0 + \frac{2i\alpha_1}{\omega_{qq}^0} P_0 + \Re = 0,$$

где

$$\Re = \left(\frac{2\tau_r p_m^6}{\omega_{qq}^0 (1 + \kappa_r p_m^2)} + \frac{ip_m^2}{\omega_{qq}^0 (1 + \kappa_r p_m^2)} \left\{ \kappa_i p_m^4 + \kappa_i + \kappa_r \right\} \right) P_0$$

при $p_m > z_0$,

При

$$\Lambda_1 = \Lambda_1^{(n)} = \left(\frac{1}{2} + n \right) \sqrt{\Lambda_{qq}^0 \Lambda_{\varphi\varphi}^0 + \sigma},$$

где

$$\sigma = \left(\frac{\tau_r p_m^6}{(1 + \kappa_r p_m^2)} + \frac{i p_m^2}{2(1 + \kappa_r p_m^2)} \left\{ \kappa_i p_m^4 + \kappa_i + \kappa_r \right\} \right) \quad (\text{случай А}),$$

и

$$\sigma = \left(\frac{\tau_r p_m^3 z_0^3}{(1 + \kappa_r p_m z_0)} + \frac{i z_0^4}{2(1 + \kappa_r p_m z_0)} \right) \times \left\{ \frac{\kappa_i \kappa_r}{z_0} p_m^5 + \kappa_i p_m^3 z_0^3 + \kappa_r \kappa_i p_m^4 - \frac{\kappa_i}{z_0} p_m^5 + \frac{\kappa_i}{z_0} p_m^3 + \frac{\kappa_i}{z_0^3} p_m - \frac{\kappa_i}{z_0^4} p_m^2 + \frac{\kappa_i \kappa_r}{z_0^2} p_m^2 - \frac{\kappa_i \kappa_r}{z_0^3} p_m^3 \right\}$$

в случае В, уравнение имеет решение в виде полинома Эрмита степени n .

Заключение. С использованием асимптотических методов получены в явном виде формулы для собственных частот и декремента колебаний неоднородно преднапряженных в осевом направлении цилиндрических вязкоупругих оболочек с учетом наличия «слабой» образующей и поперечных сдвигов слоев.

Работа выполнена как составная часть задания «Механика 2.22», входящего в Государ-

ственную комплексную программу научных исследований ГКПНИ «Механика» на 2006–2010 гг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ботогова, М.Г. Свободные колебания вязкоупругой некруговой цилиндрической оболочки под действием однородной осевой нагрузки / М.Г. Ботогова, Г.И. Михасев // Прикладная механика. – 1999. – № 11. – С. 68–74.
2. Singh, S.P. Damped free vibrations of layered composite cylindrical shells / S.P. Singh, K. Gupta // J. Sound and Vibr. – 1994. – № 2. – P. 191–209.
3. Zhou, H. Damping of composite tubes with embedded viscoelastic layers / H. Zhou, M. D. Rao // J. of Vibration and Acoustics. – 1996. – Vol. 118. – P. 384–389.
4. Старовойтов, Э.И. Вязкоупругопластические слоистые пластины и оболочки / Э.И. Старовойтов. – Гомель: БелГУТ, 2002. – 344 с.
5. Ramech, T.C. Vibration and damping analysis of conical shells with constrained damping treatment / T.C. Ramech, N. Ganesan // Finite Elements in Analysis and Design. – 1993. – № 12. – P. 17–29.
6. Analysis of free damped vibrations of laminated composite conical shells / A. Korjakin [et al.] // Composite Structures. – 1998. – № 41. – P. 39–47.
7. Ботогова, М.Г. Свободные колебания слоистых вязкоупругих цилиндрических оболочек / М.Г. Ботогова, Г.И. Михасев, Е.А. Корчевская // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. С, Фунд. науки. Механика. – 2006. – № 10. – С. 125–133.
8. Григолюк, Э.И. Многослойные армированные оболочки: расчет пневматических шин / Э.И. Григолюк, Г.М. Куликов. – М.: Машиностроение, 1988. – 288 с.
9. Korchevskaya, E. Buckling and vibrations of composite laminated cylindrical shells under axial load / E. Korchevskaya, G. Mikhasev, D. Marinkovich, U. Gabbert // Die 6. Magdeburger Maschinenbau-Tage: proceedings of the conference, Magdeburg, 24–26 September 2003 / Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; edited by: R. Kasper [et al.]. – Magdeburg, 2003. – P. 183–189.
10. Михасев, Г.И. Локализованные колебания и волны в тонких оболочках. Асимптотические методы / Г.И. Михасев, П.Е. Товстик. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 292 с.

Поступила в редакцию 26.05.2010

Адрес для корреспонденции: г. Витебск, ул. П. Бровки, д. 7, корп. 1, кв. 93, тел.: +37529 591-09-35 – Корчевская Е.А.

Экологический анализ и оценка лесных ландшафтов юго-востока Беларуси

А.П. Гусев, Н.С. Шпилевская

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

Рассмотрены результаты оценки антропогенной трансформации и фрагментации геосистем модельных районов юго-востока Беларуси и выявлены ареалы распространения негативных природно-антропогенных процессов, в том числе деградации лесных экосистем. Установлено, что состояние конкретной лесной экосистемы зависит как от локальной нагрузки, так и от состояния окружающего ландшафта. На основе фитоиндикационных критериев выполнена оценка современной экологической ситуации территории.

Ключевые слова: геосистема, фитоиндикационные критерии, антропогенная трансформация.

Environmental analysis and estimation of forest landscapes of south-east of Belarus

A.P. Gusev, N.S. Shpilevskaya

Educational establishment «Francisk Skorina Gomel State University»

***Summary.** A new methodical approach to estimation of intensity of ecological situation, based on studying of degradation processes and restoration of geosystems is offered. Features of degradation processes within the wood ecosystems, reflected in phytoindicator parameters are considered. The estimation of contemporary ecological situation of the territory is executed.*

Лесные ландшафты и составляющие их экосистемы выполняют важные ресурсо-содержащие, ресурсовоспроизводящие, средообразующие функции, поддерживающие необходимые для человека условия жизни и выступающие как среда для отдыха и восстановления его здоровья. Состояние лесных геосистем определяет состояние всей территории. Снижение потенциала самовосстановления лесного ландшафта увеличивает риск нарушения экологического равновесия на региональном уровне. Актуальной проблемой является разработка системы индикаторов, позволяющих диагностировать риск нарушения экологического равновесия.

Цель предлагаемой работы – совершенствование системы экологической оценки лесных ландшафтов.

Материал и методы. Исследования проводились на территории двух модельных районов, расположенных на юго-востоке Беларуси. Первый модельный район («РУМ») представляет собой территорию, обособленную долинами малых рек: Рандовка (с севера); Уза (с запада); Мильчанская канава (с востока и юго-востока). Общая площадь модельного района составляет 72,3 км². Структура землепользования характе-

ризуется преобладанием лесных экосистем – 43,9%. Луга, пастбища, сенокосы составляют 19,9%. Пахотные земли – 19,5%. На долю нарушенных и застроенных земель приходится 16,1% территории. Промышленно-техногенная нагрузка на геосистемы района связана с Гомельским химическим заводом, Гомельским радиозаводом, городской свалкой твердых бытовых отходов, полями фильтрации и рядом других техногенных объектов. Второй модельный район («ЧУК») находится южнее города Гомеля в пределах надпойменных террас реки Сож. С севера и юга район ограничивается малыми реками; с запада – поймой реки Сож, с востока – волнистым водноледниковым ландшафтом Тереховского ландшафтного района. Общая площадь модельного района составляет 75,58 км². Структура землепользования: лесные экосистемы – 68,1%; пахотные земли – 11,2%; нарушенные и застроенные земли – 11,7% территории. Природно-ландшафтная основа модельных районов представлена аллювиальным террасированным, моренно-зандровым и пойменным ландшафтами (согласно классификации природных ландшафтов Беларуси [4]) – табл. 1.

Общая ландшафтно-экологическая характеристика модельных районов

Показатель	РУМ	ЧУК
Природно-ландшафтная основа (% от общей площади)		
Моренно-зандровый ландшафт	42,0	0
Аллювиальный террасированный ландшафт	53,7	98,7
Пойменный плоско-гравистый ландшафт	4,3	1,3
Антропогенная трансформация и фрагментация		
Кс	0,463	0,539
Нem (индекс хемеробности)	42,6	37,6
ED (плотность краев), м/га	32,8	15,29
S (средняя площадь пятна), га	33,14	60,46
Sl (средняя площадь лесного массива), га	49,38	145,35
SIDI (индекс разнообразия Симпсона)	0,729	0,489
Природно-антропогенные процессы (% от общей площади)		
Заболачивание, подтопление	3,0	2,4
Водная эрозия	2,3	0
Дигрессия лесных экосистем	3,5	2,3
Дигрессия лесных экосистем (% от площади лесных экосистем)	7,9	3,4

В пределах модельных районов были выделены геоэкологические (ландшафтно-экологические) участки, отличающиеся природными условиями, величиной антропогенной нагрузки и спецификой хозяйственного освоения: 7 участков в первом районе и 6 участков во втором.

Полевые работы выполнялись на ключевых участках и включали: геоботаническую съемку по общепринятой методике [5] (2–5 пробных площадок размером 100–200 м² на ключевом участке); определение характеристик модельных деревьев (не менее 20 штук на ключевом участке); определение показателей антропогенного воздействия; выяснение природно-ландшафтных условий (тип почв, состав почвообразующих пород, глубина залегания грунтовых вод, проявления современных геологических процессов). Общее количество ключевых участков – 366 (в лесных экосистемах – 200).

В качестве критериев оценки состояния растительного покрова рассматривались: ВБ – видовое богатство (число видов на 100 м²); ЕВ – численность естественного возобновления древесных видов (шт./га); ТФ – доля терофитов в спектре жизненных форм (% от всех видов); ФФ – доля фанерофитов в спектре жизненных форм (% от всех видов); QF – представленность видов класса *Quercus-Fagetea* (неморальные широколиственные леса) эколого-флористической классификации Браун–Бланке [6] (% от общего числа видов); VP – представленность видов класса *Vaccinio-Piceetea* (бореальные хвойные леса)

эколого-флористической классификации Браун–Бланке (% от общего числа видов); ЛЕС – представленность лесных видов (виды всех лесных классов растительности, % от общего числа видов); СИН – синантропизация (доля видов синантропных классов эколого-флористической классификации Браун–Бланке, % от общего числа видов). Оценка адвентизации растительности выполнялась по критериям: АД₁ – доля адвентивных видов от общего числа видов флоры (% от числа всех видов), характеризует степень адвентизации флоры; АД₂ – доля адвентивных видов в покрытии (% от общего проективного покрытия), характеризует эколого-ценотическое значение адвентивных видов в растительном покрове; АД₃ – доля адвентивных видов деревьев от общего числа древесных видов; АД₄ – доля адвентивных видов деревьев от общей численности естественного возобновления, характеризует эколого-ценотическое значение адвентивных деревьев, их способность к самовоспроизводству. Оценка состояния древостоя (насаждения) на ключевом участке выполнялась путем расчета индекса состояния древостоя по формуле: $L_n = (100 \cdot n_1 + 70 \cdot n_2 + 40 \cdot n_3 + 5 \cdot n_4) / N$, где n_1 – количество здоровых деревьев; n_2 – количество ослабленных деревьев; n_3 – количество сильно ослабленных деревьев; n_4 – количество усыхающих деревьев; N – общее количество деревьев (включая сухостой) [7].

Для оценки напряженности экологической (ландшафтно-экологической) ситуации использо-

вались: коэффициент пораженности территории современными геологическими процессами – $ПТ_{сгп}=(S_{сгп}/S)*100\%$, где $S_{сгп}$ – площадь распространения современных геологических процессов; S – общая площадь; коэффициент пораженности территории дигрессиями растительности – $ПТ_{др}=(S_{др}/S)*100\%$, где $S_{др}$ – площадь территории, на которой отмечаются дигрессивная динамика растительности (антропогенных модификаций лесных геосистем, связанных с рекреацией, загрязнением атмосферы, пожарами, подтоплением); S – общая площадь; $ПТ_{кз}$ – удельная площадь территории с катастрофическим уровнем загрязнения почв и вод (уровень загрязнения, при котором существование высшей растительности невозможно); коэффициент экологической стабильности: $K_c=\sum s_i*k_i*g$, где s_i – удельная площадь вида землепользования; k_i – экологическая значимость этого вида землепользования; g – коэффициент устойчивости рельефа; $S_{ПСВ=0}$ – удельная площадь участков с «нулевым» потенциалом самовосстановления (здания, асфальтовые покрытия, токсичные грунты). Для уточнения генезиса дигрессивных изменений растительности и последующей оценки экологической ситуации использовались данные по загрязнению компонентов геосистем, взятые из опубликованных и фондовых источников. Градации указанных показателей и методика напряженности экологической ситуации по [1]. Для оценки антропогенной трансформации и фрагментации ландшафта использовались индекс хемеробности ($Нem$) и ландшафтные метрики (плотность краев – ED , средняя площадь пятна – S , средняя площадь лесного массива – S_l , индекс разнообразия Симпсона – $SIDI$) [8].

Основной картографический материал, отражающий результаты ФГА, представлялся в виде набора карт, выполненных с помощью программного пакета ArcView 3.2a: природно-ландшафтной основы, структуры землепользования; размещения ключевых участков; негативных природно-антропогенных процессов, современных сукцессионных статусов геосистем, средообразующей способности растительного покрова, современных динамических тенденций, оценки напряженности экологических ситуаций. Расчет площадных показателей осуществлялся на основе модуля Spatial Analyst 2.0a. Статистическая обработка выполнялась с помощью программного пакета STATISTICA 6.0.

Результаты и их обсуждение. Ландшафтно-экологическая ситуация зависит от соотношения процессов деградации и восстановления геосистем. Напряженность ландшафтно-

экологической ситуации возрастает при увеличении глубины и пространственного охвата деградиционных процессов, снижении способности геосистем выполнять средо- и ресурсовоспроизводящие функции, сохранять экологическое равновесие, поддерживать биопродуктивность и биоразнообразие.

Изучаемые геосистемы характеризуются значительными различиями по степени антропогенной трансформации и фрагментации (табл. 1). На территории модельного района «РУМ» значения K_c изменяется от -0,11 до 0,88; индекса хемеробности – от 25,6 до 58,9; ED – от 13,2 до 70,8 м/га. Для участков модельного района «ЧУК» K_c находится в пределах от -0,26 до 0,78; индекс хемеробности – 27,3–64,9; ED – 8,4–59,3 м/га. Наблюдается также существенная дифференциация по пораженности современными геологическими процессами, среди которых доминирует подтопление и заболачивание. Так, значения $ПТ_{сгп}$ изменяются в пределах от 0 до 18,4%.

Дигрессия лесной растительности – один из наиболее распространенных негативных процессов на изучаемой территории (на различных участках подвержено от 0,5 до 16,4% всей территории и от 0,9 до 99,4% от площади лесных экосистем), оказывающий значительное влияние на ее средообразующий потенциал. Дигрессивная динамика обусловлена различными видами антропогенного воздействия: рекреация; воздействии выбросов транспорта и стационарных источников (промышленных предприятий); пирогенное воздействие, подтопление. Наиболее широкораспространенным фактором деградации лесных экосистем на территории района исследований являются пожары, возникновение которых тесно связано с деятельностью человека. Максимальная степень деградации (вплоть до разрушения древостоя) имеет место при комбинированном воздействии нескольких антропогенных факторов: химическое загрязнение и пожары, рекреация и пожары. Нарушение древесного яруса обуславливает трансформацию видового состава растительности нижних ярусов.

Дигрессивная смена отражается в деградации древесного яруса, поэтому главным критерием был выбран показатель (индекс) состояния древостоя (L_n). Дигрессивная динамика диагностируется значениями $L_n < 50$ (категории состояния «сильно поврежденный» и «разрушенный» древостой). При значениях $L_n > 50$ проводился анализ онтогенетических спектров раннесукцессионных (РСВ) и позднесукцессионных (ПСВ) видов деревьев. В случае регрессивных спектров как раннесукцессионных, так и позднесукцесси-

онных видов диагностировалась дигрессивная динамика. При других сочетаниях онтогенетических спектров в качестве дополнительных критериев рассматривались синантропизация, терофитизация и адвентизация растительности. Задержка сукцессии на стадии раннесукцессионного леса фиксировалась по высоким уровням синантропизации (более 20%), терофитизации (более 10%), адвентизации (более 5%) и следующих комбинациях онтогенетических спектров: а) нормальные спектры РСВ, регрессивные и инвазионные спектры ПСВ или их отсутствие; б) регрессивные спектры РСВ и инвазионные спектры ПСВ. Во всех остальных случаях ход лесной сукцессии может считаться фоновым.

При разрушении или повреждении древостоя нижние ярусы «открываются» и нагрузка на них усиливается. Так, в экосистемах с сильно поврежденным и поврежденным древостоем доля лесных видов составляет от 6,3 до 62,5% от общего числа видов (среднее значение – 27,1%); доля синантропных видов от 4,8 до 57,1% (23,9%). В спектре жизненных форм возрастает доля терофитов (с 0,5% в фоновых лесах до 11,4%) и уменьшается доля фанерофитов (50,5% в фоновых лесах до 26,6%). В нарушенные экосистемы

вторгаются адвентивные виды, которые практически отсутствуют в фоновых лесах. Доля адвентивных видов может составлять до 30% от общего числа видов и 40% от общего проективного покрытия.

Как показал корреляционный анализ, состояние конкретной лесной экосистемы зависит как от локальной нагрузки, так и от состояния окружающих геосистем (табл. 2). Так, состояние древесного яруса (индекс L_n) улучшается по мере роста коэффициента экологической стабильности окружающей геосистемы, величины лесного массива и расстояния до ближайших климаксовых экосистем. И, наоборот, чем выше фрагментация ландшафта и величина пирогенного воздействия, тем хуже состояние древесного яруса. Синантропизация лесной растительности также обусловлена совместным влиянием факторов окружения и локальным воздействием. Из табл. 2 видно, что важным локальным фактором, влияющим на состояние лесной экосистемы, является пирогенное воздействие: наблюдается положительная корреляция высоты нагара с синантропизацией, терофитизацией и адвентизацией растительности.

Таблица 2

Взаимосвязь показателей состояния лесных экосистем (n=200) с ландшафтно-экологическими факторами (коэффициент корреляции R Спирмена, $p < 0,05$)

Показатель	R_k	K_c	ED	S_1	ПВ
ВБ	-0,324	0,328	-0,300	0,267	н.д.
ЛЕС	-0,727	0,575	-0,619	0,612	-0,470
СИН	0,734	-0,612	0,676	-0,655	0,518
ТФ	0,653	-0,559	0,653	-0,665	0,408
ФФ	-0,549	0,468	-0,487	0,532	-0,398
ЕВ	-0,61	0,482	-0,557	0,475	-0,341
QF	-0,718	0,515	-0,532	0,505	-0,422
VP	Н.д.	0,304	-0,199	0,212	Н.д.
АД1	0,588	-0,475	0,546	-0,484	0,358
АД2	0,526	-0,388	0,477	-0,429	0,300
АД3	0,467	-0,407	0,460	-0,376	0,261
АД4	0,467	-0,399	0,462	-0,370	0,250
L_n	-0,433	0,484	-0,413	0,520	-0,520

Примечание. * – н.д. – значение коэффициентов корреляции недостоверны ($p > 0,05$). R_k – расстояние до ближайших климаксовых (субклимаксовых) экосистем (км); K_c – коэффициент экологической стабильности геосистемы (в скользящем квадрате 1x1 км); ED – показатель фрагментации (плотность краев, м/га); S_1 – площадь лесного массива, в пределах которого размещен ключевой участок (га); ПВ – пирогенное воздействие (средняя высота нагара на модельных деревьях, м).

По системе разработанных критериев была выполнена оценка экологической ситуации в пределах модельных районов (табл. 3). Модельный район «ЧУК» характеризуется относительно

благоприятным состоянием: на большей части территории экологическая ситуация оценивается как нормальная и удовлетворительная. Территория модельного района «РУМ» характеризуется

менее благоприятным состоянием – свыше 50% площади имеют критическую и кризисную ситуацию. Кризисная ситуация на территории одного из участков модельного района «РУМ» обусловлена преобладанием здесь геосистем с низким средообразующим потенциалом (застройка,

нарушенные земли), значительной степенью пораженности современными геологическими процессами и дигрессиями растительности, высоким уровнем химического загрязнения (в зоне влияния полигона твердых отходов Гомельского химического завода).

Таблица 3

Оценка напряженности экологической ситуации

Показатель напряженности	РУМ	ЧУК
ПТ _{сп} , %	5,3	2,4
ПТ _{кз} , %	0,2	0
ПТ _{др} , %	3,5	2,3
СПСВ=0, %	10,2	11,7
К _с	0,463	0,539
Структура экологической ситуации района (% от площади)		
Нормальная (очень низкая напряженность)	43,0	40,3
Удовлетворительная (низкая напряженность)	4,6	48,1
Критическая (средняя напряженность)	41,7	11,6
Кризисная (сильная напряженность)	10,7	0

Заключение. Таким образом, в результате проведенных исследований дана оценка антропогенной трансформации и фрагментации геосистем модельных районов юго-востока Беларуси и выявлены ареалы распространения негативных природно-антропогенных процессов, в том числе деградации лесных экосистем. Установлено, что состояние конкретной лесной экосистемы зависит как от локальной нагрузки, так и от состояния окружающего ландшафта. Так, состояние древесного яруса (является системообразующим звеном лесного ландшафта) ухудшается при увеличении фрагментации ландшафта и величины пирогенного воздействия. На основе фитоиндикационных критериев выполнена оценка современной экологической ситуации территории. Рост напряженности экологической ситуации на отдельных участках обусловлен значительной площадью геосистем с низким средообразующим потенциалом (застройка, нарушенные земли), значительной степенью пораженности современными геологическими процессами и дигрессиями растительности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев, А.П. Фитоиндикационно-геоэкологический анализ динамики геосистем (на примере модельного района «РУМ») / А.П. Гусев // Известия БГПУ им. М. Танка. Серия 3, 2009. – № 4(62). – С. 55–58.
2. Гусев, А.П. Фитоиндикационно-геоэкологический анализ геосистем – новое направление геоэкологических исследований / А.П. Гусев // Юбилейная научно-практическая конференция, Гомель, 11 июня 2009 г.: [материалы]. в 4 ч. Ч. 4 / редкол.: О.М. Демиденко (отв. ред.) [и др.]. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – С. 244–246.
3. Гусев, А.П. Фитоиндикационно-геоэкологический анализ динамики геосистем (на примере юго-востока Беларуси) / А.П. Гусев // Экологическая безопасность региона: материалы международной научно-практической конференции (Россия, Брянск, 29–30 октября 2009 г.) / редкол.: В.Б. Любимов (отв. ред.) [и др.]. Брянск: Изд-во «Курсив», 2009. – С. 114–116.
4. Марцинкевич, Г.И. Ландшафтоведение: учебник / Г.И. Марцинкевич. – Минск: БГУ, 2007. – 206 с.
5. Миркин, Б.М. Современная наука о растительности: учебник / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумов, А.И. Соломещ. – М.: Логос, 2002. – 264 с.
6. Braun-Blanquet, J. Pflanzensociologie / J. Braun-Blanquet. – Wien–New York: Springer-Verlag, 1964. – 865 s.
7. Пугачевский, А.В. Методические подходы к оценке и картографированию состояния и устойчивости к антропогенным нагрузкам насаждений городов / А.В. Пугачевский, Л.А. Кравчук, А.В. Судник, А.А. Моложавский // Природные ресурсы. – 2007. – № 3. – С. 33–44.
8. Steinhard, U. Hemeroby index for landscape monitoring and evaluation / U. Steinhard, F. Herzog, A. Lausch, E. Muller, S. Lehmann // Environmental Induces – System Analysis Approach. – Oxford: EOLSS Publ., 1999. – P. 237–254.

Поступила в редакцию 5.05.2010

Адрес для корреспонденции: 246019, г. Гомель, ул. Советская, д. 104, УО «ГГУ им. Ф. Скорины», геолого-географический факультет, e-mail: gusev@rgsu.by – Гусев А.П.

К познанию фауны типулоидных комаров (Diptera: Tipuloidea) верховых болот Республики Беларусь

Н.М. Парамонов*, Г.Г. Сушко**
*ЗИН РАН (СПб.)

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

Верховые болота Беларуси занимают приблизительно 3% ее территории или почти 600 тыс. га. Наибольшее распространение они получили на территории Белорусского Поозерья (области валдайского оледенения). Типулоидные комары (Diptera: Tipuloidea) крупная по числу видов группа длинноусых двукрылых. Ряд представителей этого надсемейства имеют важное хозяйственное значение как вредители сельскохозяйственных культур и грибов. Фауна типулоидных комаров (Diptera: Tipuloidea) Республики Беларусь изучена слабо. На исследованных верховых болотах отмечено 12 видов из двух семейств типулоидных комаров (Diptera: Tipuloidea), 9 видов отмечены для республики впервые.

Ключевые слова: верховые болота, типулоидные комары.

About perception of fauna of craneflies (Diptera: Tipuloidea) of raised bogs of the Republic of Belarus

N.M. Paramonov*, G.G. Sushko**

*Zoological Institute of Russian Academy of Sciences (St. Petersburg)

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

Summary. Raised bogs of Belarus occupy about 3% of its territory or almost 600 thousand hectares. These bogs mostly spread on the territory of Belorussian Lakeland (area of Valday glaciation). Tipuloidea is a big group of Nematocera Diptera in terms of species. Some representatives of this superfamily have economic significance, bringing sufficient harm to agricultural plants and mushrooms. Fauna of Diptera: Tipuloidea of the Republic of Belarus is studied insufficiently. 12 species from two families of Diptera: Tipuloidea were marked at studied raised bogs. 9 species were marked for the first time for Belarus.

Территорию Республики Беларусь более чем на 1/3 занимают болота и избыточно увлажненные земли. Верховые болота Беларуси занимают приблизительно 3% ее территории или почти 600 тыс. га. Наибольшее распространение они получили на территории Белорусского Поозерья (область валдайского оледенения), где занимают около 166 тыс. га, что составляет примерно 39% всей площади олиготрофных торфяников страны [1]. Верховые болота республики являются хранителями генофонда редких и исчезающих видов животных и растений, обладают богатыми природными ресурсами (ягодники и лекарственное сырье), снижают эмиссию парниковых газов, регулируют гидрологический режим. Изучение биоразнообразия таких территорий представляет собой серьезный научный интерес. Одной из важных групп живых организмов, встречающихся на верховых болотах, являются типулоидные комары.

Типулоидные комары (Diptera: Tipuloidea) – крупная по числу видов группа длинноусых двукрылых, имеющая всеветное (за исключение Антарктиды) распространение. В надсемейство Tipuloidea входит 4 семейства: Tipulidae, Limoniidae, Pediciidae и Cylandrotomidae. Ряд представителей этого надсемейства имеют важное хозяйственное значение как вредители сельскохозяйственных культур и грибов. Фауна типулоидных комаров Республики Беларусь изучена слабо, всего отмечено 87 видов из 4-х семейств [2].

В то же время видовой состав и экология Tipuloidea верховых болот Центральной и Восточной Европы изучены достаточно полно. Сведения о типулоидных комарах, обитающих на олиготрофных болотах Германии, Эстонии и Латвии, можно найти в ряде работ [3–6].

В связи с этим, целью данной работы было изучение биоразнообразия типулоидных комаров верховых болот региона.

Материал и методы. Сбор комаров проводился при помощи энтомологического сачка – кошением и направленным отловом на трех крупнейших в республике верховых болотах, являющихся охраняемыми территориями.

Приняты следующие сокращения названий болот: Ел – Ельня (Миорский и Шарковщинский р-ны Витебской области, государственный ландшафтный заказник), Бм – Болото Мох (Миорский р-н Витебской области, государственный гидрологический заказник), Об – Оболь II (Шумилинский р-н Витебской области, государственный ландшафтный заказник «Козьянский»).

Описание стационаров исследования:

1. Верховое болото Оболь II. Сбор материала проводился в открытых пушицево-кустарничково-сфагновых ассоциациях, расположенных по склону болота. Растительные сообщества включают следующие виды: *Eriophorum vaginatum*, *Calluna vulgaris*, *Ledum palustre*, *Chamaedaphne calyculata*, *Empetrum nigrum*, *Oxycoccus palustris*, *Sphagnum fuscum*.

2. Болото Мох. Сбор материала проводился в сосняках сфагновых, открытых пушицево-кустарничково-сфагновых ассоциациях и грядомочажинных комплексах.

В сосняках сфагновых растительные сообщества включают *Pinus silvestris*, *Ledum palustre*, *Calluna vulgaris* и *Sphagnum* spp. Открытые пушицево-кустарничково-сфагновые ассоциации представлены *Eriophorum vaginatum*, *Calluna vulgaris*, *Ledum palustre*, *Chamaedaphne calyculata*, *Empetrum nigrum*, *Oxycoccus palustris*, *Sphagnum fuscum*.

Растительные сообщества мочажин представлены следующими видами – *Rhynchospora alba*, *Andromeda polifolia*, *Sphagnum cuspidatum*.

3. Болото Ельня. Сбор материала проводился в открытых пушицево-кустарничково-сфагновых ассоциациях. Растительные сообщества представлены *Eriophorum vaginatum*, *Calluna vulgaris*, *Ledum palustre*, *Chamaedaphne calyculata*, *Empetrum nigrum*, *Oxycoccus palustris*, *Sphagnum fuscum*.

Определение энтомологического материала проведено первым автором, сбор материала и ботанические описания места сбора – вторым автором.

Н.М. Парамонов благодарит следующие фонды, при финансовой поддержке которых была выполнена данная работа: Российский фонд фундаментальных исследований (08-04-00186-а), грант президента РФ для поддержки ведущих научных школ (НШ-2329.2008.4). В ходе работы использована коллекция Зоологического

института РАН (УФЛ ЗИН рег. № 2-2.20), контракт с Роснаукой № 02.452.11.7031 (2006-РП-26.0.001.070).

Г.Г. Сушко благодарит Министерство образования Республики Беларусь, при финансовой поддержке которого выполнена данная работа. Грант «Структурно-функциональное состояние биоразнообразия насекомых верховых болот Белорусского Поозерья» № госрегистрации 20090918 от 26.05.09.

Результаты и их обсуждение.

Семейство Limoniidae

***Dicranomyia (Dicranomyia) distendens distendens* Lundstrom, 1912**

Материал. 1 ♂, 1 ♀, 08.VIII.2008, открытые пушицево-кустарничково-сфагновые ассоциации (Бм). Вид впервые указан для территории Республики Беларусь.

Распространение. Голарктическое, в границах Палеарктики, по-видимому, бореомонтанное, большая часть Европы, на Дальнем Востоке – Камчатка, Сахалин, Курильские о-ва, Монголия.

Биология. Довольно редкий вид, который летает по берегам заболоченных ручьев в лесах и влажных ольшаниках по берегам рек с конца апреля до второй половины сентября [7].

***Dicranomyia (Glochina) tristis* (Schummel, 1829)**

Материал. 1 ♂, дата не указана; 1 ♂, 07.X.2009, открытые пушицево-кустарничково-сфагновые ассоциации (Бм). Вид впервые указан для территории Республики Беларусь.

Распространение. Голарктическое, в Палеарктике – большая часть Европы, Сибирь, Дальний Восток, Сев. Корея, Япония (Хоккайдо). В Неарктике известен с Аляски, Юкона и Британской Колумбии.

Биология. Влаголюбивый вид, летающий во влажных лесах и на заболоченных, густо покрытых травянистой растительностью берегах водоемов. Лет со второй половины мая по начало октября, с максимумом в июле–августе.

***Phylidorea (Phylidorea) squalens* (Zetterstedt, 1838)**

Материал. 1 ♂, 05.VI.2007, открытые пушицево-кустарничково-сфагновые ассоциации (Об); 12 ♂, 5 ♀, 05.VI.2008, открытые пушицево-кустарничково-сфагновые ассоциации (Бм); 24 ♂, 10 ♀, 22.VII.2008, открытые пушицево-кустарничково-сфагновые ассоциации (Ел); 9 ♂, 2 ♀, 08.VIII.2008, 1 ♂; 05.VIII.2009; 1 ♂, 19.IX.2009, открытые пушицево-кустарничково-сфагновые ассоциации (Бм). Вид впервые указан для территории Республики Беларусь.

Распространение. Трансбореальное, большая часть Европы, в Сибири – до оз. Байкал, а также в Монголии.

Биология. Лет с мая по сентябрь, максимум лета в июне. Биотопы – сфагновые и торфяные болота, влажные луга и смешанные, еловые и пихтовые леса около ручьев и потоков.

Phylidorea (Phylidorea) ferruginea (Meigen, 1818)

Материал. 8 ♂, 08.VIII.2008, сосняк сфагновый (Бм); 8 ♂, дата не указана, открытые пушицево-кустарничково-сфагновые ассоциации (Бм); 7 ♀, 08.VIII.2008, грядово-мочажинный комплекс (Бм). Вид впервые указан для территории Республики Беларусь.

Распространение. Широко распространенный вид, ареал которого охватывает большую часть Европы, северные районы Передней Азии, а также часть Средней и Центральной Азии.

Биология. Комары летают по краям болот и на влажных лугах, а также на заболоченных лесных полянах, около источников и по берегам потоков и ручьев. Период их лета охватывает почти все лето с конца мая – начала июня до середины октября, но, по-видимому, за исключением большей части июля [8].

Phylidorea (Phylidorea) abdominalis (Staeger, 1840)

Материал. 1 ♂, 1 ♀, 08.VIII.2008, сосняк сфагновый (Бм). Вид впервые указан для территории Республики Беларусь.

Распространение. Западнобореальное, ареал этого вида охватывает большую часть Северной и Средней Европы.

Биология. Лет комаров летом, с конца мая до второй половины августа включительно, максимум – в июне. Биотопы – заболоченные лесные поляны, а также влажные луга.

Euphylidorea phaeostigma (Schummel, 1829)

Материал. 3 ♂, дата не указана, открытые пушицево-кустарничково-сфагновые ассоциации (Бм). Вид впервые указан для территории Республики Беларусь.

Распространение. Большая часть Европы.

Биология. Вид является гелобионтом, встречающимся на заболоченных лесных полянах и на опушках, а также на влажных субальпийских лугах. Лет с конца июня до первой половины августа [8].

Limonia phragmitidis (Schrank, 1781)

Материал. 1 ♀, 05.VI.2008, открытые пушицево-кустарничково-сфагновые ассоциации (Бм).

Распространение. Западнопалеарктическое, почти вся Европа, Западная Сибирь в границах Алтая и северо-восточные районы Средней Азии

в границах Казахстана и Киргизии, на Ближнем Востоке в Израиле и Иордании.

Биология. Обычен, эвритопный вид, встречающийся в разнообразных не только влажных, но и более сухих биотопах, в частности на лесных полянах и опушках лесов, на лугах, пастбищах и в речных поймах, везде, где есть более или менее густой покров травянистой растительности. Лет комаров продолжается с конца мая, а в годы с ранней весной – уже с начала его первой декады до сентября включительно с максимумом в июне и июле [7].

Idioptera pulchella (Meigen, 1830)

Материал. 3 ♂, 05.VI.2007, открытые пушицево-кустарничково-сфагновые ассоциации (Об); 14 ♂, 1 ♀, 08.VIII.2008; 2 ♀, 05.VIII.2009, грядово-мочажинный комплекс (Бм). Вид впервые указан для территории Республики Беларусь.

Обсуждение. Обнаруженная популяция *I. pulchella* представлена короткокрылой формой. Самка с суженными и укороченными крыльями, которые лишь чуть или вовсе не выступают за середину длины брюшка. Крылья у самцов развиты нормально.

Распространение. Бореальное, европейско-сибирское. Вся Европа, в Сибири – на северо-восток до Якутска и на юго-восток до Бурятии включительно.

Биология. Лет с мая по сентябрь. Встречается на сфагновых болотах. Личинки в сфагнуме или под ним в мокрой заболоченной почве.

Idioptera linnei Oosterbroek, 1992

Материал. 3 ♂, 1 ♀, 08.VIII.2008, грядово-мочажинный комплекс (Бм). Вид впервые указан для территории Республики Беларусь.

Распространение. Бореальное, европейско-сибирское. В целом как у *I. Pulchella*.

Биология. Лет с мая по сентябрь. Встречается на заболоченных лесных полянах и по берегам, поросшим вахтой (*Menyanthes*) и другими водными растениями заболоченных водоемов.

Сем. Tipulidae

Tipula (Savtshenkia) subnodicornis Zetterstedt, 1838

Материал. 7 ♂, 1 ♀, 08.VIII.2008; 1 ♂, 19.IX.2009, открытые пушицево-кустарничково-сфагновые ассоциации (Бм). Вид впервые указан для территории Республики Беларусь.

Распространение. Альпобореальный вид, широко распространенный по всей Европе, а также в Сибири; на севере достигает 69°–70° с.ш. [9].

Биология. Довольно обычный вид, летающий с конца апреля до второй половины мая, и с ав-

густа по сентябрь. Встречается на торфяниках, а также в заболоченных лесах [9].

***Tipula (Vestiplex) scripta scripta* Meigen, 1830**

Материал. 1 ♂, 19.IX.2009, открытые пушицево-кустарничково-сфагновые ассоциации (БМ).

Распространение. Большая часть Европы, на север до 69°–70° с.ш., Южная Сибирь на восток примерно до 92° в.д.

Биология. Типичный, местами массовый обитатель сосновых лесов с примесью лиственных древесных пород; в затемненных чисто лиственных насаждениях редок. Начало лета с конца мая – начала июня по конец сентября, максимум лета во второй половине июня и в июле [10].

***Tipula (Tipula) paludosa* Meigen, 1830**

Материал. 1 ♂, 19.IX.2009, открытые пушицево-кустарничково-сфагновые ассоциации (БМ).

Распространение. Вся Европа, завезен в Северную Америку.

Биология. В северной половине европейской территории лет начинается обычно в середине – конце июля, а в середине августа достигает максимума и во второй декаде сентября заканчивается.

Заключение. Таким образом, на исследованных верховых болотах Республики Беларусь отмечено 12 видов из двух семейств типулоидных

комаров (Diptera: Tipuloidea), 9 видов отмечены для республики впервые.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кухарчик, Т.И. Верховые болота Беларуси / Т.И. Кухарчик. – Минск: Навука і тэхніка, 1996. – 135 с.
2. Oosterbroek, P. Catalogue of the Craneflies of the World (CCW) / P. Oosterbroek. Available from <http://ip30.eti.uva.nl/ccw/> (latest update: 20 February 2010).
3. Peus, F. Beiträge zur Kenntnis der Tierwelt nordwestdeutscher Hochmoore. Eine ökologische Studie. Insecten, Spinnentiere, Wirbeltiere // Z. Morphol. Ökol. Tiere. – 1928. – Bd. 12. – S. 533–683.
4. Rabeler, W. Die Fauna des Göldnitzer Hochmoores in Mecklenburg / W. Rabeler // Z. Morphol. Ökol. Tiere. – 1931. – № 21. – S. 173–315.
5. Spungis, V. Fauna and ecology of terrestrial invertebrates in raised bog in Latvia / V. Spungis. – Riga: Latv. Entomol. Bedriba, 2008. – 80 p.
6. Maavara, V. Endla rabade entomofauna / V. Maavara // Eestj NVS teaduste akadeemia juures asuva loodusuurijate seeltsi aastaraamat. – 1957. K 50. – P. 119–140.
7. Савченко, Е.Н. Комары-лимонииды: Подсемейство лимонииды / Е.Н. Савченко. – Фауна Украины. Длинноусые двукрылые, 1985. – Т. XIV, вып. 4. – 180 с.
8. Савченко, Е.Н. Комары-лимонииды: Подсемейство лимонииды / Е.Н. Савченко. – Фауна Украины. Длинноусые двукрылые, 1986. – Т. XIV, вып. 2. – 380 с.
9. Савченко, Е.Н. Комары-долгоножки (Сем. Tipulidae), Подсем. Tipulinae: род Tipula L. (часть 1). Фауна СССР, Насекомые двукрылые, том II, вып. 3, 1961. – 487 с.
10. Савченко Е.Н. Комары-долгоножки (Сем. Tipulidae), Подсем. Tipulinae: род Tipula L. (часть 2). Фауна СССР, Насекомые двукрылые, том II, вып. 4, 1964. – 503 с.

Поступила в редакцию 6.05.2010

Адрес для корреспонденции: г. Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 1, ЗИН РАН, e-mail: param@zin.ru – Парамонов Н.М.

Корреляционные взаимосвязи спектральных и статистических показателей variability сердечного ритма младших школьников и их прогностическое значение

С.В. Лоллини*, В.А. Лоллини**

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

**Учреждение образования «Витебский государственный медицинский университет»

Переход от сложившихся первичных условий воспитания в семье и дошкольном учреждении к качественно иной атмосфере школьного обучения сопряжен с форсированным вступлением в иной социум, резким нарастанием умственных, психоэмоциональных, физических нагрузок и ломкой традиционных динамических стереотипов поведения. В своей совокупности они предъявляют высокие требования к личности ребенка, его интеллектуальным потенциям и приспособительным возможностям, приводя зачастую (в 32%) к их срыву, то есть «школьной дезадаптации».

Отсюда возникает необходимость детального, углубленного изучения меры готовности 6–8-летних детей переступить школьный порог и включиться в образовательный процесс с оптимальной отдачей активности.

Проведенный кросскорреляционный анализ статистических и спектральных показателей ВСР показал тесную взаимосвязь дыхательных колебаний и ВСР, на разных сроках обучения корреляционные связи существенно меняются.

Выполненные нами исследования кросскорреляционных связей статистических и спектральных показателей ВСР значительно углубляют понимание физиологических процессов, происходящих у младших школьников при адаптации к школьному процессу. Выявленные корреляционные взаимосвязи, экстраполированные на физиологические процессы, позволяют говорить о волнообразности и фазовости процессов адаптации, что может иметь существенное значение при планировании интенсивности работы школьников первых лет обучения в школе.

Ключевые слова: variability сердечного ритма, школьная дезадаптация, электрокардиография.

Cross-correlation relationship between the statistical and spectral parameters of heart rate variability of small schoolchildren and their prognostic value

S.V. Lolliny*, V.A. Lolliny**

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

**Educational establishment «Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University»

Summary. The article deals with the cross-correlation relationship between the statistical and spectral parameters of heart rate variability in 205 children aged from 6 to 8 years. The data revealed a wavy and fused spur isolation processes of adaptation which is important by planning of the intensity of schoolchildren activity in the first years of schooling.

Переход от сложившихся первичных условий воспитания в семье и дошкольном учреждении к качественно иной атмосфере школьного обучения сопряжен с форсированным вступлением в иной социум, резким нарастанием умственных, психоэмоциональных, физических нагрузок и ломкой традиционных динамических стереотипов поведения. В своей совокупности они предъявляют высокие требования к личности ребенка, его интеллектуальным потенциям и приспособительным возможностям, приводя зачастую (в 32%) к их срыву, то есть «школьной дезадаптации».

Отсюда возникает необходимость детального, углубленного изучения меры готовности 6–8-летних детей переступить школьный порог и

включиться в образовательный процесс с оптимальной отдачей активности. Это тем более так, если учесть ограниченность сведений относительно того, как протекает в норме процесс адаптации в начальную фазу школьного обучения? Каковы первичные признаки его нарушения? Возможна ли коррекция последних средствами реорганизации методических подходов для полноценного обучения с учетом индивидуального физиологического статуса начинающих школьников?

Немаловажно и то, что школьные учреждения также не располагают достаточным арсеналом простых и надежных критериев, позволяющих судить об успешности вхождения первоклассников в образовательный процесс. Вместе с тем,

еще в 60–70 гг. прошлого века были представлены нетрудоемкие, высокоинформативные, неинвазивные методы донозологической диагностики, широко привлекаемые в настоящее время. Ключевым принципом их является анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) [2]. Так называют отклонение длительности R – R интервалов электрокардиограммы от среднего значения, определяемого за период от 2 минут до 24 часов. Оценка ВСР позволяет количественно охарактеризовать активность симпатического и парасимпатического отделов автономной нервной системы через их влияние на функцию синусового узла. Однако применимость данного подхода для оценки адаптивности к школьному обучению не выяснялась. В равной мере не предпринимались систематические попытки создания на его основе алгоритмов того же назначения. Вместе с тем, оценка и учет различных, разобщенных, параметров ВСР не дают целостной картины взаимодействия различных уровней регуляции сердечного ритма. Для этого, вероятно, целесообразно рассматривать все показатели ВСР в неразрывной взаимосвязи с этапами адаптации к школьному процессу.

Решение перечисленных вопросов, несущих бремя социальной актуальности, делает оправданными и своевременными усилия, направленные в данном аспекте, что и предопределило необходимость выполнения настоящего исследования.

Материал и методы. Исследовалась вариабельность сердечного ритма у 205 детей в возрасте от 6 до 8 лет. Из них 101 мальчик и 104 девочки.

Все дети в зависимости от формы обучения были разделены на группы, пребывавшие в подготовительных классах при детском саду (112 детей), подготовительном классе (19 детей) и первом классе при общеобразовательной школе (74 ребенка).

Исследования проводились в 5 этапов:

- первый – за 3–5 дней до начала занятий в школе.
- второй, третий, четвертый – соответственно спустя 30–35, 60–65 и 90–95 дней после включения в школьный режим.
- пятый – в конце учебного года (весной) по прошествии 270 дней занятий.

Для оценки и расчета показателей вариабельности сердечного ритма (ВСР) проводилась регистрация электрокардиограммы, объективно отражающей частоту сердечных сокращений. Простота проведения исследования, стабильность и объективность в сочетании с неинвазивностью делают метод электрокардиографии не-

заменимым для объективной оценки частоты сердечных сокращений.

Продолжительность регистрации электрокардиограммы составляла 5 минут. Регистрация ЭКГ проводилась стандартным электрокардиографом ЭКГ–01Т. Усиленный сигнал через АЦП поступал в ОЗУ персональной ЭВМ «Contura–410». Дыхательные колебания регистрировались при помощи тензодатчика, прикрепляемого на грудную клетку. После завершения процедуры регистрации ЭКГ и дыхательных колебаний у детей измеряли артериальное давление, определялись рост и вес.

Вариации интервалов R – R в состоянии покоя представляют собой точную настройку механизмов контроля сердцебиений. Аfferентная вагусная стимуляция приводит к рефлекторному возбуждению эfferентной вагусной активности и ингибированию эfferентной симпатической активности [1, 4, 8]. Эfferекты противоположно ориентированного рефлекса опосредуются стимуляцией эfferентной симпатической активности [6, 9–12]. Эfferентная вагусная активность также сдерживается влиянием эfferентной кардиальной симпатической активности [3]. Эfferентная симпатическая и вагусная импульсации, влияющие на синусовый узел, характеризуются разрядом, преимущественно синхронизированным с каждым сердечным циклом, который модулируется центральными (вазомоторным и дыхательными центрами) и периферическими (колебаниями артериального давления и дыхательными движениями) импульсами. Эти осцилляторы генерируют ритмичные изменения нейронных разрядов, проявляющихся в коротких и длительных альтерациях сердечной деятельности. Анализ этих колебаний позволяет судить о функции центральных механизмов регуляции сердечного ритма, симпатической и вагусной эfferентной активности, гуморальных факторов, состоянии синусового узла. А стало быть, оценить адаптационные возможности организма.

Полученные массивы ЭКГ данных обрабатывались по компьютерной программе, которая позволяет определять следующие математические и спектральные показатели:

- M_0 (сек.) – мода массива – наиболее часто встречаемое значение R – R интервала, характеризует степень гуморального влияния на синусовый узел;
- AM_0 (%) – амплитуда моды – процентное содержание M_0 в массиве данных, отражающее влияние симпатического отдела вегетативной нервной системы на синусовый узел;
- ΔX – вариационный размах массива R – R значений, показатель, характеризующий автономную регуляцию ритма сердца;

- σ – среднее квадратичное отклонение массива $R - R$ значений;
- ИИ – индекс напряжения интегральный маркер централизации адаптативных процессов;
- ВПР – вегетативный показатель ритма.

Индекс напряжения исчисляется по формуле:

$$ИИ = \frac{АМо (\%) }{2 \cdot Мо \cdot \Delta X (с)}$$

Вегетативный показатель ритма рассчитывается по формуле:

$$ВПР = \frac{1}{Мо \cdot \Delta X}$$

Спектральный анализ массивов проводился с помощью вычисления интеграла Фурье. Оценивались следующие величины спектральной мощности:

VLF (Very low frequency) – мощность «очень» низкочастотного диапазона – 0,01–0,04 Гц отражает церебральную симпатико-адреналовую активацию;

LF (low frequency) – мощность низкочастотного диапазона – 0,05–0,15 Гц отражает активность симпатического отдела ВНС;

HF (high frequency) – мощность высокочастотного диапазона – 0,15–0,50 Гц отражает активность парасимпатического отдела ВНС;

VHF (Very high frequency) – мощность очень высокочастотного диапазона – 0,4–0,15 Гц отражает активность парасимпатического отдела ВНС.

Выделение четырех частотных диапазонов обусловлено различием их формирования: диапазон очень низкочастотного спектра отражает состояние надфункциональных структур; диапазон низкочастотного спектра – симпатической и диапазон высокочастотного спектра – парасимпатической систем на сегментарном уровне [5].

Результаты и их обсуждение. Проведенный кросскорреляционный анализ статистических и спектральных показателей ВСП показал тесную взаимосвязь дыхательных колебаний и ВСП, на разных сроках обучения корреляционные связи существенно меняются.

С целью изучения взаимосвязи между статистическими и спектральными показателями нами проведен кросскорреляционный анализ.

Существенным являлась гипотеза о тесной взаимосвязи между частотой сердечных сокращений и дыхания при нормальном состоянии ребенка.

Выполненные исследования у детей первой группы показали, что на разных сроках обучения корреляционные связи существенно меняются.

При обработке данных, полученных до начала учебных занятий, отмечены достаточно прочные и многочисленные корреляционные связи между статистическими и спектральными показателями ВСП, что с физиологической точки зрения может указывать на существенную взаимосвязь между частотой дыхания и сердечной деятельности (табл. 1).

Таблица 1

Кросскорреляционные связи между показателями первой группы

Исследования	Показатели	Мо	АМо	ΔX	ИИ	VLF	LF	HF	VHF
Исходные данные	Мо	1,00	-0,55*	0,51*	-0,49*	-0,65*	0,71*	0,52*	0,52*
	АМо	-0,55*	1,00	-0,77*	0,93*	0,54*	-0,45*	-0,52*	-0,47*
	ΔX	0,51*	-0,77*	1,00	-0,73*	-0,72*	0,54*	0,69*	0,74*
	ИИ	-0,49*	0,93*	-0,73*	1,00	0,47*	-0,41*	-0,45*	-0,39*
	VLF	-0,65*	0,54*	-0,72*	0,47*	1,00	-0,91*	-0,96*	-0,78*
	LF	0,71*	-0,45*	0,54*	-0,41*	-0,91*	1,00	0,82*	0,54*
	HF	0,52*	-0,52*	0,69*	-0,45*	-0,96*	0,82*	1,00	0,67*
	VHF	0,52*	-0,47*	0,74*	-0,39*	-0,78*	0,54*	0,67*	1,00
30 дней	Мо	1,00	-0,55*	0,49*	-0,68*	-0,50*	0,28	0,54*	0,32
	АМо	-0,55*	1,00	-0,58*	0,88*	0,68*	-0,54*	-0,67*	-0,31
	ΔX	0,49*	-0,58	1,00	-0,80*	-0,77	0,34*	0,75*	0,78*
	ИИ	-0,68*	0,88*	-0,80*	1,00	0,80*	-0,53*	-0,76*	-0,55*
	VLF	-0,50*	0,68*	-0,77*	0,80*	1,00	-0,76*	-0,90*	-0,63*
	LF	0,28	-0,54*	0,34	-0,53*	-0,76*	1,00	0,50*	0,11
	HF	0,54*	-0,67*	0,75*	-0,76*	-0,90*	0,50*	1,00	0,57*
	VHF	0,32	-0,31	0,78*	-0,55*	-0,63*	0,11	0,57*	1,00

Исследо- вания	Показа- тели	Mo	AMo	ΔX	ИИ	VLF	LF	HF	VHF
60 дней	Mo	1,00	-0,50*	0,41*	-0,64*	-0,54*	0,62*	0,55*	0,04
	AMo	-0,50*	1,00	-0,67*	0,85*	0,71*	-0,53*	-0,61*	-0,45*
	ΔX	0,41*	-0,67*	1,00	-0,71*	-0,88*	0,29	0,85*	0,77*
	ИИ	-0,64*	0,85*	-0,71*	1,00	0,68*	-0,53*	-0,60*	-0,40*
	VLF	-0,54*	0,71*	-0,88*	0,68*	1,00	-0,60*	-0,94*	-0,66
	LF	0,62*	-0,53*	0,29	-0,53*	-0,60*	1,00	0,51*	-0,10
	HF	0,55*	-0,61*	0,85*	-0,60*	-0,94*	0,51*	1,00	0,52*
	VHF	0,04	-0,45*	0,77*	-0,40*	-0,66*	-0,10	0,52*	1,00
90 дней	Mo	1,00	-0,66*	0,59*	-0,63*	-0,66*	0,65*	0,45*	0,63*
	AMo	-0,66*	1,00	-0,84*	0,94*	0,69*	-0,47*	-0,62*	-0,65*
	ΔX	0,59*	-0,84*	1,00	-0,78*	-0,83*	0,54*	0,74*	0,85*
	ИИ	-0,63*	0,94*	-0,78*	1,00	0,60*	-0,38*	-0,57*	-0,55*
	VLF	-0,66*	0,69*	-0,83*	0,60*	1,00	-0,83*	-0,90*	-0,78*
	LF	0,65*	-0,47*	0,54*	-0,38*	-0,83*	1,00	0,60*	0,53*
	HF	0,45*	-0,62*	0,74*	-0,57*	-0,90*	0,60*	1,00	0,58*
	VHF	0,63*	-0,65*	0,85*	-0,55*	-0,78*	0,53*	0,58*	1,00
270 дней	Mo	1,00	-0,26*	0,38*	-0,41*	0,51*	0,48*	0,24*	0,33*
	AMo	-0,26*	1,00	0,64*	0,92*	0,52*	-0,40*	-0,32*	-0,43*
	ΔX	0,38*	-0,64*	1,00	-0,74*	-0,83*	0,46*	0,47*	0,89*
	ИИ	-0,41*	0,92*	-0,74*	1,00	0,60*	-0,44*	-0,30*	-0,50*
	VLF	-0,51*	0,52*	-0,83*	0,60*	1,00	-0,81*	-0,58*	-0,78*
	LF	0,48*	-0,40*	0,46*	-0,44*	-0,81*	1,00	0,38*	0,35*
	HF	0,24*	-0,32*	0,47*	-0,30*	-0,58*	0,38*	1,00	0,48*
	VHF	0,33*	-0,43*	0,89*	-0,50*	-0,78*	0,35*	0,48*	1,00

* – достоверность (P<0,05).

Через 30 дней от начала учебного процесса количество связей значительно уменьшалось. На 60 день обучения количество значимых корреляций сравнивалось с их уровнем до обучения, но при этом существенно увеличивались корреляционные связи VLF практически со всеми статистическими и спектральными показателями. К 90 дню обучения количество корреляционных связей снова уменьшилось. Окончание учебного года ознаменовано существенным их обеднением. Связь ΔX и HF отсутствует, сохраненная с VHF достаточно низка (R = 0,52), что указывает на значительное напряжение адаптации детей этой группы.

Итак, кросскорреляционный анализ детей данной группы подтвердил динамику изменений показателей ВСР на различных сроках школьного процесса.

Некоторое снижение плотности корреляционных связей на 30 день объяснима. В то же время исчезновение корреляции между ΔX и HF к концу учебного года говорит о существенном напряжении регуляторных механизмов и даже об их срыве у ряда детей. Проведенный анализ подтверждает динамику изменений основных статистических и спектральных показателей на различных сроках учебного процесса. Прослежива-

ется фазовость изменения основных показателей с периодичностью приблизительно 60 дней. Логично предположить, что процессы адаптации у детей протекают фазово, затухая.

У школьников второй группы, при анализе данных, полученных до начала учебных занятий, отмечены немногочисленные корреляционные связи между статистическими и спектральными показателями ВСР (табл. 2).

Через 30 дней от начала учебного процесса количество связей значительно увеличилось. Так, отмечена высокая корреляционная связь Mo с ΔX, LF, HF, VHF, что указывает на тесную взаимосвязь между частотой дыхания и сердечной деятельностью. На 60 сутки обучения количество корреляционных связей достигало уровня связей, – к 30 дню обучения, но при этом существенно увеличивались корреляционные связи VLF практически со всеми статистическими и спектральными показателями. К 90 дню обучения количество корреляционных связей снова уменьшилось. Окончание учебного года ознаменовано стабильным состоянием корреляционных связей. Связь ΔX с LF, HF, VHF сохраняется, что указывает на адаптированность физиологических процессов.

Итак, кросскорреляционный анализ детей данной группы подтвердил динамику изменений показателей ВСР на различных сроках школьного процесса.

Таблица 2

Кросскорреляционные связи между показателями второй группы

Ис-следо-вания	Показатели	Mo	AMo	ΔX	ИИ	VLF	LF	HF	VHF
Исходные данные	Mo	1,00	-0,55*	0,51*	-0,49*	-0,65*	0,71*	0,52*	0,52*
	AMo	-0,55*	1,00	-0,77*	0,93*	0,54*	-0,45*	-0,52*	-0,47*
	ΔX	0,51*	-0,77*	1,00	-0,73*	-0,72*	0,54*	0,69*	0,74*
	ИИ	-0,49*	0,93*	-0,73*	1,00	0,47*	-0,41*	-0,45*	-0,39*
	VLF	-0,65*	0,54*	-0,72*	0,47*	1,00	-0,91*	-0,96*	-0,78*
	LF	0,71*	-0,45*	0,54*	-0,41*	-0,91*	1,00	0,82*	0,54*
	HF	0,52*	-0,52*	0,69*	-0,45*	-0,96*	0,82*	1,00	0,67*
30 дней	Mo	1,00	-0,50	0,97*	-0,89*	-0,93*	0,87*	0,93*	0,97*
	AMo	-0,50	1,00	-0,62	0,82*	0,74	-0,74	-0,72	-0,67
	ΔX	0,97*	-0,62	1,00	-0,95*	-0,97*	0,90*	0,97*	0,97*
	ИИ	-0,89*	0,82*	-0,95*	1,00	0,96*	-0,89*	-0,98*	-0,94*
	VLF	-0,93*	0,74	-0,97*	0,96*	1,00	-0,97*	-0,98*	-0,97*
	LF	0,87*	-0,74*	0,90*	-0,89*	-0,97*	1,00	0,90*	0,93*
	HF	0,93*	-0,72	0,97*	-0,98*	-0,98*	0,90*	1,00	0,94*
60 дней	Mo	1,00	-0,47	0,22	-0,50	-0,15	-0,12	0,33	0,25
	AMo	-0,47	1,00	-0,87*	0,99*	0,85*	-0,71	-0,94*	-0,65
	ΔX	0,22	-0,87*	1,00	-0,86*	-0,98*	0,82*	0,98*	0,91*
	ИИ	-0,50	0,99*	-0,86*	1,00	0,81*	-0,62	-0,92*	-0,68
	VLF	-0,15	0,85*	-0,98*	0,81*	1,00	-0,90*	-0,97*	-0,86*
	LF	-0,12	-0,71	0,82*	-0,62	-0,90*	1,00	0,82*	0,60
	HF	0,33	-0,94*	0,98*	-0,92	-0,97*	0,82*	1,00	0,85*
90 дней	Mo	1,00	-0,84	0,89*	-0,83	-0,93*	0,84	0,86	0,81
	AMo	-0,84	1,00	-0,93*	0,95*	0,98*	-0,86	-0,96*	-0,48
	ΔX	0,89*	-0,93*	1,00	-0,91*	-0,96*	0,80	0,95*	0,70
	ИИ	-0,83	0,95*	-0,91*	1,00	0,95*	-0,95*	-0,86	-0,61
	VLF	-0,93*	0,98*	-0,96*	0,95*	1,00	-0,89*	-0,96*	-0,65
	LF	0,84	-0,86	0,80	-0,95*	-0,89*	1,00	0,74	0,67
	HF	0,86	-0,96*	0,95*	-0,86	-0,96*	0,74	1,00	0,50
270 дней	Mo	1,00	-0,56	0,62	-0,53	-0,84*	0,85*	0,78	-0,03
	AMo	-0,56	1,00	-0,94*	0,99*	0,74	-0,68	-0,68	-0,43
	ΔX	0,62	-0,94*	1,00	-0,94*	-0,81	0,81	0,66	0,62
	ИИ	-0,53	0,99*	-0,94*	1,00	0,70	-0,66	-0,62	-0,50
	VLF	-0,84*	0,74	-0,81	0,70	1,00	-0,98*	-0,94*	-0,20
	LF	0,85*	-0,68	0,81	-0,66	-0,98*	1,00	0,86*	0,30
	HF	0,78	-0,68	0,66	-0,62	-0,94*	0,86*	1,00	-0,10
VHF	-0,03	-0,43	0,62	-0,50	-0,20	0,30	-0,10	1,00	

* – достоверность ($P < 0,05$).

У детей третьей группы на разных сроках обучения интенсивность корреляционных связей между статистическими и спектральными показателями ВСР менялись (табл. 3). До начала

учебных занятий они были немногочисленны. К 30 дням учебного процесса увеличилось количество связей между LF, VLF и статистическими параметрами ВСР.

Кросскорреляционные связи между показателями третьей группы

Иссле- дова- ния	Пока- затели	Mo	AMo	ΔX	ИИ	VLF	LF	HF	VHF
Исходные данные	Mo	1,00	-0,63*	0,43	-0,63*	-0,63*	0,64*	0,68*	0,12
	AMo	-0,63*	1,00	-0,89*	0,96*	0,87*	-0,79*	-0,83*	-0,55*
	ΔX	0,43	-0,89*	1,00	-0,88*	-0,89*	0,76*	0,81*	0,73*
	ИИ	-0,63*	0,96*	-0,88*	1,00	0,85*	-0,74*	-0,80*	-0,63*
	VLF	-0,63*	0,87*	-0,89*	0,85*	1,00	-0,87*	-0,97*	-0,66*
	LF	0,64*	-0,79*	0,76*	-0,74*	-0,87*	1,00	0,77*	0,31
	HF	0,68*	-0,83*	0,81*	-0,80*	-0,97*	0,77*	1,00	0,63*
	VHF	0,12	-0,55*	0,73*	-0,63*	-0,66*	0,31	0,63*	1,00
30 дней	Mo	1,00	-0,50*	0,42	-0,59*	-0,36	0,57*	0,29	0,19
	AMo	-0,50*	1,00	-0,62*	0,90*	0,46*	-0,53*	-0,41	-0,33
	ΔX	0,42	-0,62*	1,00	-0,69*	-0,95*	0,77*	0,90*	0,87*
	ИИ	-0,59*	0,90*	-0,69*	1,00	0,52*	-0,61*	-0,44*	-0,40
	VLF	-0,36	0,46*	-0,95*	0,52*	1,00	-0,82*	-0,95*	0,91*
	LF	0,57*	-0,53*	0,77*	-0,61*	-0,82*	1,00	0,66*	0,65*
	HF	0,29	-0,41	0,90*	-0,44*	-0,95*	0,66*	1,00	0,81*
	VHF	0,19	-0,33	0,87*	-0,40	-0,91*	0,65*	0,81*	1,00
60 дней	Mo	1,00	-0,42	0,38	-0,54*	-0,36	0,48	0,32	0,10
	AMo	-0,42	1,00	-0,70*	0,84*	0,74*	-0,62*	-0,72*	-0,45*
	ΔX	0,38	-0,70	1,00	-0,83*	-0,93*	0,74*	0,78*	0,75*
	ИИ	-0,54*	0,84*	-0,83*	1,00	0,78*	-0,65*	-0,71*	-0,53*
	VLF	-0,36	0,74*	-0,93*	0,78*	1,00	-0,86*	-0,85*	-0,76*
	LF	0,48*	-0,62*	0,74*	-0,65*	-0,86*	1,00	0,64*	0,55*
	HF	0,32	-0,72*	0,78*	-0,71*	-0,85*	0,64*	1,00	0,36
	VHF	0,10	-0,45*	0,75*	-0,53*	-0,76*	0,55*	0,36	1,00
90 дней	Mo	1,00	-0,37	0,34	-0,56*	-0,28	0,51*	0,28	0,11
	AMo	-0,37	1,00	-0,79*	0,93*	0,66	-0,72*	-0,77*	-0,38
	ΔX	0,34	-0,79*	1,00	-0,79*	-0,96*	0,78*	0,93*	0,82*
	ИИ	-0,56*	0,93*	-0,79*	1,00	0,65*	-0,70*	-0,72*	-0,41
	VLF	-0,28	0,66*	-0,96*	0,65*	1,00	-0,81*	-0,95*	-0,89*
	LF	0,51*	-0,72*	0,78*	-0,70*	-0,81*	1,00	0,83*	0,51*
	HF	0,28	-0,77*	0,93*	-0,72*	-0,95*	0,83*	1,00	0,73*
	VHF	0,11	-0,38	0,82*	-0,41	-0,89*	0,51*	0,73*	1,00
270 дней	Mo	1,00	-0,57*	0,31	-0,55*	-0,43*	0,65*	0,24	0,21
	AMo	-0,57*	1,00	-0,69*	0,95*	0,57*	-0,53*	-0,43*	-0,48*
	ΔX	0,31	-0,69*	1,00	-0,76*	-0,91*	0,48*	0,89*	0,83*
	ИИ	-0,55*	0,95*	-0,76*	1,00	0,62*	-0,55*	-0,49*	-0,52*
	VLF	-0,43*	0,57*	-0,91*	0,62*	1,00	-0,65*	-0,95*	-0,83*
	LF	0,65*	-0,53*	0,48*	-0,55*	-0,65*	1,00	0,36	0,24
	HF	0,24	-0,43*	0,89*	-0,49*	-0,95*	0,38	1,00	0,86*
	VHF	0,21	-0,48*	0,83*	-0,52*	-0,83*	0,24	0,86*	1,00

* – достоверность (P < 0,05%).

На 60 день обучения количество корреляционных связей оставалось на уровне предыдущего исследования.

Окончание учебного года ознаменовано стабильным состоянием корреляционных связей. Связь ΔX с LF, HF, VHF сохраняется, что указывает на адаптированность физиологических процессов. Итак, кросскорреляционный анализ детей данной группы подтвердил динамику изменений показателей ВСР на различных сроках школьного процесса. Некоторое снижение плотности

корреляционных связей на 90 день вполне объяснимо усталостью детей к концу первого полугодия. К концу учебного года количество кросскорреляционных связей уменьшается.

При анализе динамики показателей ВСР в этой группе детей, как и в предыдущих, обращала на себя внимание волнообразность изменения показателей.

Заключение. Необходимо отметить, что в стандартах оценки ВСР указано, что мощность VLF, вычисленная в коротких записях, имеет сомнительную физиологическую сущность, по-

этому интерпретировать ее параметры не рекомендуется [3]. Нами обнаружены четкие корреляционные связи этого показателя с другими параметрами ВСР. Это дало нам основание разделить мнение о том, что VLF связана с психоэмоциональным напряжением и отражает сложные влияния со стороны надсегментарного уровня регуляции на сердечный ритм [1]. Его значения являются маркером степени интенсивности связи автономных уровней регуляции кровообращения с надсегментарными, в том числе с гипоталамическим и корковым уровнями.

Таким образом, проведенные нами исследования кросскорреляционных связей статистических и спектральных показателей ВСР значительно углубляют понимание физиологических процессов, происходящих у младших школьников при адаптации к школьному процессу. Исследованные корреляционные взаимосвязи, экстраполированные на физиологические процессы, позволили выявить волнообразность и фазовость процессов адаптации, что может иметь существенное значение при планировании интенсивности работы школьников первых лет к обучению в школе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баевский, Р.М. Анализ variability сердечного ритма с помощью комплекса «Варикард» и проблема распознавания функциональных состояний. Хронобиологические аспекты артериальной гипертензии в практике врачебной экспертизы / Р.М. Баевский, Ю.Н. Семенов, А.Г. Черникова. – М.: Медицина, 2003. – С. 167–178.
2. Баевский, Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии / Р.М. Баевский. – М.: Медицина, 1985. – 528 с.
3. Variability of heart rate. Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. – СПб.: Издательство АОЗТ «Инкарт», 2001.
4. Захарова, Н.Ю. Физиологические особенности variability ритма сердца в разных возрастных группах / Н.Ю. Захарова, В.П. Михайлов // Вестник аритмологии. – 2003. – № 31. – С. 37–41.
5. Колен, А. Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины / А. Колен, П. Флетчер, С. Флетчер. – М.: Медиа Сфера, 1998. – С. 32–60.
6. Судаков, К.В. Индивидуальная устойчивость к эмоциональному стрессу / К.В. Судаков. – М.: Наука, 1998. – 260 с.
7. Толстов, Г.П. Ряды Фурье / Г.П. Толстов. – М.: Наука, 1980. – 384 с.
8. Хаспекова, Н.Б. Колебательные и переходные процессы ритма сердца в анализе патогенеза и терапии вегетативной дисфункции при неврозах / Н.Б. Хаспекова // В кн.: Нарушения высшей нервной деятельности, их патогенез и нейропептидная коррекция. – М.: Наука, 1992. – С. 66–86.
9. Finley, J.P. Heart rate variability in infants, children and young adults / J.P. Finley, S.T. Neugent // J. Auton. Nerv. Syst. – 1995. – Vol. 51. – P. 103–108.
10. Koizumi, K. Neural control of the heart: significance of double innervation reexamined / K. Koizumi, N. Terui, M. Kollai // J. Auton. Nerv. Syst. – 1983. – Vol. 7. – P. 279–294.
11. Koizumi, K. Relationships between vagal and sympathetic activities in rhythmic fluctuations / K. Koizumi, N. Terui, M. Kollai // Mechanisms of blood pressure waves. – Jap. Sci. Soc. Press. – 1984. – P. 43–56.
12. McCabe, P.M. Changes in heart period, heartperiod variability, and a spectral analysis estimate of respiratory sinus arrhythmia in response to pharmacological manipulations of the baroreceptor reflex in cats / P.M. McCabe, B.G. Yongue, P.K. Ackles // Psychophysiology. – 1985. – Vol. 22. – P. 195–203.
13. Taylor, D.G. Sympathetic unit responses to stimulation of the cat medulla / D.G. Taylor, G.L. Gebber // Amer. J. Physiol. – 1973. – Vol. 225. – P. 1138–1146.

Поступила в редакцию 27.04.2010

Адрес для корреспонденции: г. Витебск, пр-т Фрунзе, д. 22, корп. 3, кв. 66, тел.: +37533 611-84-41 – Лоллини С.В.

Влияние однократной дозы гамма-облучения на митохондриальное окисление в семенниках крыс

М.А. Аль Меселмани

Учреждение образования «Гомельский государственный медицинский университет»

В работе показано, что на разных сроках после однократного внешнего низкодозового γ -облучения изменяется активность митохондриальной дыхательной цепи в ткани семенников на эндогенных и в присутствии экзогенных субстратов. Обнаружено разобщение процессов окислительного фосфорилирования в митохондриях семенников. Установлено, что вызванные γ -облучением изменения энергетического обмена приводят к развитию тестикулярного окислительного стресса, что является основной причиной нарушения гормональной функции семенников и снижения фертильности. Морфологические исследования подтвердили наличие компенсаторно-приспособительных процессов и реакций восстановления в семенниках, что проявлялось в исчезновении отека стромы, восстановлении структуры сперматогенного эпителия.

Ключевые слова: семенники, митохондрия, окисление, малые дозы γ -радиации, морфология, семенные каналцы, сперматогенный эпителий, белые крысы.

Influence single dose of gamma irradiation on the mitochondrial oxidation in testis of rats

M.A. Almeselmani

Gomel State Medical University

***Summary.** In the given works it is shown that external weak irradiation on different terms changes the activity of mitochondrial respiratory chain in tissues of the testis on endogenous and at presence of exogenous substrates with uncoupling of oxidative phosphorylation in mitochondria of the testis. Change of energy metabolism induced by external irradiation leads to increase the testicular oxidative stress as the primary cause of hormonal function abnormality of the testis and decreased fertility. Morphological studies shows compensatory-adaptive processes and recovery reactions signs of the organ stroma swelling disappear in rat testes with recovery of spermatogenic epithelium.*

***Key words:** testis, mitochondria, oxidation, low doses γ -radiation, morphology, seminal ducts, spermatogenic epithelium, albino rats.*

Развитие современных промышленных и научных технологий значительно повысило вероятность воздействия на организм человека низкоинтенсивного радиационного излучения, исходящего от различных источников проникающей радиации. Контингент людей, испытывающих на себе воздействие ионизирующего излучения в малых дозах, постоянно растет.

Литературные данные свидетельствуют об исключительно высокой чувствительности ткани семенников к любым видам радиационного облучения [2, 4, 5, 8]. Вместе с тем, сведения о влиянии внешнего облучения на митохондриальное окисление в сперматоцитах практически отсутствуют. Учитывая исключительно важную роль последнего для жизнедеятельности клеток и тканей [18], эти сведения могли бы служить основой для глубокого понимания особенностей патогенеза радиационного повреждения репродуктивной системы мужчин.

Ранее А.И. Грицук и соавт. [1] показали, что наиболее чувствительными к ионизирующему излучению структурами клеток являются митохондрии. Это обусловлено тем, что в митохон-

дриях протекают базовые процессы, обеспечивающие жизнедеятельность клетки. Также следует отметить значительное содержание ненасыщенных жирных кислот в составе мембранных фосфолипидов митохондрий, окисление которых неизбежно отражается на агрегатном состоянии мембран.

Как показывают клинические и лабораторные наблюдения, интенсивность протекания процессов внутриклеточного дыхания во многом определяет функциональный статус тканей и внутренних органов. Доказано, что митохондриальная дисфункция лежит в основе большинства болезней человека [18]. У пациентов с митохондриальными заболеваниями, т.е. с нарушениями активности митохондриальной дыхательной цепи, выявлено уменьшение подвижности спермы в сочетании со спадом сперматоцитов при патогенных мутантах Δ mtDNA [20].

Митохондрии общепризнанно являются главным местом образования активных форм кислорода (АФК) в клетках. При обычном уровне активности митохондрий 98% поступившего к ним кислорода используется для окисления субстра-

тов с образованием АТФ, а оставшиеся 2% – для синтеза АФК. Последние играют существенную роль в тонкой регуляции внутриклеточных биохимических реакций, в том числе протекающих и в семенниках [11]. АФК модифицируют функции сперматоцитов, способствуют повышению содержания антиоксидантов в семенной плазме. Получены данные, доказывающие важность роли митохондрий и, в частности, АФК в биосинтезе мужских половых гормонов [13]. Например, известно, что увеличение содержания АФК в сперматоцитах вызывает понижение уровня внутритестикулярного тестостерона [13]. Есть сведения об АФК-обусловленной индукции патологических изменений в мужской репродуктивной системе, а также возможности участия процессов, индуцируемых АФК, в развитии рака мочевого пузыря и простаты [11, 15].

Чрезмерное образование АФК может быть обусловлено как действием ионизирующего излучения, так и недостаточной активностью антиоксидантной защиты организма. Независимо от причины, вызвавшей ее, гиперпродукция АФК способствует формированию окислительного стресса с последующим закономерным повреждением сперматозоидов [16, 21].

В соответствии с представленными сведениями, с современных позиций функциональное состояние семенников принято оценивать, в первую очередь, по уровню активности митохондрий сперматоцитов, а степень повреждения митохондрий рассматривают в качестве индикатора выраженности дисфункции семенников.

Следует отметить, что помимо митохондриальных нарушений, реакция семенников на облучение может проявляться специфическими морфофункциональными изменениями, уменьшением показателей биоэнергетического метаболизма в них, снижением активности ферментов биоэнергетического обмена, гипопродукцией половых гормонов [2, 8].

Таким образом, анализ литературных данных дает представление о роли процессов митохондриального окисления в физиологических реакциях, обеспечивающих нормальный режим функционирования мужской репродуктивной системы. Влияние внешнего радиационного воздействия на организм в целом и ткань семенников в частности изучено достаточно хорошо. Тем не менее, каких-либо сведений о последствиях воздействия на семенники γ -облучения в малых дозах и особенностях протекания процессов митохондриального окисления в сперматоцитах после такого воздействия в литературных источниках обнаружено не было.

В связи с этим, целью исследования явилось изучение состояния митохондриального окисле-

ния в ткани семенников при воздействии на организм внешнего низкодозового γ -облучения.

Материал и методы. Опыты выполнены на 72 белых крысах-самцах весом 200–220 г. При выполнении опытов были соблюдены все требования нормативных актов, принятых в международной практике лабораторного эксперимента, – Хельсинкская декларация по гуманному обращению с животными (1975, пересмотр. в 1993 г.), директивы Совета Европейского Сообщества по защите животных, и используемых в экспериментальных и других научных целях (1986).

Всех животных однократно облучали с помощью установки «ИГУР-1» в дозах 0,5 Гр (мощность дозы 0,92 Гр/мин). Крыс делили на 6 групп: одна контрольная, т.е. без облучения (n=16), и пять опытных (облучавшиеся) групп – I, II, III, IV, V. Забой животных опытных групп проводили на 3-и сутки – I-я опытная группа (n=16), 10-е – II-я опытная группа (n=16), 40-е – III-я опытная группа (n=8), 60-е – IV-я опытная группа (n=8) и 90-е – V-я опытная группа (n=8).

Выделенные семенники охлаждали, промывали в физиологическом растворе хлорида натрия, освобождали от соединительной ткани и продавливали через плунжер с диаметром отверстий 0,5 мм. В полученных кусочках ткани исследовали параметры митохондриального окисления полярографическим методом с использованием электрода Кларка в ячейке термостата объемом 2 мл при температуре 25С° [3]. Все эксперименты выполняли в условиях строгого контроля температуры и времени. Содержание белка в образцах определяли биуретовым методом после их гомогенизации [7].

Для оценки состояния тканевого дыхания и окислительного фосфорилирования (далее ТД и ОФ) определяли скорость поглощения кислорода кусочками ткани семенников на эндогенных ($V_{\text{энд}}$) и экзогенных субстратах – 5мМ сукцината ($V_{\text{як}}$) и 5мМ глутамата ($V_{\text{глу}}$), а также в присутствии разобшителя ОФ – 2,4 динитрофенола ($V_{\text{днф}}$) 100 мкМ. Также проводился ингибиторный анализ. В качестве ингибиторов использовали ингибитор I-го комплекса дыхательной цепи – амитал натрия ($V_{\text{ам}}$) 1 мМ и ингибитор сукцинатдегидрогеназы – малонат натрия ($V_{\text{мал}}$) 1 мМ. Скорость потребления кислорода в препаратах ткани семенников измеряли в нмоль O_2 /мин/мг белка [1].

Наряду с этим рассчитывали величину стимулирующего влияния янтарной кислоты – $CD_{\text{як}} = V_{\text{як}}/V_{\text{энд}}$, глутамата – $CD_{\text{глу}} = V_{\text{глу}}/V_{\text{энд}}$ и 2,4-динитрофенола – $CD_{\text{днф}} = V_{\text{днф}}/V_{\text{глу}}$. Также рассчитывали показатели амиталрезистентного

дыхания – $APD = V_{ам}/V_{энд}$ и малонатрезистентного дыхания – $MPD = V_{мал}/V_{ам}$. Данные показатели характеризуют соответственно интенсивность окисления флавопротеидзависимых субстратов и вклад жирных кислот (ЖК) в энергетический обмен на уровне исследуемой ткани. Перечисленные показатели ТД и ОФ позволяют в достаточной мере охарактеризовать состояние энергетического обмена в ткани [1].

Для морфологических исследований семенники крыс фиксировали в 10% нейтральном формалине, заливали парафином и готовили гистологические срезы толщиной 6–7 мкм. Срезы окрашивали гематоксилин-эозином. В полученных срезах подсчитывали количество поперечно срезанных извитых семенных канальцев, определяли типы канальцев. Количественная оценка состояния сперматогенеза была проведена в 100 поперечно срезанных извитых канальцах семенников животных всех групп исследования.

По выраженности деструктивных процессов в сперматогенном эпителии извитые семенные ка-

нальцы делили на 5 типов. К I-му типу были отнесены извитые канальцы нормального строения с половыми клетками разной степени дифференцировки, располагающиеся концентрическими слоями в полном соответствии со стадиями развития. II-й, III-й и IV-й типы канальцев соответствовали различным стадиям патоморфологических изменений в семенниках по мере увеличения их деструкции. V-й тип канальцев характеризовал канальцы с незавершенным сперматогенезом, но без признаков дегенерации половых клеток [4].

Статистическую обработку полученных результатов осуществляли с помощью компьютерной программы Statistica for Windows 5.0.

Результаты и их обсуждение. Как было установлено, ткань семенников крыс отличалась высоким уровнем дыхательной активности митохондрий и повышенной чувствительностью к внешнему ионизирующему облучению (табл. 1).

Таблица 1

Показатели митохондриального дыхания в ткани семенников крыс после однократного внешнего облучения (0,5 Гр) на 3-и и 10-е сутки

Параметры	Сроки после облучения		
	Контроль	3 сутки	10 сутки
$V_{энд}$	3,19±0,02	2,55±0,09*	5,77±0,14*
$V_{як}$	5,32 ±0,31	3,82±0,22*	7,33±0,17*
$V_{глу}$	4,79 ±0,29	3,16±0,11*	8,32±0,07*
$V_{диф}$	6,31 ±0,16	4,31±0,15*	10,24±0,11*
$СД_{як}$	1,66± 0,10	1,50±0,06	1,27±0,01*
$СД_{глу}$	1,46±0,09	1,41±0,06	1,37±0,01
$СД_{диф}$	1,33±0,08	1,28±0,07	1,21±0,03

Примечание – здесь и далее достоверность различий по отношению к контрольной группе: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

На 3-и сутки после облучения наблюдали достоверное снижение скорости дыхания в ткани семенников на эндогенных субстратах до 2,55±0,09 нмоль O_2 /мин/мг против 3,19±0,02 нмоль O_2 /мин/мг в контроле. Сходную динамику изменений отмечали и при использовании экзогенных субстратов – сукцината и глутамата. В этих условиях наблюдали достоверное снижение скорости дыхания митохондрий при использовании сукцината до 3,82±0,22, глутамата – до 3,16±0,11 нмоль O_2 /мин/мг соответственно против 5,32 ±0,31 и 4,79 ±0,29 нмоль O_2 /мин/мг в контроле (рис. 1). Обнаруженное на 3-и сутки снижение дыхательной активности семенников могло быть обусловлено развитием деструктивных процессов, вызванных радиационным воздействием. Следствием этого могло явиться снижение эндогенного

пула субстратов, в частности, сукцината и глутамата, что было подтверждено уменьшением ко-

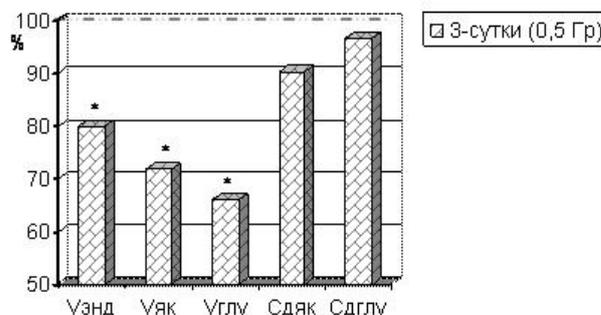


Рис. 1. Показатели митохондриального дыхания в ткани семенников на 3-и сутки после общего облучения (0,5 Гр).

эффициентов $СД_{як}$ и $СД_{глу}$ (табл. 1).

Наблюдавшаяся метаболическая картина подтвердила наличие разобщения ОФ в митохондриях сперматоцитов, что проявилось достоверным снижением коэффициента $СД_{лнф}$ с $1,33 \pm 0,08$ до $1,28 \pm 0,07$. Было высказано предположение, что в этом случае разобщителями процесса ОФ могли явиться образующиеся при липолизе триацилглицеридов и фосфолипидов свободные ЖК [14, 22]. Феномен разобщения ОФ, отмеченный в опытах на изолированных митохондриях различ-

ных тканей, принято считать характерным признаком раннего пострадиационного периода [1].

Результаты опытов с применением специфических ингибиторов – амитала натрия (АМ) и малоната натрия (МАЛ) – позволили выявить снижение скорости тканевого дыхания в семенниках при окислении данных субстратов. Так, отмечалось достоверное снижение $V_{ам}$ и $V_{мал}$ с $2,53 \pm 0,34$ и $2,15 \pm 0,31$ нмоль O_2 /мин/мг в контроле соответственно до $1,57 \pm 0,08$ и $0,83 \pm 0,05$ нмоль O_2 /мин/мг (табл. 2).

Таблица 2

Влияние ингибиторов на тканевое дыхание в семенниках крыс после однократного общего облучения (0,5 Гр) на 3-и и 10-е сутки

Параметры	Сроки после облучения		
	Контроль	3 сутки	10 сутки
$V_{энд}$	$3,34 \pm 0,43$	$2,39 \pm 0,17^*$	$5,89 \pm 0,42^*$
$V_{ам}$	$2,53 \pm 0,34$	$1,57 \pm 0,08^*$	$4,92 \pm 0,32^*$
$V_{мал}$	$2,15 \pm 0,31$	$0,83 \pm 0,05^*$	$3,71 \pm 0,25^*$
АРД	$0,77 \pm 0,02$	$0,72 \pm 0,02$	$0,84 \pm 0,02^*$
МРД	$0,85 \pm 0,02$	$0,52 \pm 0,01^*$	$0,75 \pm 0,01^*$

На 10-е сутки после облучения метаболическая ситуация в ткани семенников резко изменялась – ослабление тканевого дыхания и окислительного фосфорилирования сменялось активацией этих процессов. В частности, скорость дыхания препаратов семенников на эндогенных субстратах возрастала с $3,19 \pm 0,02$ нмоль O_2 /мин/мг в контроле до $5,77 \pm 0,14$. В присутствии экзогенных субстратов (сукцинат, глутамат) также отмечали увеличение дыхательной активности митохондрий с $5,32 \pm 0,31$ и $4,79 \pm 0,29$ нмоль O_2 /мин/мг в контроле соответственно до $7,33 \pm 0,17$ и $8,32 \pm 0,07$ нмоль O_2 /мин/мг (табл. 1, рис. 2).

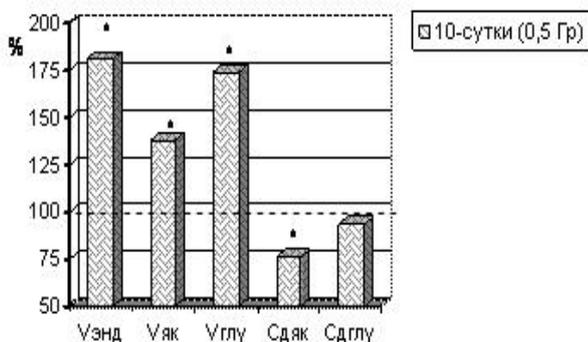


Рис. 2. Показатели митохондриального дыхания в ткани семенников крыс на 10-е сутки после общего облучения (0,5 Гр).

Также на этом этапе опыта отмечали увеличение скорости тканевого дыхания в присутствии разобщителя ОФ 2,4-динитрофенола с $6,31 \pm 0,16$ в контроле до $10,24 \pm 0,11$ нмоль O_2 /мин/мг (табл. 2).

На 40-е и 60-е сутки наблюдения тканевое дыхание в ткани семенников на эндогенных и экзогенных субстратах заметно усиливалось, особенно на 40-е сутки. Так, отмечалась активация эндогенного дыхания с $5,62 \pm 0,55$ нмоль O_2 /мин/мг в контроле до $9,82 \pm 1,34$ (40-е сутки) и $7,37 \pm 1,00$ (60-е сутки) нмоль O_2 /мин/мг (табл. 3).

Близкие по характеру изменения были обнаружены при использовании экзогенных субстратов (сукцинат, глутамат) – на 40-е сутки после облучения наблюдали увеличение скорости окисления сукцината ($V_{як}$) до $13,09 \pm 3,46$, а глутамата ($V_{глу}$) – до $11,02 \pm 1,11$ нмоль O_2 /мин/мг в сравнении с $9,94 \pm 1,15$ и $8,10 \pm 0,37$ нмоль O_2 /мин/мг в контроле. Отмечено, что $V_{як}$ 60-е сутки после облучения возросла до $10,08 \pm 0,83$ нмоль O_2 /мин/мг (рис. 3).

Как видно из табл. 3, на 90-е сутки после однократного облучения на эндогенных и экзогенных субстратах отмечалось нарастание скорости митохондриального дыхания. В частности, наблюдали достоверное увеличение эндогенного дыхания с $3,19 \pm 0,02$ нмоль O_2 /мин/мг в контроле до $6,06 \pm 0,47$.

Показатели митохондриального дыхания в ткани семенников крыс после однократного внешнего облучения (0,5 Гр) на 40-е, 60-е и 90-е сутки

Параметры	Сроки после облучения			
	Контроль	40 сутки	60 сутки	90 сутки
$V_{энд}$	5,62±0,55	9,82±1,34*	7,37±1,00	6,06 ±0,47*
$V_{як}$	9,94 ±1,15	13,09±3,46	10,08±0,83	7,94±0,67*
$V_{глу}$	8,10±0,37	11,02±1,11	8,91±0,64	7,96±0,87*
$V_{днф}$	9,22 ±0,20	12,04±1,27	9,55±1,16	9,75±1,11*
$СД_{як}$	2,11± 0,27	1,42±0,17	1,63±0,32	1,31±0,06*
$СД_{глу}$	1,42± 0,10	1,21±0,02*	1,28±0,05	1,26±0,02*
$СД_{днф}$	1,21±0,08	1,09±0,02	1,11±0,04	1,23±0,04

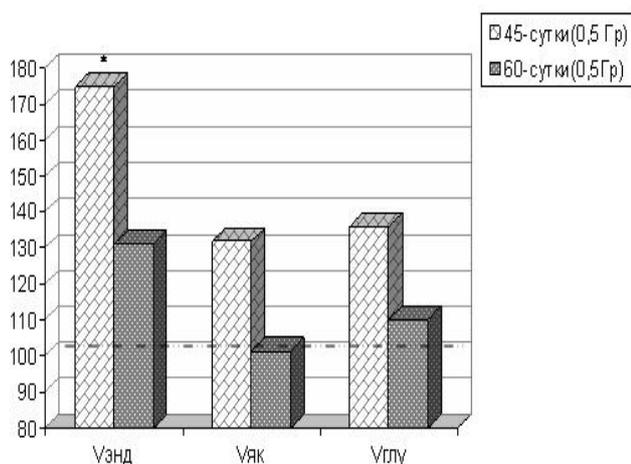


Рис. 3. Показатели митохондриального дыхания в ткани семенников крыс на 40-е и 60-е сутки после общего облучения (0,5 Гр).

Как видно из табл. 3, на 90-е сутки после однократного облучения на эндогенных и экзогенных субстратах отмечалось нарастание скорости митохондриального дыхания. В частности, наблюдали достоверное увеличение эндогенного дыхания с $3,19 \pm 0,02$ нмоль O_2 /мин/мг в контроле до $6,06 \pm 0,47$.

Сходные изменения скорости дыхания на 90-е сутки были обнаружены при использовании экзогенных субстратов – сукцината, глутамата. В частности, $V_{як}$, $V_{глу}$ достоверно возрастали с $5,32 \pm 0,31$ и $4,79 \pm 0,22$ нмоль O_2 /мин/мг в контроле соответственно до $7,94 \pm 0,67$ и $7,96 \pm 0,87$ нмоль O_2 /мин/мг. Кроме того, отмечено заметное увеличение скорости дыхания в присутствии 2,4-динитрофенола с $6,31 \pm 0,16$ нмоль O_2 /мин/мг в контроле до $9,75 \pm 1,11$ (табл. 3).

Показатели коэффициентов стимулирующего действия сукцината и глутамата демонстрировали достоверное снижение. $СД_{як}$ и $СД_{глу}$ уменьшались с $1,66 \pm 0,10$ и $1,46 \pm 0,09$ в контроле соответственно до $1,31 \pm 0,06$ и $1,26 \pm 0,02$. Это свидетель-

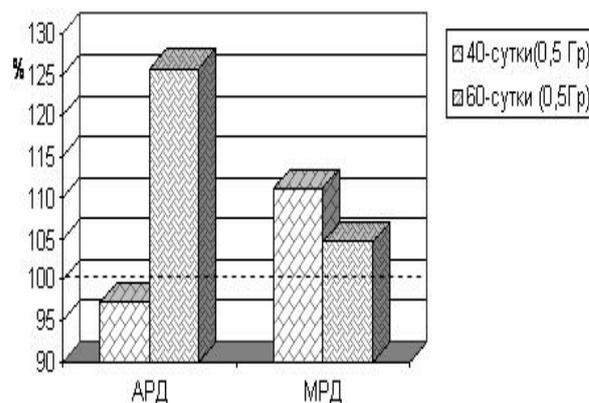


Рис. 4. Влияние ингибиторов на тканевое дыхание в семенниках крыс на 40-е и 60-е сутки после однократного внешнего облучения (0,5 Гр).

ствовало об увеличении содержания эндогенного сукцината в составе митохондрий и повышении активности сукцинатдегидрогеназы, что обеспечивает прирост внутримитохондриального пула сукцината и глутамата в облученных семенниках. По нашему мнению, снижение $СД_{днф}$ с $1,33 \pm 0,08$ в контроле до $1,23 \pm 0,04$ на этой стадии эксперимента подтверждает факт наличия разобщения процессов окислительного фосфорилирования в митохондриях семенников.

Результаты ингибиторного анализа (табл. 4), с одной стороны, выявляли достоверный рост активности тканевого дыхания в семенниках крыс в ответ на облучение, что свидетельствовало о стимулирующем влиянии малых доз радиации. С другой стороны, было отмечено усиление процессов β -окисления жирных кислот и FAD-зависимого дыхания, что подтверждалось достоверным увеличением коэффициента ARД с $0,72 \pm 0,04$ в контроле до $0,89 \pm 0,02$. На 40-е и 60-е сутки изменения метаболизма янтарной кислоты в препаратах семенников демонстрировали лишь тенденции формирующихся изменений протекания процессов OF в ми-

тохондриях, в сочетании с активацией процессов окисления ЖК, что проявлялось в увеличении показателей $V_{ам}$ и $V_{мал}$. Следует отметить, что снижение интенсивности МРД с $0,85 \pm 0,02$ в контроле до $0,63 \pm 0,04$ на 90-е сутки после облучения можно толковать в пользу увеличения чувствительности сукцинатдегидрогеназы к малонату.

Как мы полагаем, снижение показателя $СД_{днф}$ у животных контрольной группы с $1,21 \pm 0,08$ до $1,09 \pm 0,02$ и до $1,11 \pm 0,04$ у животных опытной группы соответственно на 40-е и 60-е сутки после облучения указывает на разобщение в системе сопряжения ОФ митохондрий (табл. 3).

Рост показателей АРД и МРД на 60-е сутки после облучения до $0,80 \pm 0,02$ и $0,69 \pm 0,06$ соответственно по сравнению с $0,72 \pm 0,04$ и $0,66 \pm 0,02$ в контроле свидетельствует также о формировании сдвигов в системе FAD-зависимого дыхания. Однако существенный рост коэффициента МРД на этом фоне характеризует особую значимость ЖК для энергетики семенников (рис. 4). Принимая во внимание важную роль ЖК в энергообеспечении активно функционирующих тканей семенников, отметим, что такое повышение зачатую может сопровождаться значительным спадом эффективности энергетического обмена.

Таблица 4

Влияние ингибиторов на тканевое дыхание в семенниках крыс после однократного внешнего облучения (0,5 Гр) на 40-е и 60-е сутки

Параметры	Сроки после облучения			
	Контроль	40-е сутки	60-е сутки	90-е сутки
$V_{энд}$	$5,77 \pm 0,24$	$10,17 \pm 0,65^*$	$7,39 \pm 0,39^{**}$	$6,20 \pm 0,23^*$
$V_{ам}$	$4,15 \pm 0,22$	$6,92 \pm 0,46^{**}$	$6,57 \pm 0,39^{**}$	$5,54 \pm 0,32^*$
$V_{мал}$	$2,74 \pm 0,15$	$5,67 \pm 0,22^{**}$	$5,04 \pm 0,49^{**}$	$3,49 \pm 0,36^*$
АРД	$0,72 \pm 0,04$	$0,70 \pm 0,07$	$0,80 \pm 0,02$	$0,89 \pm 0,02^*$
МРД	$0,66 \pm 0,02$	$0,83 \pm 0,06^*$	$0,69 \pm 0,06$	$0,63 \pm 0,04^*$

Как было установлено, нарушения митохондриального окисления в семенниках крыс после их облучения в дозе 0,5 Гр проявляются в характерных морфологических изменениях. В ходе

изучения срезов семенников было обнаружено достоверное снижение в них количества извитых канальцев. Также изменялось соотношение между канальцами I–IV типов (табл. 5).

Таблица 5

Процентное содержание семенных канальцев с различной степенью нарушения сперматогенеза в семенниках крыс через 3, 10 и 90 суток после однократного общего облучения (0,5 Гр)

№ гр.	Количество канальцев в поле зрения (%) ув. 10×10	Процентное содержание извитых канальцев I типа	Процентное содержание извитых канальцев II типа	Процентное содержание извитых канальцев III типа	Процентное содержание извитых канальцев IV типа	Процентное содержание извитых канальцев V типа
К	$40,50 \pm 0,55$	$77,00 \pm 2,87$	$20,50 \pm 0,98$	$1,90 \pm 0,36$	$0,60 \pm 1,10$	0
I	$28,30 \pm 0,75^*$	0	$2,75 \pm 0,10^*$	$95,75 \pm 1,55^*$	$1,50 \pm 0,05$	0
II	$28,70 \pm 0,28^*$	$2,00 \pm 0,56^*$	$6,75 \pm 0,87^*$	$86,25 \pm 2,25^*$	$5,00 \pm 0,48$	0
V	$40,10 \pm 0,57$	$25,50 \pm 0,85^*$	$49,25 \pm 2,58^*$	$14,25 \pm 1,67^*$	$9,00 \pm 0,17^*$	$2,00 \pm 0,09$

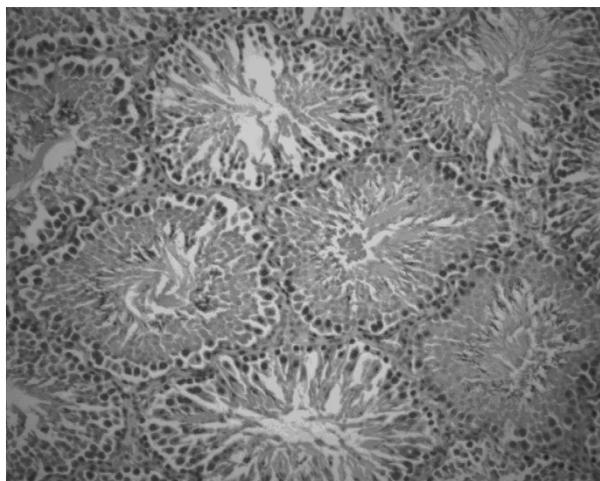
* – достоверно по отношению к контролю ($p \leq 0,05$);

К – контроль, I, II, V – опытные группы.

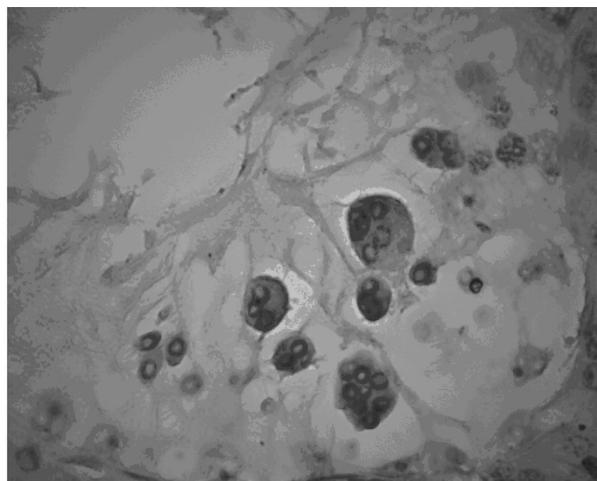
Исследования показали, что через 3 и 10 дней с момента однократного облучения крыс в дозе 0,5 Гр (I, II группы) в семенниках достоверно снижалось количество извитых канальцев (табл. 5). Через 90 суток после облучения (V группа) количество семенных канальцев восстанавливалось и практически не отличалось от контроля – $40,50 \pm 0,55$. Снижение количества семенных канальцев в I-й и II-й группах животных, по-видимому, было вызвано развитием отека межканальцевой стромы. Наблюдения показали, что при развитии отека стромы семенников происходит разъединение извитых канальцев, которые в срезах располагаются группами или же изолиро-

ванно. Сосуды в семенниках при этом выглядят расширенными и полнокровными.

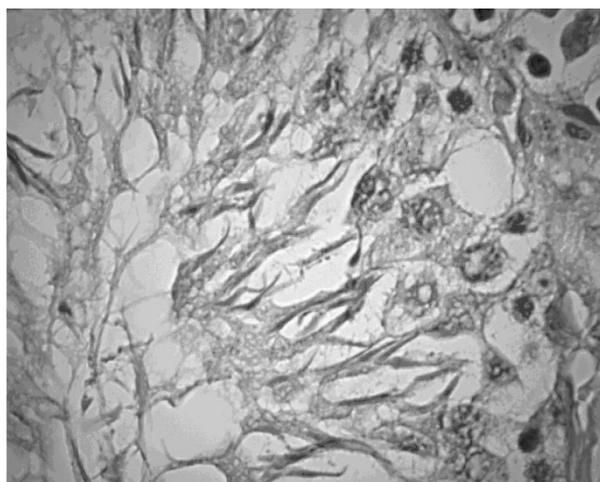
Заметные изменения состояния сперматогенного эпителия канальцев выявлялись уже на 3-и сутки после облучения. Как видно из табл. 5, в семенниках крыс I-й группы обнаруживаются извитые канальцы II, III и IV типов, но практически отсутствуют канальцы нормального строения, т.е. I тип. На 4-е сутки после облучения большинство канальцев семенников крыс имели серьезные повреждения сперматогенного эпителия (III тип) – 95,7% против 1,9% в контроле (рис. 5, 1).



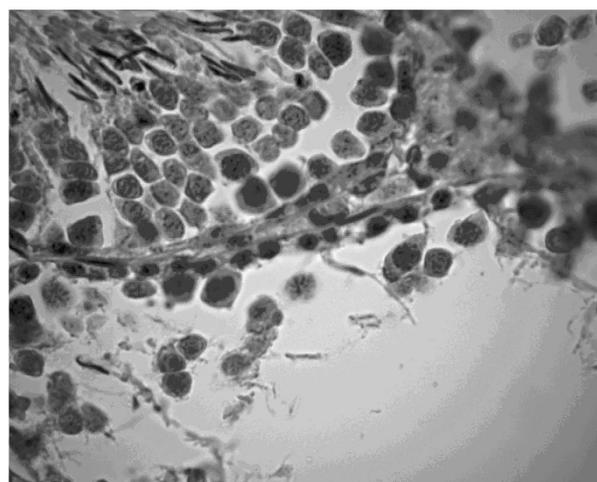
1. Срез ткани семенников животных контрольной группы (ув. 15×10)



2. «Семенные шары» в стенке семенного канальца III типа (ув. 15×40)



3. Сперматогенный эпителий с признаками дегенерации большого количества половых клеток – каналец III типа (ув. 15×40)



4. Стенка семенного канальца с незавершенным сперматогенезом без признаков дегенерации половых клеток – каналец V типа (ув. 15×40)

Рис. 5. Морфологические изменения в гистологических препаратах семенников крыс после однократного общего облучения (0,5 Гр).

Морфологически в канальцах III-го типа в основной массе сперматид и сперматоцитов присутствовали признаки дегенерации (рис. 5, 3). В этих клетках, как правило, обнаруживали множественную вакуолизацию цитоплазмы. В отдельных половых клетках наблюдали гиперхромность ядра, в большинстве – отмечали признаки лизиса. Между клетками сперматогенного эпителия границы утрачивали четкость. Многие клетки, утратив связь с поддерживающими клетками, сустентоцитами, выпадали в просвет канальцев, где вследствие лизиса теряли ядерный аппарат. Такие изменения могли быть обусловлены влиянием радиации на межклеточные контакты сперматогенного эпителия [10]. В эпителии канальцев на месте погибших сперматоцитов обнаруживались полости округлой формы. В ряде случаев наблюдали заполнение просветов извитых канальцев III типа клеточным детритом, состоящим из погибших сперматозоидов, сперматогоний и сперматоцитов. В некоторых канальцах наблюдали крупные структуры – «семенные шары», с множественными, часто пикнотичными ядрами или их фрагментами и интенсивно окрашенной цитоплазмой (рис. 5, 2). «Семенные шары», как известно, образуются за счет слияния сперматид в сперматогенном эпителии с последующим их отторжением в просвет канальцев [6].

Несмотря на высокую устойчивость эпителиальных клеток сперматогенного эпителия к радиации по сравнению с мужскими половыми клетками [17, 19], в некоторых канальцах III-го типа наблюдали изменения со стороны сустентоцитов. Большинство сустентоцитов теряли часть своей цитоплазмы, которая отторгалась в просвет канальцев вместе с дегенеративно изменившимися сперматоцитами, сперматидами и сперматозоидами. Часть клеток сперматогенного эпителия оставалась прикрытой цитоплазмой поддерживающих клеток, что важно для реализации их барьерной функции.

Ко II-му типу канальцев были отнесены канальцы с признаками легкого нарушения сперматогенеза в отдельных клетках. Деструктивные изменения в этих канальцах проявлялись, прежде всего, в изменении ядерного аппарата мужских половых клеток (кариорексис, кариопикноз, кариолизис).

Процентное содержание канальцев II-го типа у крыс контрольной группы составило 20,5%. На 4-е сутки после облучения животных их количество достоверно снижалось в сравнении с контролем и составило 2,7%.

Спустя 10 суток с момента облучения животных в срезах семенников крыс находили каналь-

цы 4-х типов – I, II, III и IV. Однако, как видно из табл. 3, канальцы с нормальным строением (I тип) и с признаками легкого нарушения сперматогенеза (II тип) встречались реже, чем в группе контроля. Так, у животных II-й группы канальцы I типа составляли лишь 2,0% против 77,0% в контрольной группе. Процент канальцев II типа у животных II-й группы составил 6,7%. Таким образом, процент канальцев с признаками легких нарушений сперматогенеза у животных II-й группы несколько превышал таковой для I-й группы, но оставался достоверно ниже контроля.

Следует отметить, что даже спустя 10 суток после облучения животных в срезах семенников преобладали канальцы III типа. У крыс данной группы их количество составило 86,2%. Однако, как видно из табл. 3, количество канальцев III типа все же несколько уменьшалось по сравнению с их содержанием у животных, забитых на 4-е сутки после облучения. Появление в срезах семенников животных II-й группы канальцев с нормальным строением (I тип), некоторое увеличение количества канальцев II типа, снижение количества канальцев III типа по сравнению с животными I-й группы свидетельствовали о возникновении тенденции к улучшению состояния сперматогенного эпителия семенников.

Спустя 90 суток с момента облучения (крысы V-й группы) морфологическая картина менялась более заметно. Несмотря на то, что в срезах семенников крыс обнаруживались канальцы всех типов (табл. 3), канальцы I и II типов составляли подавляющее большинство. Однако в отличие от контрольной группы, в семенниках животных V-й группы достоверно преобладали канальцы II типа (49,2%). Процентное содержание канальцев I типа у животных на этом этапе опыта возросло до 25,5%, но по-прежнему было достоверно ниже, чем в контроле. Процентное содержание канальцев III типа было достоверно выше, чем в контрольной группе, но значительно уступало их количеству у животных I-й и II-й групп. Для крыс V-й группы оно составило 14,2%. Следует отметить, что спустя 90 суток с момента облучения наблюдалось значительное увеличение числа канальцев IV типа. Оно составило 9,0% против 0,6% в контроле. К канальцам IV типа были отнесены опустошенные извитые семенные канальцы с диаметром в 2–3 раза меньше диаметра канальцев других типов. В некоторых канальцах IV типа пристеночно сохранялась часть сустентоцитов с небольшим количеством сперматогоний, однако поддерживающие клетки были лишены большей части своей

цитоплазмы и несколько уплощены. По сравнению с контролем достоверное увеличение в семенниках крыс V-й группы процентного содержания канальцев IV типа, на наш взгляд, свидетельствует об углублении дистрофических и деструктивных изменений в клетках сперматогенного эпителия в отдаленные сроки с момента облучения животных в дозе 0,5 Гр.

Известно, что появление канальцев V типа (канальцы с незавершенным сперматогенезом, но без признаков дегенерации половых клеток) является подтверждением начала восстановительных процессов в семенниках [9]. В наших опытах у животных I-й и II-й групп канальцы данного типа отсутствовали. Через 90 суток с момента облучения (V группа) канальцы V типа в семенниках составляли уже 2,0% (рис. 5, 4). На основании этого можно высказать предположение об активации в период с 10-х по 90-е сутки после облучения компенсаторно-приспособительных процессов и восстановительных реакций в семенниках. Тем не менее, все же следует отметить, что у животных V-й группы восстановление сперматогенного эпителия канальцев семенников не достигало контрольных показателей.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о высокой чувствительности ткани семенников к действию даже малых доз γ -облучения, что проявляется в дестабилизации процессов тканевого дыхания в митохондриях клеток сперматогенного эпителия. Последнее находит отражение в нарушении энергетического обмена, что, в свою очередь, приводит к возникновению в семенниках крыс специфических морфологических изменений.

Заключение.

1. Анализ полученных данных в настоящей работе свидетельствует о высокой чувствительности митохондриального окисления ткани семенников к действию однократной дозы гамма-излучения, которые проявляются в виде изменения параметров дыхания, кислот, разобщения в системе сопряжения тканевого дыхания и окислительного фосфорилирования в семенниках.

2. Сперматогенный эпителий извитых семенных канальцев крыс обладает высокой чувствительностью даже к однократному воздействию ионизирующего облучения в дозе 0,5 Гр, что проявляется в специфических нарушениях структуры эпителия канальцев уже на 3-и сутки после облучения.

3. Наиболее выраженные патоморфологические изменения в семенниках крыс наблюдаются в период с 3 по 10-е сутки после однократного облучения в указанной дозе.

4. Включение компенсаторно-приспособительных реакций и начало процессов восстановления поврежденных γ -излучением клеточных и субклеточных структур семенников крыс происходит спустя 10 суток после низкодозового облучения.

5. Через 90 суток с момента облучения животных в дозе 0,5 Гр в семенниках исчезают признаки отека стромы, происходит частичное восстановление поврежденного радиацией сперматогенного эпителия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гризук А.И., Матюхина Т.Г., Коваль А.Н. и др. // *Авиакосм. и экол. медицина.* – 2002. – № 4. – С. 50–55.
2. Карпенко Н.А. // *Радиац. биология. Радиоэкология.* – 2000. – Т. 40, № 1. – С. 86–91.
3. Кондрашова М.Н., Ананенко А.А. *Руководство по изучению биологического окисления полярографическим методом.* – М., 1973. – С. 106–119.
4. Конопля Е.Ф., Верещако Г.Г., Артеменко О.В. // *Радиац. биол. и радиоэкология.* – 2003. – № 2. – С. 221–222.
5. Конопля Е.Ф., Верещако Г.Г., Ходосовская А.М. // *Радиац. и Чернобыль. Ближайшие и отдаленные последствия.* – Гомель, 2007. – С. 105–110.
6. Котовский Е.Ф., Шатманов С.Т. // *Бюл. эксперим. биол. и медицины.* – 1985. – Т. 99, № 5. – С. 626–628.
7. Кочетков Г.А. *Практическое руководство по энзимологии.* – М., 1980. – 220 с.
8. Попов Е.Г., Конопля Е.Ф., Бансцкин Н.В. // *Радиац. биология. Радиоэкология.* – 2005. – Т. 45, № 1. – С. 46–50.
9. Семенов Н.В. // *Антибиотики.* – 1984. – Т. 29, № 9. – С. 666–671.
10. Троян Э.И.: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2000. – 20 с.
11. Aitken R.J., Ryan A.L., Curry B.J. and Baker M.A. *Molecular Human Reproduction.* – 2003. – Vol. 9, № 11. – P. 645–661.
12. Allamaneni S.S., Naughton C.K., Sharma R.K. et al. // *Fertil. Steril.* – 2004. – Vol. 82, № 6. – P. 1684–1686.
13. Andrew S.I., Liu J., Zirkin B.R., Chen H. // *Endocrinology.* – 2007. – Vol. 148, № 6. – P. 2583–2590.
14. Branka D., Vesna S., Vesna S.-J. // *Arch. Oncol.* – 2004. – Vol. 12, № 4. – P. 197–199.
15. Chaki S.P., Misro M.M., Ghosh D. et al. // *Apoptosis.* – 2005. – Vol. 10, № 2. – P. 395–405.
16. Ford W.C. // *Hum. Reprod. Update.* – 2004. – Vol. 10, № 5. – P. 387–399.
17. Hasegawa M., Wilson G., Russell M.L., Meistrich L.D. // *Radiat. Res.* – 1997. – I. 147. – P. 457–467.
18. Hüttemann M.I. et al. // *J. Bioenerg Biomembr.* – 2008. – Vol. 40, № 5. – P. 445–456.
19. Liu G.W., Gong P.S., Zhao H.G. et al. // *Radiat. Res.* – 2006. – I. 165. – P. 379–389.
20. Sun Z.M. et al. // *Zhonghua Yi Xue Za Zhi: study of 151 cases.* – 2007. – Vol. 87. – P. 1263–1265.
21. Williams A.C., Ford W.C. // *Fertil. Steril.* – 2005. – Vol. 83, № 4. – P. 929–932.
22. Yukawa O., Nakajima T., Yukawa M. et al. // *Int. J. Radiat. Biol.* – 1999. – Vol. 75. – P. 1189–1199.

Поступила в редакцию 19.05.2010

Адрес для корреспонденции: г. Гомель, ул. Ланге, д. 5, УО «ГТМУ», e-mail: drmouhand78@inbox.ru – Аль Меселмани М.А.

Влияние некоторых способов скарификации на всхожесть твердокаменных семян галеги восточной и клевера гибридного

И.М. Морозова, Е.А. Графутко

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

Изучали влияние различных способов скарификации (ошпаривание кипятком, влияние концентрированной серной кислоты, а также воздействие наждачной бумаги) на твердокаменные семена (Galega orientalis Lam.) и (Trifolium hybridum L.).

Установлено, что наиболее эффективным способом скарификации семян (Galega orientalis Lam.) и (Trifolium hybridum L.) является обработка наждачной бумагой и обработка концентрированной серной кислотой.

Ключевые слова: скарификация, твердокаменные семена, всхожесть.

Affect of different scarification techniques germination of hard-seeded galega orientalis lam. and trifolium hybridum L.

I.M. Morosova, Ye.A. Grafutko

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

Summary. The affect of different scarification techniques such us treatment with boiling water, concentrated sulfuric acid and sand paper has been studied for hard-seeded Galega orientalis Lam. and Trifolium hybridum L. It was found that the methods of scarification with sand paper and sulfuric acid are the most effective for Galega orientalis Lam. and Trifolium hybridum L.

Семенам подавляющего большинства дикорастущих и многих культурных растений свойственно состояние органического покоя. Такие семена даже при благоприятных для прорастания условиях не способны прорасти совсем или имеют пониженную всхожесть. У некоторых видов покой семян настолько глубок, что им необходима для прорастания длительная и сложная предпосевная подготовка, а в естественных условиях прорастание начинается лишь через 1–2 года после посева, причем появление всходов растягивается на несколько лет [1, 3].

Способность семян находиться в состоянии органического покоя обеспечивает растениям возможность переживать неблагоприятные для их существования периоды года, с одной стороны, и создает запас семян в почве – с другой.

Покой семян является важным приспособительным механизмом сохранения видов. В то же время наличие покоя у семян зачастую весьма затрудняет культивирование многих кормовых, технических и других полезных растений, а также интродукцию многих перспективных для народного хозяйства видов и т.д. Покой семян сорных растений создает дополнительные трудности в борьбе с засорением посевов. Поэтому

изучение природы органического покоя семян и условий его преодоления имеет первостепенное значение.

Причины, вызывающие торможение прорастания покоящихся семян, различны. Так, например, семена многих растений, особенно относящихся к семейству бобовых, отличаются твердой оболочкой, непроницаемой для воды или кислоты. В зависимости от условий, в которых формируются семена, проницаемость их оболочек может меняться [3].

Поэтому целью нашей работы является: изучить влияние твердокаменности (твердокаменности) на прорастание семян и пути ее преодоления. Для достижения цели необходимо решить ряд задач:

1) изучить влияние на всхожесть семян галеги восточной на фильтровальной бумаге и в почве различных способов скарификации: ошпаривания кипятком в течение 10, 20, 30 мин; обработки наждачной бумагой и концентрированной серной кислотой (конц. H₂SO₄) (98%) в течение 20, 40 мин, 1 ч, 1 ч 20 мин, 1 ч 40 мин, 2 ч, 2 ч 20 мин;

2) изучить влияние на всхожесть семян клевера гибридного на фильтровальной бумаге и

в почве различных способов скарификации: ошпаривания кипятком в течение 10, 20, 30 мин; обработки наждачной бумагой и конц. H_2SO_4 (98%) в течение 20, 40 мин, 1 ч.

3) изучить влияние вышеуказанных обработок семян на наличие патогенных грибков.

Материал и методы. Для изучения некоторых способов скарификации использовали семена галеги восточной (*Galega orientalis* Lam.) и клевера гибридного (*Trifolium hybridum* L.).

Исследования проводили в четырехкратной повторности, по 50 семян в каждой. Всхожесть семян определяли путем проращивания при температуре 20–22°C. Сравнивали всхожесть семян, проросших на фильтровальной бумаге и в почве [2].

Изучали влияние конц. H_2SO_4 (98%) в течение 20, 40 мин, 1 ч, 1 ч 20 мин, 1 ч 40 мин, 2 ч, 2 ч 20 мин; действие ошпаривания кипятком в течение 10, 20, 30 мин, а также использование наждачной бумаги в качестве скарификатора на всхожесть семян. Сначала семена проращивали на фильтровальной бумаге в лабораторных условиях. Подсчет всхожих семян проводили в течение 16 дней.

Результаты и их обсуждение. При обработке семян галеги восточной конц. H_2SO_4 (98%) установлено, что наибольшая всхожесть наблюдалась при действии на них кислоты в течение 1 ч 20 мин (66,5%), а, начиная с 1 ч 40 мин, происходит постепенное уменьшение всхожести семян от 65,5% до 51,5%.

Изучение влияния ошпаривания кипятком (10, 20, 30 мин) на всхожесть семян галеги восточной показало, что наиболее оптимальные всходы наблюдаются при воздействии на них кипятка в течение 20 мин (4,5%). Однако данный способ скарификации не является эффективным, т.к. наблюдалась низкая всхожесть по сравнению с всхожестью у контрольных семян.

Известно, что наждачная бумага достаточно хорошо разрушает покровы семян. Поэтому изучали ее влияние на всхожесть семян галеги восточной. Нами установлено, что именно этот способ обработки дает наибольший процент всхожести семян (93,5%) и является наиболее эффективным по сравнению с другими (действие конц. H_2SO_4 , ошпаривание кипятком) (рис. 1).

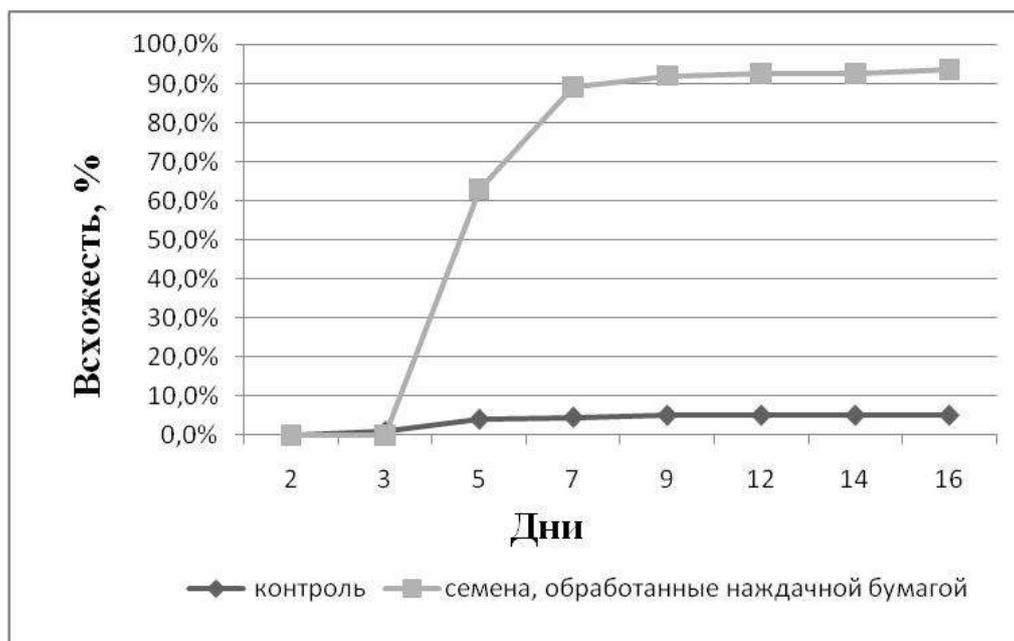


Рис. 1. Всхожесть семян галеги восточной (%) на фильтровальной бумаге и обработанных наждачной бумагой.

При изучении влияния различных способов обработки семян в лабораторных условиях на фильтровальной бумаге было отмечено появление патогенных грибков на семенах при их прорастании.

Нами установлено, что с увеличением времени обработки семян конц. H_2SO_4 (98%) с 20 мин до 2 ч возрастает количество поврежденных семян от 0,5% до 22,5%, соответственно. Это мож-

но объяснить тем, что под действием кислоты покровы разрушаются и семена становятся менее защищенными. При скарификации в течение 2 ч 20 мин количество поврежденных семян составило 12%.

При изучении влияния ошпаривания кипятком на всхожесть семян галеги восточной нами установлено появление поврежденных семян патогенными грибками. Наибольшее их количество

наблюдается при обработке кипятком в течение 10 минут (5,5%), наименьшее – при обработке в течение 20 мин (4,5%). Количество семян, зараженных патогенами при действии на них наждачной бумагой, составило 3%.

При изучении влияния различных способов обработки твердокаменных семян представляется весьма интересным установить влияние микрофлоры почвы на всхожесть семян.

Изучали всхожесть семян галеги восточной в почве, скарифицированных различными способами: конц. H_2SO_4 (98%) в течение 20, 40 мин, 1 ч, 1 ч 20 мин, 1 ч 40 мин, 2 ч, 2 ч 20 мин; наждачной бумагой, кипятком в течение 10, 20, 30 мин.

При проращивании семян галеги восточной, скарифицированных конц. H_2SO_4 в течение 20, 40 мин, 1 ч, 1 ч 20 мин, 1 ч 40 мин, 2 ч, 2 ч 20 мин, наблюдается максимальная всхожесть при обработке конц. H_2SO_4 в течение 1 ч 20 мин (34%), наименьшая – при обработке кислотой в течение 1 ч 40 мин (5%), а также у контрольных семян (3,0%). Необходимо отметить, что в течение всего периода наблюдений последующих всходов не наблюдалось.

При изучении влияния ошпаривания семян кипятком в течение 10, 20, 30 мин на всхожесть семян галеги восточной установлено, что максимальная всхожесть семян наблюдается при их обработке в течение 20 мин (5%), минимальная – 1,5%, контроль – 3,0%. Следует отметить, что в отличие от аналогичного опыта на фильтровальной бумаге, опыт в почве оказался более эффективным, т.к. процент всхожести семян больше, чем у контрольных семян.

Изучали прорастание всхожести семян галеги восточной, обработанных наждачной бумагой, которые затем высевали в почву. Нами установлен максимальный процент всхожести семян, равный 39%, минимальная всхожесть отмечена в контрольном варианте – 3,0%. При сравнении этого результата с полученными при прорастании семян, обработанных конц. H_2SO_4 (20, 40 мин, 1 ч, 1 ч 20 мин, 1 ч 40 мин, 2 ч, 2 ч 20 мин) и кипятком (10, 20, 30 мин), следует отметить, что метод скарификации при помощи наждачной бумаги является наиболее эффективным.

Известно, что для семян клевера гибридного также характерна твердосемянность, которая затрудняет получение дружных всходов.

Осуществляли поиск наиболее благоприятных способов (в лабораторных условиях) скарификации семян клевера гибридного, которые давали бы наибольший процент всхожести. Проводили следующие опыты по изучению влияния различ-

ных методов скарификации на всхожесть семян клевера гибридного: 1) обрабатывали семена конц. H_2SO_4 (98%) в течение 20, 40 мин, 1 ч; 2) ошпаривали семена кипятком в течение 10, 20, 30 мин; 3) обрабатывали семена наждачной бумагой. В ходе проведения опыта семена стали массово повреждаться патогенными грибами, поэтому свои наблюдения проводили в течение 11 дней.

Исследуя зависимость всхожести семян клевера гибридного от воздействия конц. H_2SO_4 (98%), была установлена следующая закономерность: наибольший процент всхожести наблюдается при обработке семян кислотой в течение 20 мин (28%), а начиная с 40 мин всхожесть падает с 20,5% до 1% (1 ч). У контрольных семян всхожесть семян составила 2,5%. Поэтому обработка семян конц. H_2SO_4 в течение 20 мин является наиболее эффективной для работы с семенами в лабораторных условиях.

Определяли влияние ошпаривания кипятком на всхожесть семян клевера гибридного. Установлено, что максимальный процент всхожести наблюдается при обработке семян кипятком в течение 20 мин (19,5%), наименьший – в течение 10 мин (15%), у контрольных семян – 8,2%.

Изучали влияние наждачной бумаги на процент всхожести семян. Установлено, что на 11 день исследований всхожесть семян клевера гибридного составила 29%. Сравнивая результаты данного способа скарификации с результатами обработки семян конц. H_2SO_4 (20 мин, 40 мин, 1 ч), кипятком (10, 20, 30 мин), установлено, что метод обработки наждачной бумагой является наиболее эффективным. Менее эффективным является метод обработки семян конц. H_2SO_4 в течение 20 мин, а метод ошпаривания кипятком практически не повышает всхожесть семян.

Изучали влияние скарификации на всхожесть семян в почве следующими методами: 1) обрабатывали семена клевера гибридного конц. H_2SO_4 в течение 20, 40 мин, 1 ч; 2) обрабатывали семена наждачной бумагой; 3) ошпаривали семена кипятком в течение 10, 20, 30 мин.

У семян клевера гибридного, скарифицированных конц. H_2SO_4 , установлена максимальная всхожесть в течение 20 мин (20%), начиная с 40 мин всхожесть семян падает от 5% до 3,5%. У контрольных семян – 11%.

Изучали всхожесть семян клевера ошпариванием кипятком в течение 10, 20, 30 мин, которые затем проращивали в почве. Нами установлено, что максимальная всхожесть наблюдается при ошпаривании семян кипятком в течение 20 мин (5,5%), наименьшая – при ошпаривании в тече-

ние 30 мин (3,5%). При сравнении полученных данных с показателями всхожести семян контроля (11%), следует отметить, что семена при обработке их кипятком всходят медленнее. Следовательно, ошпаривание кипятком семян клевера гибридного в течение 10, 20, 30 мин не влияет на всхожесть семян.

Проводили скарификацию семян клевера гибридного наждачной бумагой, которые высевали

в почву. В данном опыте установлен наибольший процент всхожести, равный 20,5%. Сравнивая полученные данные опытов по влиянию скарификации на всхожесть семян, обработанных кипятком (10, 20, 30 мин), наждачной бумагой, а также ошпаренных кипятком, нами установлено, что наиболее эффективным из них является скарификация наждачной бумагой.

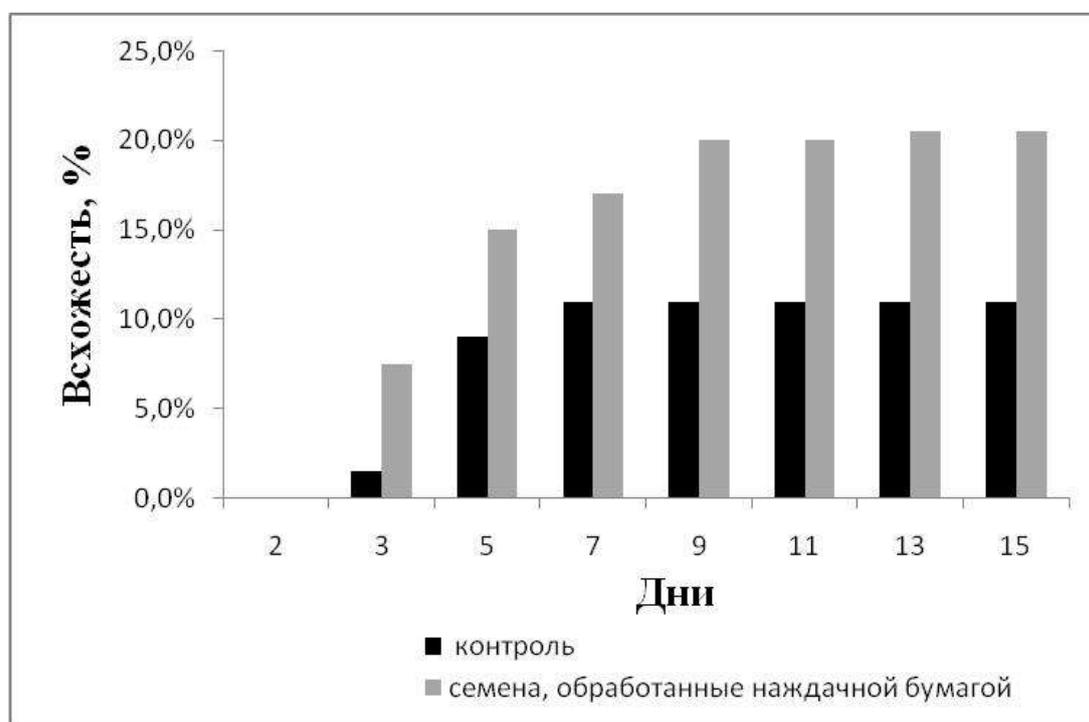


Рис. 2. Всхожесть семян клевера гибридного в почве (%) и обработанных наждачной бумагой.

При изучении влияния различных способов скарификации на всхожесть семян галеги восточной и клевера гибридного установлено: для семян галеги восточной наиболее предпочтительной является скарификация семян наждачной бумагой, т.к. процент всхожести равен 93,5%.

Для клевера гибридного эффективным методом скарификации является обработка семян наждачной бумагой (всхожесть 29%). На втором месте находится скарификация конц. H_2SO_4 (всхожесть 20%). Однако, в отличие от семян галеги восточной, оптимальной является их обработка в течение 20 мин (всхожесть 28%).

В отличие от семян галеги восточной для семян клевера также эффективным является ошпаривание кипятком в течение 20 мин (19,5%). Следует отметить, что при скарификации семян конц. H_2SO_4 максимальный процент поражения наблюдался при их обработке в течение 2 ч (22,5%); при ошпаривании кипятком – в течение 20 мин (4,5%). При обработке семян наждачной

бумагой наблюдалось незначительное поражение семян грибами – 3%.

При изучении влияния скарификации на всхожесть твердокаменных семян, которые затем высевались в почву, установлен наиболее эффективный способ скарификации для двух вышеуказанных культур. Показано, что для галеги восточной наиболее эффективной является скарификация наждачной бумагой (всхожесть 39%), на втором месте – обработка H_2SO_4 (98%) в течение 1 ч 20 мин (34%), на третьем месте – ошпаривание кипятком в течение 20 мин (5%). Для семян клевера, так же, как и для семян галеги, наиболее предпочтительной является скарификация наждачной бумагой (всхожесть 20,5%). В отличие от семян галеги для семян клевера наиболее эффективной является скарификация кислотой в течение 20 мин (всхожесть 20%), в отличие от всхожести семян при ошпаривании кипятком в течение 20 мин (всхожесть 5,5%).

Заключение. При изучении влияния различных способов скарификации на всхожесть

твердокаменных семян установлено, что наиболее эффективным способом скарификации семян галеги восточной является обработка наждачной бумагой, т.к. наблюдаются максимальный процент всхожести и небольшое поражение семян патогенными грибами. Эффективным является выдерживание семян в конц. H_2SO_4 кислоте в течение 80 мин. При увеличении времени замачивания семян галеги в кислоте происходит возрастание количества патогенов. Следует отметить, что ошпаривание кипятком не является эффективным для нарушения твердокаменности у семян галеги восточной и клевера гибридного.

Наиболее эффективный способ скарификации семян клевера гибридного – обработка наждачной бумагой. Эффективным является скарификация семян конц. H_2SO_4 кислотой (98%) в течение 20 мин. При проведении опытов по скарификации семян клевера гибридного различными способами установлено, что наиболее эффективными являются обработки семян наждачной бума-

гой, конц. H_2SO_4 (98%) в течение 20 мин. Ошпаривание кипятком в течение 20 мин хотя и увеличивает всхожесть семян, но является менее эффективным по сравнению с вышеуказанными.

Таким образом, для твердокаменных семян галеги восточной и клевера гибридного способ обработки конц. H_2SO_4 (98%) 80 мин (для галеги восточной) и 20 мин (для клевера гибридного) можно использовать в лабораторных условиях, а способ обработки наждачной бумагой (аналог – клеверотерка) – в производстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексейчук, Г.Н. Физиологическое качество семян сельскохозяйственных культур и методы его оценки / Г.Н. Алексейчук, Н.А. Ламан. – Минск: Право и экономика, 2005. – 48 с.
2. ГОСТ 12038–84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. Госкомитет СССР по стандартам. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 57 с.
3. Николаева, М.Г. Справочник по проращиванию покоящихся семян / М.Г. Николаева, М.В. Разумова, В.Н. Гладкова. – Л.: Наука, 1985. – 347 с.

Поступила в редакцию 21.04.2010

Адрес для корреспонденции: e-mail: morozova-inna@rambler.ru – Морозова И.М.

Миграционная стратегия дендрофильных воробьиных птиц в период осенней миграции

С.А. Дорофеев

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

*Работа посвящена анализу характера и динамики осенней миграции дендрофильных воробьиных птиц в Белорусском Поозерье. В результате отлова, кольцевания и прижизненного обследования в период миграции 2006–2008 гг. окольцовано 2726 особей 48 видов птиц. Максимальной суммарной уловистостью за три года отмечены вторая декада сентября – 691 особь (25,34% от общего числа отловленных птиц). Получены новые данные по характеру протекания миграции, ее флуктуации, фенологии пролета ряда видов. Представлена модель динамики осенней миграции зарянки (*Erithacus rubecula* (L.)), показывающая, что волна пролета имеет шесть пиков интенсивности, сроки которых по годам варьируют незначительно. Полученные результаты могут быть использованы для более детальных контрольных исследований и сопоставления динамики осенней миграции на различных орнитологических станциях, разработки практических рекомендаций по охране мигрирующих птиц.*

Ключевые слова: миграция, дендрофильные воробьиные птицы, кольцевание.

Migration strategy of dendrofilous passeriformes during autumn migration

S.A. Dorofeyev

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

Summary. The article represents the analysis of patterns and the dynamics of autumn migration of dendrofilous Passeriformes in Belorussian Lakeland based on data of capturing and ringing. The model of robin autumn migration is presented and the forecast of its intensity in the following years is done.

Миграции птиц являются одним из самых ярких и грандиозных биологических ритмов жизнедеятельности экосистем средних и высоких широт нашей планеты. Они известны во всех географических регионах земного шара, где происходят сезонные изменения условий жизни [1]. Вследствие центрального положения Беларуси в Европе на ее территории пересекаются многие континентальные миграционные пути птиц самого различного происхождения.

Миграции – закономерные перемещения между существенно различными средами обитания, пространственно отстоящими друг от друга. Они вызываются изменениями условий существования в местах обитания или изменениями требований птиц к этим условиям на разных стадиях развития. Миграция птиц – один из способов адаптивной радиации, особенно распространенный в этом классе животных благодаря их преадаптированности и выработке именно такой формы реакции на сезонные колебания условий среды [2].

Изучение миграций птиц является одним из важнейших направлений современной биологической науки и практической деятельности человека. Проблема миграций является комплексной, требующей для своего решения применения многих методов исследований наряду с кольце-

ванием – полевых наблюдений, физиологических экспериментов и т.д. [3]. Исследование фенологии пролета, состава мигрантов, локализации мест пролетных скоплений дает важные сведения для выяснения их роли в переносе и распространении различных групп возбудителей опасных заболеваний человека и животных.

Мигрирующие птицы вносят значительные изменения в жизнь биоценозов, могут служить интегральными индикаторами различных загрязнений окружающей среды, изучение которых позволяет прогнозировать изменения в природе.

Цель работы – на основании отлова и кольцевания дендрофильных воробьиных за 2006–2008 годы изучить характер и динамику осенней миграции, смоделировать ее протекание в последующие годы (на примере зарянки (*Erithacus rubecula* (L.))).

Материал и методы. Изучение миграций птиц и их массовое кольцевание в Витебской области начато сравнительно недавно, регулярно проводится с 2001 года в период весеннего и осеннего пролета на стационаре «Городище» (Городокский р-н, д. Сутоки) в 50 км севернее г. Витебска.

Ежегодно в 2006–2008 гг. в период осенней миграции проводились отлов ставными паутин-

ными сетями, кольцевание и прижизненное обследование мигрирующих дендрофильных воробьиных птиц. Всего за данный период окольцовано 2726 особей 48 видов птиц, что послужило материалом для исследования закономерностей и

динамики осенней миграции дендрофильных воробьиных (табл. 1).

В период осенней миграции пункт кольцевания и изучения миграций птиц функционировал с третьей декады августа до третьей декады сентября.

Таблица 1

Количество отловленных и окольцованных птиц в период осенней миграции на стационаре «Городище»

Год	2006	2007	2008	Всего за 2006–2008 гг.
Количество особей	830	851	1045	2726
Количество видов	43	36	40	48

Сети расставлялись на местах массового пролета птиц, их остановку на отдых и кормежку. Отлов птиц происходил ежедневно. Обход сетей и выборка из них пойманных птиц осуществлялись, начиная с семи утра и до наступления темноты с интервалом в 1–1,5 часа.

При проведении работ по отлову, кольцеванию и прижизненному обследованию мигрирующих дендрофильных воробьиных использовалось следующее оборудование и снаряжение: ставные ловчие паутинные сети, набор колец разных серий, линейка, электронные весы, экспериментальная корзина для изучения ориентационных способностей.

После каждого обхода осуществлялись кольцевание птиц и снятие морфометрических и демографических показателей, а также проведение ориентационных экспериментов, где использовались три модельных вида (зарянка, черноголовая славка, лесная завирушка). Все данные фиксировались в специальных журналах, где указывались дата и время отлова, серия и номер кольца, вид птицы, пол, возраст, жирность, формула крыла (мм), длина крыла (мм), длина хвоста (мм), масса тела (гр. до 0,10), место кольцевания [5].

Определение пойманных птиц и снятие основных морфометрических показателей осуществлялись согласно общепринятым европейским орнитологическим методикам по P. Busse (1990), L. Svensson (1992) [5–6].

Результаты и их обсуждение. Анализируя динамику миграции птиц по данным отлова в паутинные сети необходимо отметить, что осенний пролет мигрантов ежегодно протекает со значительной флуктуацией, что обусловлено погодно-климатическими факторами (рис. 1). Осенняя миграция птиц 2006 года проходила относительно равномерно по сравнению с 2007 и 2008 годами. Анализу подвергались только пол-

ные декады отлова с целью исключения погрешности. Пики колебания численности по декадам осенью 2006 года плавные, не ярко выраженные. Средняя ежедневная уловистость на протяжении отлова (16,90 птиц) – самая низкая по сравнению со смежными годами, что было обусловлено сложными метеоусловиями (ливневыми дождями в течение всего светового дня с порывистым ветром, сильными туманами). Колебания численности мигрантов по декадам в 2007 году четко выражены, так как уловистость была неравномерной. Флуктуация от среднего значения ежедневной уловистости (21,82 птиц) за весь период не столь значительная. В 2008 году количество отловленных птиц по декадам существенно превышает средние значения ежедневной уловистости (24,30 птиц). Пики уловистости более остроконечные по сравнению с двумя предыдущими годами.

Средняя ежедневная уловистость на протяжении сентября 2006 года была низкой по сравнению с аналогичным периодом последующих лет и составила в среднем 15,83 особей, тогда как на протяжении сентября 2007 года составляет 21,75 птиц, а в 2008 году – 25,28 особей [7].

Количество отловленных птиц в последней декаде августа следующее: в 2006 году – 239 особей, в 2007 году – 218 особей, в 2008 году – 215 особей (соответственно 28,79%, 25,61%, 20,57% от общего количества отловленных за сезон птиц). Среднее значение ежедневно отловленных птиц в третьей декаде августа отличается по годам незначительно и составляет: в 2006 году – 21,72 особи, в 2007 году – 19,81 особи, в 2008 году – 19,54 особи. Высокая уловистость в третьей декаде августа определяется видовым разнообразием птиц в этот период, а также их кормовой активностью (рис. 2).

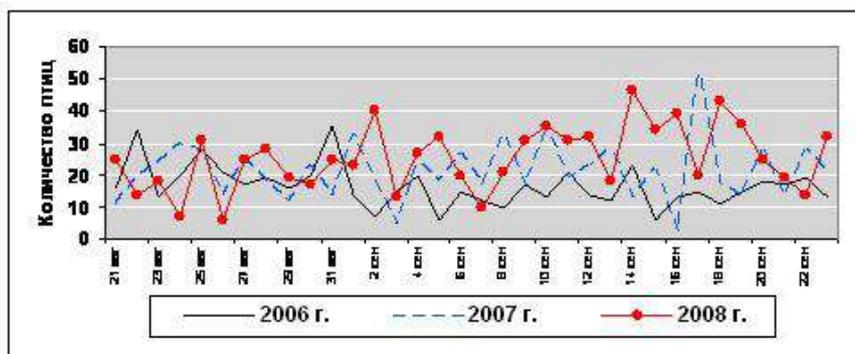


Рис. 1. Флуктуация уловистости на стационаре «Городище» (2006–2008 гг.).

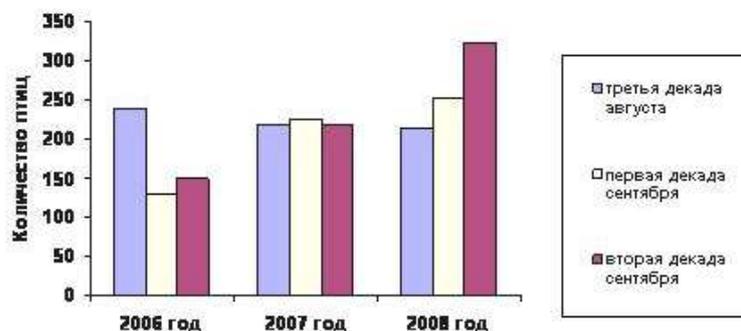


Рис. 2. Соотношение отловленных птиц по декадам за 2006–2008 гг.

Количество отловленных птиц в первой декаде сентября составило: в 2006 году – 129 особей, в 2007 году – 226 особей, в 2008 году – 252 особи (соответственно 15,54%, 26,55%, 24,11% от общего количества отловленных за сезон птиц). Среднее значение ежедневно отловленных птиц в первой декаде сентября варьирует в большей степени по сравнению с последней декадой августа и составляет: в 2006 году – 12,90 особи, в 2007 году – 22,60 особи, в 2008 году – 25,20 особи. Такая неравномерность отлова обусловлена постоянно изменяющимися погодноклиматическими условиями, что в наибольшей степени характерно для 2006 года.

Количество отловленных птиц во второй декаде сентября: в 2006 году – 148 особей, в 2007 году – 219 особей, в 2008 году – 324 особи (соответственно 17,83%, 25,73%, 31,00% от общего количества отловленных за сезон птиц). Среднее значение ежедневно отловленных птиц во второй декаде сентября составляет: в 2006 году – 14,80 особи, в 2007 году – 21,90 особи, в 2008 году – 32,40 особи.

Сравнительный анализ показывает, что наибольшей суммарной уловистостью характеризуется вторая декада сентября. Это обусловлено тем, что в данный период наблюдается

наибольшая миграционная активность дендрофильных воробьиных птиц в связи с ходом сезонных астрономических явлений.

Высокая уловистость третьей декады августа обусловлена преобладанием всех видов славков. Наиболее массовая из них – черноголовая славка, в 2006 году в уловах не отмечалась после 23.09, в 2007 – после 21.09, в 2008 – после 17.09. В первой декаде сентября из наиболее массовых видов птиц в уловах велика доля лесной завирушки, а во второй декаде сентября – большой синицы, пеночки-теньковки, зяблика, чижа, в отдельные годы – вьюрка.

Таким образом, решающее влияние на протекание осенней миграции дендрофильных воробьиных птиц оказывают погодноклиматические условия. На характер протекания осенней миграции 2006 года существенно повлияли сложные метеоусловия: затяжные ливневые дожди в течение большей части периода отлова. В то же время установление теплой и солнечной погоды в течение длительного периода снижало уловистость. В такие дни наибольшее количество птиц отмечалось в утренние и вечерние часы – время кормовой активности. В период интенсивного пролета характер миграции меняется, и птицы летят на значительной высоте, реже останавливаясь на кормежку, а, следовательно, количество

отловленных мигрантов снижается. Понижение температуры воздуха усиливало кормовую активность в течение всего светового дня, а число отловленных птиц увеличивалось [8].

Предпринята попытка моделирования характера и динамики протекания осенней миграции дендрофильных воробьиных птиц в последующие годы.

Сезонная динамика миграции птиц редко изучается как отдельная задача. Обычно она показывает описательные данные, являющиеся фоном для обсуждения других задач, например влияние погодных факторов на динамику миграции. Как типичный пример погодного влияния на миграцию – резкая флуктуация ежедневных пиков числа видов, а именно чередование уловистых дней с днями, когда число отловленных птиц минимально. Эти пики и минимумы приняты как отклонения от «идеального» течения миграции, которая является распределением числа перелетных птиц. В ряде исследований сезонная динамика представлена как график, где показаны значения уловистости по дням в период миграции [5, 6].

Образец сезонной структуры миграции птиц подобен волне [9]. Миграция различных популяций является фоном, который создают волны птиц, начинающие направленное движение из одной местности, но в дифференцированное время. Несмотря на различные механизмы, которые могли «произвести» волны по миграционному пути, подобная волне динамика не может быть описана ни посредством среднего арифметического, ни посредством процентов. Последующие волны могут содержать полностью различные популяции, мигрирующие от различных гнездовых территорий к удаленным местам зимовки [9].

Динамику осенней миграции зарянки можно описать как число индивидуальных ежедневных отловов в течение всего сезона со стабильным числом мигрантов. Зарянка – одна из самых многочисленных дендрофильных воробьиных птиц в Белорусском Поозерье, поэтому является прекрасным модельным видом. За период 2006–2008 гг. поймана и окольцована 591 зарянка (2006 г. – 201, 2007 г. – 217, 2008 г. – 173 особи). Миграция зарянки в 2006 года проходила относительно равномерно по сравнению с 2007 и 2008 годами. Средняя ежедневная уловистость на протяжении периода отлова была низкой и составила 3,61 особи. Наибольшее количество птиц отмечалось в последней декаде августа и последней декаде сентября. В 2007 г. наибольшая уловистость отмечалась в первой и второй декадах сентября. В целом миграция зарянки по данным отлова в 2007 году была относительно неравномерной, а средняя ежедневная уловистость составила 5,64 особи. Колебания численности птиц по декадам в 2008 году выражены четко, уловистость была

более неравномерной. Средняя ежедневная уловистость – 3,62 особи. Наиболее уловистыми днями были – 22.08.06 (12 особей), 10.09.07 (18 особей), 25.08.08 (11 особей) [7].

Динамика осенней миграции зарянки составляет обычно шесть различных волн, которые могут включать один или более пиковых дней. Они отчетливо отделены менее уловистыми днями, когда миграция была менее интенсивна, чем в пиковые дни. Периоды, когда такие волны прослеживались на станции, относительно стабильны и повторялись ежегодно.

Можно сказать, что волновая картина сезонной миграции является повторением в последующие годы. Согласно этим значениям отлова птиц, пойманных в той же самой волне, но в различные годы, могут быть объединены вместе, чтобы достичь объема выборки, достаточной для статистических вычислений [8].

Процедура получения образца сезонной динамики миграции несколько субъективна, так как могут встречаться годы с существенным отклонением от него. Однако, образец волны кажется допустимым, поскольку вариация за смежные годы не слишком высока (рис. 3). Так, согласно этой процедуре, были установлены шесть волн. Процедура сглаживания позволяет представить модель динамики миграции.

Волны включают по крайней мере два пика, между которыми отчетливо прослеживаются границы. Основная идея моделирования: по составленному образцу сезонной динамики миграции данного вида можно прогнозировать характер миграции в последующие годы.

Результаты моделирования динамики сезонной миграции могут быть сведены к следующим положениям: образец динамики миграции представлен как график, состоящий из ряда волн, включающих определенное количество отловленных мигрирующих птиц; модель пролета повторяется с весьма высокой точностью, однако может изменяться случайными экологическими флуктуациями; последующие волны могут быть восстановлены от полного образца посредством повторяющейся процедуры моделирования. Сроки данных пиков не столь значительно варьируют за три проанализированных года, следовательно, можно прогнозировать флуктуацию интенсивности миграции в последующие годы: первый пик может наблюдаться – с 21.08 по 25.08, второй пик – с 29.08 по 2.09, третий пик – с 5.09 по 8.09, четвертый пик – с 9.09 по 11.09, пятый пик – 13.09 по 15.09, шестой пик – с 18.09 по 22.09.

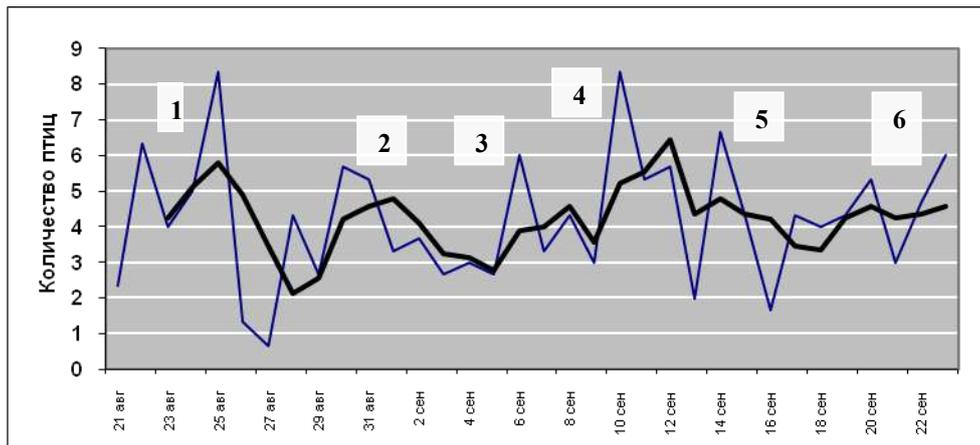


Рис. 3. Общий ход осенней миграции зарянки по данным отлова (2006–2008 гг.).

Заклучение.

1. При проведении работ по отлову ставными паутинными сетями, кольцеванию и прижизненному обследованию мигрирующих дендрофильных воробьиных в период осенней миграции 2006–2008 гг. окольцовано 2726 особей 48 видов птиц.

2. Стационарные методы отлова птиц показали, что погодные условия оказывают заметное, а подчас решающее значение на протекание осенней миграции. Наибольшая уловистость отмечалась за 1–2 суток перед наступлением неблагоприятных погодных-климатических условий. Средняя ежедневная уловистость на протяжении отлова 2006 года была низкой по сравнению с последующими годами и составила 16,90 особи; 2007 года – 21,82 особи; 2008 года – 24,30 особи.

3. Наибольшей суммарной уловистостью характеризуется вторая декада сентября – 691 особь (25,34% от общего количества отловленных птиц за три года). Уловистость третьей декады августа – 672 особи (24,65%), первой декады сентября – 607 особей (22,26%).

4. Представленная модель динамики осенней миграции зарянки (*Erithacus rubecula* (L.)) показывает, что волна пролета имеет шесть пиков интенсивности. Сроки данных пиков за три проанализированных года варьируют незначительно, следовательно, можно прогнозировать флуктуа-

цию интенсивности миграции в последующие годы. Данные результаты могут быть использованы для более детальных контрольных исследований и сравнения динамики осенней миграции дендрофильных воробьиных на различных орнитологических станциях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гайдук, В. Основы биоритмологии / В. Гайдук. – Брест: «Изд-во БрГУ им. А.С. Пушкина», 2003. – 250 с.
2. Ильичев, В.Д. Общая орнитология (учебник для студентов биологических специальностей университетов) / В.Д. Ильичев, Н.Н. Карташев, И.А. Шилев. – М.: «Высшая школа», 1982. – 464 с.
3. Дольник, В. Миграционное состояние птиц / В. Дольник. – М.: «Наука», 1975. – 396 с.
4. Львов, Д.К. Миграции птиц и перенос возбудителей инфекции / Д.К. Львов, В.Д. Ильичев. – М.: «Наука», 1979. – 271 с.
5. Busse, P. Notatki ornitologiczne. Polskie Towarzystwo zoologiczne – sekcja – ornitologiczna / P. Busse. – Т. 31. – Warszawa: «Wydawnictwo SGGW», 1990. – 264 с.
6. Svensson, L. Identification guide to european passerines / L. Svensson. – Stockholm, 1992. – 366 с.
7. Дорофеев, С.А. Кольцевание птиц в Витебской области (2005–2007 гг.) / С.А. Дорофеев, В.С. Павлов // Биологическое разнообразие Белорусского Поозерья: современное состояние, проблемы охраны: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. – Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2008. – 291 с.
8. Павлов, В.С. Закономерности и динамика осенней миграции дендрофильных воробьиных птиц / В.С. Павлов, С.А. Дорофеев // III Машеровские чтения: материалы респ. науч.-практ. конф. – Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2009. – 270 с.
9. Busse, P. Bird station manual. Se European bird migration network / P. Busse. – Gdansk: «University of Gdansk», 2000. – 264 с.

Поступила в редакцию 21.05.2010

Адрес для корреспонденции: 210029, г. Витебск, ул. Правды, д. 58, корп. 3, кв. 31, e-mail: miro-slava@mail.ru – Дорофеев С.А.

Анализ функциональной активности нейтрофильных лейкоцитов при действии лантан-содержащих препаратов

Н.Т. Козина*, Е.И. Коваленко**

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

**Белорусский государственный университет

Действие ионов лантана на нейтрофилы снижает их способность генерировать активные метаболиты кислорода при адгезии и фагоцитозе. При высоких концентрациях ионов лантана эффекты не зависят от присутствия ионов кальция в среде. Частицы серебра приводят к значительному повышению эффективности действия ионов лантана на активность нейтрофилов. Полиэтиленгликоль препятствует агрегационному действию ионов лантана.

Ключевые слова: нейтрофилы, адгезия, фагоцитоз, полиэтиленгликоль.

Analysis of functional activity of neutrophils by under the influence of lanthanum-containing substances

N.T. Kozina*, Ye.I. Kovalenko**

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

** Belarusian State University

Summary. Effect of lanthanum ions on neutrophils reduces their ability to generate active oxygen metabolites during adhesion and phagocytosis. At high concentrations of lanthanum ions the effects do not depend on the presence of calcium ions in the medium. Particles of silver cause a significant increase of the effectiveness of the influence of lanthanum ions on the activity of neutrophils. Polyethylene glycol prevents aggregation action of lanthanum ions.

Мощными источниками оксидантов в организме являются фагоцитирующие клетки крови, в первую очередь, сегментоядерные нейтрофилы. Основная функция нейтрофилов – уничтожение патогенных бактерий и грибов [1, 2]. Активированные нейтрофилы генерируют продукты с высокой реакционной способностью ферментативным образом с помощью НАДФН-оксидазы и миелопероксидазы (МПО) [3, 4]. Данные редокс-ферменты активируются при стимуляции нейтрофилов бактериальными пептидами, белками острой фазы, некоторыми провоспалительными цитокинами, адгезионными молекулами, индукторами фагоцитоза. НАДФН-оксидаза и МПО последовательно формируют активированные метаболиты кислорода и галогенов (АКМ) (O_2^- , H_2O_2 , $\cdot OH$, $HOCl$, $NOBr$), способные окислять многие биологически важные молекулы [1–5]. Показано, что при вовлечении нейтрофилов в патофизиологические реакции в организме НАДФН-оксидаза, МПО и другие редокс-ферменты нейтрофилов принимают различное участие [2, 5]. НАДФН-оксидаза представляет собой мембраносвязанный комплекс, генерирующий O_2^- у наружной поверхности клеток или

внутри фаголизосом [4]. МПО, депонированная в покоящихся клетках внутри азурофильных гранул, при активации нейтрофилов может высвобождаться внутрь фаголизосом и катализировать там окислительно-восстановительные реакции, а может секретироваться во внеклеточное пространство и вовлекаться в различные процессы даже без дальнейшего участия нейтрофилов [3, 6]. МПО проявляет высокую окислительную активность, что необходимо для внутриклеточного и внеклеточного уничтожения патогенных микроорганизмов при острой воспалительной реакции. В то же время доказано, что секретированная во внеклеточное пространство МПО является причиной модификации биополимеров и липидов в плазме, эндотелии и других тканях организма и может промотировать развитие хронического воспаления, связанного с атеросклерозом, бронхиальной астмой, аллергическими дерматитами, циститным фиброзом [1, 7–8]. Повышение содержания МПО в плазме является прогностически неблагоприятным признаком при некоторых заболеваниях, например, уровень МПО в плазме коррелирует с риском инфаркта миокарда. Следует отметить, что хотя в настоящее время

существует ряд высокоэффективных лекарственных препаратов с антиоксидантным действием, тем не менее по-прежнему остается актуальным поиск веществ с избирательным действием на отдельные редокс-ферменты и оксиданты.

Механизмы активации нейтрофилов при воспалительном повреждении тканей тесно связаны с функционированием Ca^{2+} -зависимых каналов плазматической мембраны клетки. Очевидно, для борьбы с воспалительным процессом в организме одним из направлений лечения может стать блокирование транспорта ионов кальция в клетку. При этом важно учесть скорость поступления активного действующего вещества к очагу воспаления, а также пролонгирование его действия во времени. Наличие терапевтических эффектов в сочетании с невысокой токсичностью выявлено для ионов лантана. При введении в организм La^{3+} может оказывать иммуномодулирующее действие, поскольку приводит к ингибированию хемотоксической и фагоцитарной активности нейтрофилов и генерации ими активных кислородных метаболитов, индуцированной IgG, модулирует процессы агрегации и дезагрегации клеток крови, вызывает реорганизацию актинового цитоскелета и апоптоз опухолевых клеток.

Оптимальной лекарственной формой препаратов на основе солей лантана являются мягкие лекарственные формы в виде мазей, кремов или гелей. Это позволяет наносить препарат на кожные покровы непосредственно в месте локализации очага воспаления, что сокращает временной промежуток между началом лечения (введение активного действующего вещества) и моментом наступления терапевтического эффекта. В настоящее время широко используются комплексные и высокомолекулярные соединения при создании фармацевтических средств, что позволяет в ряде случаев достичь более выраженных и/или пролонгированных лечебных эффектов. Ионы металлов можно сорбировать на различных природных и синтетических полимерах, пептидах, аминокислотах, с которыми они способны формировать координационные связи. Имеются данные, что при низких концентрациях La^{3+} может связываться с каналами для Ca^{2+} на поверхности цитоплазматической мембраны и блокировать их, то есть La^{3+} может выступать в качестве антагониста Ca^{2+} и супрессировать Ca^{2+} -зависимые процессы активации клеток. Таким образом, целью работы является изучение реакций фагоцитарных клеток крови при воздействии препаратов, содержащих ионы лантана. При этом важным этапом работы является исключение эффектов, оказываемых вспомогательными вещества-

ми, используемыми при создании мягких лекарственных форм, например таких, как полиэтиленгликоль (сплав 400–4500), повияргол (высокодисперсное серебро, стабилизированное низкомолекулярным медицинским поливинилпирролидоном).

Материал и методы. В работе изучены водорастворимые лекарственные препараты, содержащие нитрат лантана: 1) гель лантана (ООО «Рубикон», Беларусь), представляющий собой комплексное соединение полиэтиленгликоля $\text{HO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$ 400/4500 и $\text{La}(\text{NO}_3)_3$ (4%); 2) суспензия «Лантамед» (ООО «Рубикон», Беларусь), включающая в состав 4% $\text{La}(\text{NO}_3)_3$ и 1% повияргола (металл-полимерная композиция, содержащая 7% высокодисперсного Ag, стабилизированного поливинилпирролидоном); 3) $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; 4) гель повияргола 1% (ООО «Рубикон», Беларусь), представляющий собой комплексное соединение геля карбопола и повияргола. Перед проведением экспериментов препараты растворяли в 0,15 М NaCl. В работе также использованы: декстран-500, фиколл-400, люминол, Triton X-100 («Sigma», США); урографин («Schering AG», Германия); гепарин, латекс («Белмедпрепараты», Беларусь); соли NaCl, KCl, $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, CaCl_2 , NaHCO_3 и глюкоза, все х.ч.

Выделение нейтрофилов из донорской крови проводили по методу, описанному в работе [6]. В итоге полученная фракция содержала не менее 96% нейтрофилов. Для определения спектров поглощения и люминесцентных свойств препаратов нитрата лантана измеряли оптическую плотность (D) и пропускание (T%) образцов с помощью спектрофотометра PV 1251A («Солар», Беларусь) в области 325–700 нм. Спектры испускания образцов регистрировали с использованием спектрофлуориметра LSF 1211A («Солар», Беларусь). Для измерений использованы кварцевые прямоугольные кюветы толщиной 1 см. Измерения проводились при комнатной температуре.

Повреждение нейтрофилов при действии препаратов лантана исследовали по высвобождению из клеток цитозольного фермента лактатдегидрогеназы (ЛДГ). Агрегацию нейтрофилов исследовали методами турбидиметрии (нефелометрии) и световой микроскопии. С помощью агрегометра AP 2110 («Солар», Беларусь) регистрировали кинетические зависимости коэффициента пропускания света T (в диапазоне от 500 до 700 нм) до и после внесения препаратов нитрата лантана в суспензии нейтрофилов. Измерения проводили при 37°C, в среде с добавлением CaCl_2 . Содержание нейтрофилов в образцах составляло $3 \cdot 10^6$ клеток/мл. Процесс агрегации контролировали визуально с использованием светового микроскопа «Биолам П-1».

Адгезивность нейтрофилов исследовали, оценивая силу прикрепления клеток к подложке. Клетки инкубировали в стеклянных кюветах в присутствии препаратов нитрата лантана в течение 30 мин при 37°C; затем пластинки дважды промывали в среде Эрла. Количество оставшихся прикрепленных к подложке клеток (на единицу площади) определяли с использованием светового микроскопа.

Генерацию нейтрофилами активных кислородных метаболитов изучали методом люминол-опосредованной хемилюминесценции при активации клеток в ходе адгезии на стекло, действии хемотаксического агента fMLP и фагоцитозе латекса с помощью измерительного аппаратно-программного комплекса БХЛ-1-«Unichrom» (БГУ, «Новые аналитические системы», Беларусь). Измерения проводили при 37°C и pH = 7,2–7,4, в среде с добавлением CaCl₂. Содержание нейтрофилов в образцах составляло 1·10⁶ клеток/мл. Суспензию клеток помещали в стеклянную кювету, добавляли люминол (5·10⁻⁵ моль/л) и регистрировали кинетические зависимости люминол-опосредованной хемилюминесценции, обу-

словленной генерацией нейтрофилами АКМ в ходе адгезии клеток на стекло. Через 10 мин в образцы также вносили латекс (30 мкл разбавленного базового раствора для определения ревматоидного фактора) или fMLP (1·10⁻⁶ моль/л) и определяли параметры люминол-опосредованной хемилюминесценции, обусловленной образованием АКМ в ходе фагоцитоза латекса нейтрофилами. Интегральную интенсивность хемилюминесценции клеток вычисляли как площадь под кинетической кривой, полученной за время измерения 10 мин при стимуляции клеток в ходе адгезии и за 4 минуты при действии латекса или fMLP.

Каждый эксперимент проводился с повторностью 3–5 раз. Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программы Excel. Различия считали достоверными при уровне значимости различий $p \leq 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Исследовано влияние препаратов лантана на хемилюминесценцию при окислении люминола, катализируемом пероксидазой (рис.).

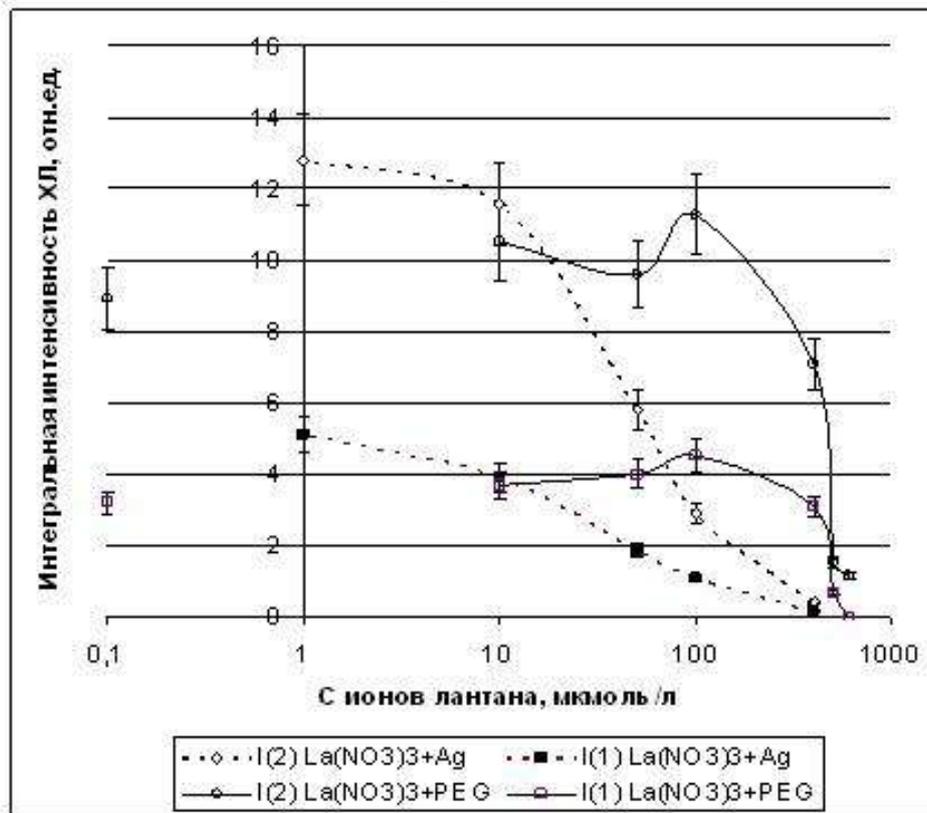


Рис. Влияние нитрата лантана в комплексе с повидарголом (+Ag) и в комплексе с гелем полиэтиленгликоля (+PEG) на интенсивность ХЛ в системе с «ПХ + H₂O₂ + люминол».

Из рисунка следует, что лантамед снижает интенсивность свечения в данной системе при концентрациях нитрата лантана, превышающих

10 мкмоль/л, а гель ПЭГ с нитратом лантана (как и «чистого» нитрата лантана) – при концентрациях ионов лантана выше 0,5 мкмоль/л.

Оказалось, что изменение интенсивности ХЛ может быть связано не только с ингибирующим действием ионов La^{3+} , но и поглощением излучения «повиарголом», входящем в состав «Лантамед». «Повиаргол» поглощает с максимумом на длине волны $\lambda_{\text{макс}} = 408$ нм, $\epsilon_{408} = 590 \text{ М}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$, полуширина полосы – 65 нм; «Лантамед» – $\lambda_{\text{макс}} = 404$ нм, $\epsilon_{404} = 540 \text{ М}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$, полуширина полосы – 60 нм и при этом они не флуоресцируют. Фотолюминесценция люминола в 0,15 М NaCl наблюдается в области 370–580 нм, $\lambda_{\text{макс}} = 427$ нм, полуширина полосы около 60 нм (400–460 нм). Таким образом, полосы поглощения «Повиаргола» и «Лантамед» перекрываются с полосой флуоресценции люминола (как и 3-аминофтала-та), что приводит к снижению интенсивности испускания света люминолом (как и 3-аминофтала-том). Следует отметить, что нитрат лантана без ПЭГ и повиаргола, не влияет на поглощение и испускание света люминолом в концентрациях до 2 ммоль/л (максимальная использованная концентрация), как и ПЭГ-400 без нитрата лантана.

В то же время нитрат лантана в комплексе с ПЭГ приводил к изменению поглощения света и усилению люминесценции люминола. Эффект усиления составил 100% при 2 ммоль/л нитрата лантана в комплексе с ПЭГ, 50% при 0,2 ммоль/л и около 5% при 20 мкмоль/л.

Полученные данные следует учитывать при анализе результатов, полученных при исследовании хемилюминесценции нейтрофилов.

В результате изучения влияния препаратов, содержащих $\text{La}(\text{NO}_3)_3$, на процесс генерации активных кислородных метаболитов при адгезии нейтрофилов на стекло и при внесении латекса обнаружено, что все изученные препараты могут приводить к ингибированию генерации активных кислородных метаболитов нейтрофилами, активируемыми в ходе адгезии клеток на стекло. Этот эффект наименее выражен для препарата лантана с ПЭГ и наблюдается при концентрации лантана в среде, превышающей 100 мкмоль/л. Для раствора $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ в 0,15 М NaCl ингибирование имеет место при концентрации 10 мкмоль/л и выше (при 5–10 ммоль/л 100% ингибирование), а для препарата «Лантамед» – при концентрациях, составляющих десятые доли мкмоль/л. В случае активации нейтрофилов латексом добавление растворов $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ и препарата «Лантамед» приводит к ингибированию генерации АКМ при тех же концентрациях, что и в случае адгезии. Однако при воздействии растворенного геля лантана латекс-индуцированная генерация активных кислородных метаболитов не ингибируется, а, наоборот,

усиливается при концентрациях, вызывающих снижение образования активных кислородных метаболитов при адгезии. Оказалось, что при внесении геля лантана происходит не только изменение суммарного выхода АКМ, как в случае других препаратов, но и изменение кинетики процесса: в первые минуты после начала адгезии выход АКМ возрастает, а только затем снижается.

Механизмы влияния ионов La^{3+} , входящих в состав изучаемых препаратов, на процессы генерации АКМ нейтрофилами при адгезии к стеклу и при фагоцитозе латекса могут включать блокирующее действие La^{3+} на транспорт Ca^{2+} через каналы цитоплазматической мембраны и Ca^{2+} -зависимую внутриклеточную передачу сигналов, поскольку формирование комплексов, генерирующих активные кислородные метаболиты, и поддержание их продолжительной активации при адгезии и фагоцитозе требуют потока Ca^{2+} через клеточную мембрану. Как известно, поверхность клеток несет отрицательный заряд, что существенно влияет на адгезионные и другие свойства клеток. При высоких концентрациях La^{3+} может снижать поверхностный потенциал клеток, взаимодействуя с отрицательными зарядами поверхности. В таком случае действие La^{3+} будет независимым от Ca^{2+} и трансдукции сигналов в клетках; нейтрофилы не будут взаимодействовать или, наоборот, будут налипать на различные субстраты вследствие изменения зарядового профиля поверхности. Не исключены и другие механизмы действия La^{3+} .

Обнаруженные различия эффектов, вызываемых изученными препаратами, могут быть объяснены совместным действием входящих в их состав веществ. Более сильное действие комплексного препарата «Лантамед», включающего $\text{La}(\text{NO}_3)_3$ и повиаргол, по сравнению с одним $\text{La}(\text{NO}_3)_3$ очевидно обусловлено сочетанным действием $\text{La}(\text{NO}_3)_3$ и повиаргола, для последнего из которых продемонстрированы антиокислительные эффекты на модельной системе с гидропероксидом и гипохлоритом. Необходимость более высоких концентраций лантана для проявления ингибирующего эффекта геля лантана, по видимому, связана с сорбционными свойствами ПЭГ. Во-первых, сами ионы лантана могут быть сорбированы на ПЭГ и находиться в связанном состоянии. В таком случае La^{3+} высвобождается в раствор постепенно и реальная концентрация свободных ионов La^{3+} в среде, доступных для взаимодействия с клетками, ниже рассчитанной на основе количественного состава препарата. Во-вторых, на ПЭГ могут сорбироваться и другие вещества, участвующие в процессах генера-

ции АКМ или/и используемые для регистрации АКМ. И, в-третьих, ПЭГ может сорбироваться на клеточной поверхности и изменять ее физико-химические свойства, влияя на межклеточную коммуникацию и адгезионные свойства нейтрофилов.

Таким образом, действие ионов лантана на нейтрофилы выражается в ингибировании способности нейтрофилов генерировать АКМ при адгезии и фагоцитозе, образовании неактивных клеточных агрегатов и предотвращении адгезии нейтрофилов на поверхность субстрата. При высоких концентрациях La^{3+} эффекты не зависят от присутствия Ca^{2+} в среде. Частицы серебра (препарат повиаргол) приводят к значительному повышению эффективности действия La^{3+} на активность нейтрофилов. В препарате геля лантана с ПЭГ полиэтиленгликоль препятствует агрегационному действию La^{3+} и ингибиторному влиянию La^{3+} на генерацию АКМ при фагоцитозе латекса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Nathan, C. Neutrophils and Immunity: Challenges and Opportunities / C. Nathan // *Nat. Rev. Immunol.* – 2006. – Vol. 6. – P. 173–182.
2. Aratani, Y. Role of Myeloperoxidase in the Host Defense against Fungal Infection / Y. Aratani // *Nippon Ishinkin Gakkai Zasshi.* – 2006. – Vol. 47, № 3. – P. 195–199.
3. Arnhold, J. Review: properties, functions, and secretion of human myeloperoxidase. *Biochemistry (Moscow)* / J. Arnhold // – 2004. – Vol. 69, № 1. – P. 4–9.
4. Babior, B.M. NADPH oxidase: an update / B.M. Babior // *Blood.* – 1999. – Vol. 93, № 5. – P. 1464–1476.
5. Kavalenka, A.I. Systems of reactive oxygen species generation in human neutrophils: chemiluminescent analysis / A.I. Kavalenka [et al.] // *Clin. Lab.* – 2003. – Vol. 49, № 9/10. – P. 566.
6. Kavalenka, A.I. Effects of hydrogen peroxide on neutrophil ability to generate reactive oxygen and chlorine species and to secrete myeloperoxidase in vitro / A.I. Kavalenka, G.N. Semenkova, S.N. Cherenkevich // *Cell Tissue Biol.* – 2007. – Vol. 1, № 6. – P. 551–559.
7. Welte, T. Asthma and COPD / T. Welte, D.A. Groneberg // *Exp. Toxicol. Pathol.* – 2006. – Vol. 57, Suppl. 2. – P. 35–40.
8. Exner, M. Myeloperoxidase Predicts Progression of Carotid Stenosis in States of Low High-Density Lipoprotein Cholesterol / M. Exner [et al.] // *J. Am. Coll. Cardiol.* – 2006. – Vol. 47. – P. 2212–2218.

Поступила в редакцию 24.05.2010

Адрес для корреспонденции: 210038, г. Витебск, Московский пр-т, д. 33, УО «ВГУ им. П.М. Машерова», кафедра химии, e-mail: chirkin@tut.by – Козина Н.Т.

Исследование эффектов йодсодержащих биологически активных препаратов при коррекции нарушений функции щитовидной железы, индуцированных дефицитом йода у крыс

Л.И. Надольник*, С.С. Чумаченко*, О.М. Балаева-Тихомирова**, Д.А. Горева*,
П.Н. Климович*, Т.Г. Северина***, А.А. Чиркин**

*Государственное учреждение «Институт фармакологии и биохимии» НАН Беларуси»

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

***Гродненская областная клиническая больница

Проведено исследование эффектов йодсодержащих биологически активных препаратов экстракта фукуса (ЭФ) и экстракта куколок дубового шелкопряда (ЭКДШ) для коррекции нарушений функции щитовидной железы (ЩЖ) у крыс после длительного потребления диеты с низким содержанием йода (НИД). Коррекция метаболических нарушений, обусловленных дефицитом йода, была более эффективной при применении йодсодержащих препаратов ЭКДШ и ЭФ. Введение препаратов привело к снижению массы ЩЖ на 22,1% и 24,6%, полному восстановлению тиреоидного статуса (концентрация тиреоидных гормонов в крови, концентрация йода в ЩЖ), значительному восстановлению нарушений липидного обмена (повышение концентрации холестерина-ЛПВП). Введение препарата ЭКДШ характеризовалось значительным восстановлением структуры ЩЖ (среднефолликулярное строение, фолликулы заполнены коллоидом без резорбции и десквамации эпителия), функциональное напряжение отмечалось в единичных группах фолликулов. Структурные изменения ЩЖ крыс, получавших ЭФ, характеризовались выраженными признаками гиперфункции (образование внутрифолликулярных пролифератов, выраженная резорбция коллоида, десквамация тиреоидного эпителия). У животных группы НИД на фоне дефицита йода развилась гипергликемия ($7,98 \pm 0,14$ ммоль/л), которая нормализовалась при введении йодида калия, а также йодсодержащего препарата ЭКДШ.

Ключевые слова: щитовидная железа, йод, тиреоидный статус, гипертиреоз.

Research of the effects of iodine-containing biologically active substances by the correction of impaired functions of the rat thyroid gland by low-dose iodine diet

L.I. Nadolnik*, S.S. Chumachenko*, O.M. Balaeva-Tikhomirova**, D.A. Goreva*,
P.N. Klimovich*, T.G. Severina***, A.A. Chirkin**

The Scientific and Production Center «The Institute of Pharmacology and Biochemistry»
of National Academy of Sciences of Belarus

**Grodno Regional Clinical Hospital

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

Summary. The research of the effects of iodine-containing biologically active substances from a fucus extract (FE) and an oak silkworm chrysalis extract (OSCE) was carried out to correct impaired functions of the rat thyroid gland (TG) after long-term consumption (12 weeks) of a low-dose iodine diet (LDID). The correction of the metabolic impairments induced by iodine deficiency was more effective after treatment by iodine-containing OSCE and FE. They caused a decrease in the TG weight by 22,1% and 24,6%, a complete recovery of the thyroid status (blood thyroid hormone concentration, thyroid iodine concentration), a considerable alleviation of lipid metabolism impairments (elevated cholesterol-low-density lipoproteins). The OSCE treatment markedly recovered the TG structure (medifollicular structure, the follicles are filled with colloid without epithelium resorption and desquamation) and the functional stress was noted in single follicular groups. The structural changes in the thyroid of FE-treated rats were characterized by marked hyperfunction signs (formation of intrafollicular proliferates, marked colloidal resorption and thyroid epithelium desquamation). In combination with iodine deficiency the LDID animals developed hyperglycemia ($7,98 + 0,14$ mmol/l) which was normalized after the administration of potassium iodide and the iodine-containing OSCE preparation.

Йод является важнейшим незаменимым субстратом для синтеза тиреоидных гормонов, – молекул, играющих ключевую роль в регуляции важнейших метаболических путей в большинстве клеток. Однако и сегодня более 1 млрд человек в мире проживают в условиях

хронического дефицита йода, подвергая себя риску всевозможных заболеваний [1–2]. Несмотря на значительное количество мероприятий, проведенных ВОЗ по ликвидации дефицита йода, эта проблема не решена до настоящего времени [3–4]. Рост патологии щитовидной железы (ЩЖ) отмечается во мно-

гих странах мира, включая и Республику Беларусь [5]. Йоддефицитные заболевания – все еще единственная, самая важная причина предотвратимых умственных дефектов и различных заболеваний, серьезность и необратимость которых зависит от степени недостаточности йода. Механизмы адаптации организма человека к дефициту йода однозначно не установлены [6–7], но показано, что наряду с ТТГ-зависимой регуляцией серьезная роль принадлежит ТТГ-независимой саморегуляции функции ЩЖ [8].

Для коррекции метаболических нарушений йодного статуса при эндемическом зобе в настоящее время используются препараты, содержащие йодид калия, которые пациенты принимают в течение длительного времени (6–12 месяцев и более) [9]. В настоящее время не ясно, является ли применение КИ оптимальным средством для коррекции метаболических нарушений, связанных с недостаточностью йода. Возможно, глубина и серьезность реакций, индуцированных дефицитом йода, такова, что более эффективным будет применение комплексного препарата, восполняющего не только недостаток йода, но и влияющего на процессы регенерации ЩЖ и восстановление метаболических нарушений, тесно связанных с функцией ЩЖ (например, окислительный метаболизм, липидный, углеводный обмен).

Для проведения экспериментального исследования нами выбраны 2 препарата – экстракт фукуса (ЭФ) и экстракт куколок дубового шелкопряда (ЭКДШ). Фукус Пузырчатый (*Fucus Vesiculosus Extract*): экстракт этой морской водоросли насыщен йодом, полисахаридами и биологически активными веществами, содержит альгинаты, маннит, полифенолы, соли железа. Уникальный комплекс биологически активных веществ стимулирует регенеративные процессы, обладает антистрессорными свойствами, укрепляет иммунную систему и защитные свойства эпидермиса [10]. Экстракт куколок дубового шелкопряда содержит комплекс биологически активных веществ (аминокислот, витаминов, пептидов). Данный препарат содержит небольшое количество йода (5–7 мкг/л), а также обладает выраженными антиоксидантными свойствами [11]. Цель данного исследования – оценить эффективность использования йодсодержащих биологически активных препаратов для коррекции метаболических нарушений тиреоидного статуса у крыс, длительное время содержащихся на низкоiodной диете.

Материал и методы. В работе были проанализированы результаты экспериментов с ис-

пользованием самок крыс Вистар с начальной массой 120–140 г (в каждой подгруппе по 8 животных). Йодный дефицит у крыс моделировали, используя низкоiodные диеты (НЙД) [12]. Оценивали эффективность коррекции метаболических нарушений у крыс, обусловленных дефицитом йода, с использованием йодсодержащих препаратов – экстракта куколок дубового шелкопряда (ЭКДШ), полученного по методу В.А. Трокоз [13], и экстракта фукуса (ЭФ). Животные были разделены на четыре группы:

- 1 группа – низкоiodная диета на протяжении 12 и 16 недель (НЙД);
- 2 группа – низкоiodная диета на протяжении 12 недель + введение препарата йодида калия (одна суточная доза) на протяжении 4 недель (НЙД+1СДЙ);
- 3 группа – низкоiodная диета на протяжении 12 недель + введение йодсодержащего препарата экстракта куколок дубового шелкопряда (ЭКДШ) на протяжении 4 недель (НЙД+1СДЙ+ЭКДШ);
- 4 группа – низкоiodная диета на протяжении 12 недель + введение йодсодержащего препарата экстракта фукуса (ЭФ) на протяжении 4 недель (НЙД+1СДЙ+ЭФ).

Препараты вводились интрагастрально 1 раз в день в объеме 0,5–1,0 мл. Содержание йодида во всех препаратах составляло 1 суточную дозу (7 мкг/100 г массы), ЭКДШ вводили в дозе 100 мкл/кг массы, экстракт фукуса в дозе 100 мкл/кг массы. Декапитация животных проводилась через 24 часа после последнего введения препаратов.

В крови крыс определяли общее содержание тироксина (Т4) и трийодтиронина (Т3) радиоиммунологическим методом с использованием наборов (ХОП ИБОХ НАНБ). В ткани ЩЖ определялось содержание общего йодида (Iобщ), его белковосвязанной (Iбс) и свободной фракций (Iсв) каталитическим церий-арсенитным методом в модификации авторов. В ЩЖ спектрофотометрически определяли активность тиреопероксидазы (ТПО) по окислению йодида [23] и каталазы. В печени крыс измеряли активность тиреоидиндуцированных ферментов – малатдегидрогеназы (НАДФ-МДГ) и глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназы (Г-6-ФДГ). Содержание кортикостерона в крови определяли методом ВЭЖХ, в качестве подвижной фазы использовали гексан:хлороформ:метанол в объемном соотношении 7:1:1. Концентрацию стабильных альдегидных продуктов ПОЛ в ЩЖ и печени крыс измеряли в реакции с тиобарбитуровой кислотой (ТБКРС): базальный и спонтанно-активирован-

ный уровни. В крови крыс измерялась концентрация общего холестерина ферментативным методом с липид-осветляющей системой (CHOD-POD) с использованием наборов «Анализ плюс» (Республика Беларусь), холестерина ЛПВП – прямым ферментативным колориметрическим методом с использованием наборов «Spinreact» (Испания), триглицеридов – фотометрическим ферментативным методом с липид-просветляющей системой, с использованием наборов «Анализ плюс», глюкозы – фотометрическим глюкозооксидазным методом, с использованием наборов «Анализ плюс».

Для микроскопического исследования железы фиксировались в 10% растворе формалина. После проводки в спиртах и заливки в парафин изготавливали гистологические срезы с окраской их гематоксилином и эозином, которые изучали

под микроскопом «Olympus IX51 (Olympus, Япония)». Фотосъемка препаратов проводилась камерой «ALTRA-20», полученные изображения оптимизировались с использованием программного обеспечения «analySIS grtIT».

Статистическая обработка данных проведена в программе «Statistica-6.0» с использованием U-теста Манна–Уитни. Критическое значение уровня значимости принимали 5%.

Результаты и их обсуждение. Введение в течение 4 недель йодсодержащих препаратов привело к значительным изменениям функции ЩЖ: показателей, характеризующих тиреоидный статус, метаболизм йода, а также некоторых показателей углеводного и липидного обмена. Об эффективности восстановления йодного статуса свидетельствует в первую очередь повышение экскреции йода с мочой (рис. 1).

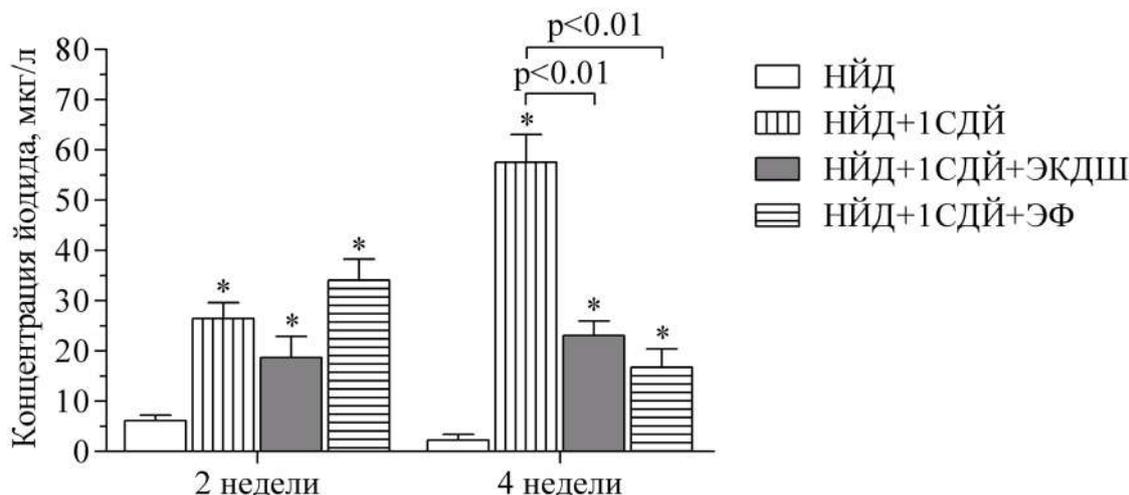


Рис. 1. Экскреция йода с мочой у крыс, получавших йодсодержащие препараты в течение 2 и 4 недель, после длительного потребления (12 недель) низкоiodной диеты (M±m),* – p<0,05 по сравнению с группой НЙД.

Через 2 недели экскреция йода с мочой значительно повысилась у животных всех групп, принимающих йодсодержащие препараты, – наиболее значимо в группе, принимающей йодсодержащий ЭФ, – до 34,09±4,24 мкг/л. Через 4 недели экскреция йода в моче крыс группы НЙД+1СДЙ составляла 95,87±16,16 мкг/л, что было значительно выше, чем в группах НЙД+1СДЙ+ЭКДШ (23,11±2,88 мкг/л) и НЙД+1СДЙ+ЭФ (16,80±3,62 мкг/л). Учитывая, что содержание йода во всех препаратах было одинаковым, столь значительные различия в утренней порции мочи могут быть обусловлены активацией йодсберегающих механизмов на фоне введения биологически активных препаратов.

Введение йодсодержащего препарата ЭКДШ вызывало наиболее значимый эффект в восстановлении уровня тиреоидных гормонов у крыс (рис. 2). Концентрация Т4 в крови повысилась на 70,1% по сравнению с группой НЙД и на 31,1% по сравнению с группой НЙД+1СДЙ, а Т3 – на 33,6% по сравнению с группой НЙД+1СДЙ. В крови крыс, получавших йодсодержащие препараты, отмечено значительное снижение соотношения Т3/Т4, кроме группы НЙД+1СДЙ, что является свидетельством нормализации процессов биосинтеза тиреоидных гормонов в ЩЖ, поскольку хорошо известно, что сдвиг данного соотношения в сторону повышения продукции Т3 является критерием дефицита йода в организме.

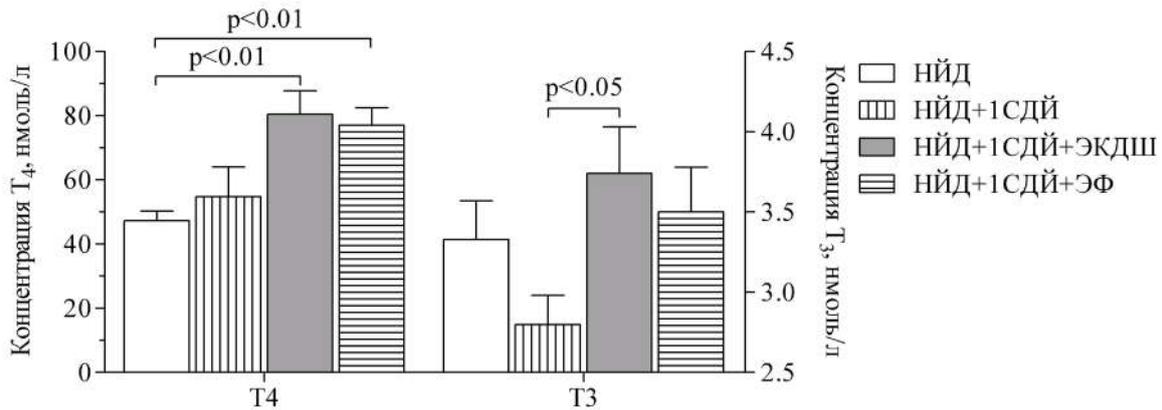


Рис. 2. Влияние йодсодержащих биологически активных препаратов на концентрацию тироксина (нмоль/л) и трийодтиронина (нмоль/л) в крови крыс, длительное время содержащихся на низкоiodной диете ($M \pm m$).

Введение йодсодержащих препаратов ЭКДШ и ЭФ повышало содержание йода в ЩЖ в 18,3–20,9 раза. Уровень белковосвязанной фракции увеличился в 12,4–13,9 раза, свободной – в 458–679 раз. Восстановление йодного статуса отмечено во всех группах, включая группу, получавшую KI. Не обнаружено различий в содержании йодида в ЩЖ крыс, получавших препарат йодида калия без добавок и йодированные биологически активные препараты. Необходимо отметить, что повышение содержания йода в ЩЖ значи-

тельно повышает содержание его свободной неорганифицированной фракции. По-видимому, используемые биологически активные препараты не влияли на поглощение йодида и экспрессию NaI симпортера. В отличие от других препаратов, после введения йодсодержащего ЭФ количество йодида в сыворотке значительно повысилось (на 64%); по-видимому, это может быть обусловлено особенностями состава данного йодсодержащего препарата, возможно, содержащейся в нем природной формой йода.

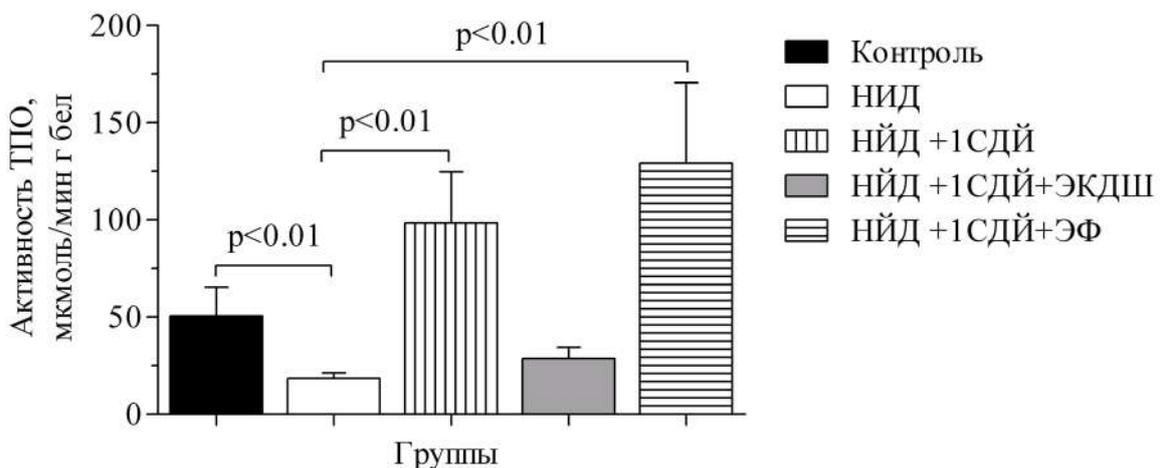


Рис. 3. Влияние йодсодержащих биологически активных препаратов на активность ТПО в ЩЖ крыс, длительное время содержащихся на низкоiodной диете.

Активность ТПО значительно повышалась в ЩЖ крыс, получавших йодид калия и йодированный ЭФ (рис. 3), но в группе НИД+1СДЙ+ЭКДШ сохранялась на уровне группы НИД. Учитывая, что ТПО является ключевым ферментом, катализирующим окисление йодида и конденсацию йодтиронинов, не совсем

ясно, как связана активность данного фермента с йодной обеспеченностью. Снижение активности ТПО в условиях длительного дефицита йода может быть обусловлено низким уровнем субстрата (йодида), с другой стороны, повышение активности при введении йодсодержащих препаратов, как видим, не определяется лишь концентрацией

йода (поскольку концентрация йодида во всех препаратах одинакова), а зависит от содержания других компонентов данных комплексов. Вместе с тем на фоне восстановления активности ТПО до контрольных значений (в группе НЙД+1СДЙ+ЭКДШ) именно в этой группе отмечен наиболее высокий уровень Т₄ и Т₃ в крови, что свидетельствует об активной секреции йодтиронинов клетками ЩЖ.

Для оценки эффективности восстановления тиреоидного статуса было проведено измерение активности некоторых тиреоидиндуцируемых

ферментов в печени крыс. Введение препаратов йода не оказывало значительного влияния на активность тиреоидиндуцируемых ферментов в печени крыс. Представляют значительный интерес эффекты препарата ЭКДШ (табл. 1), введение которого в течение месяца сопровождалось снижением активности Г6-ФДГ на фоне снижения активности ПОЛ в печени (концентрация ТБКРС снизилась на 27,12%), что может свидетельствовать об оптимизации окислительного метаболизма и выраженном антиоксидантном эффекте данного препарата.

Таблица 1

Влияние йодсодержащих биологически активных препаратов на активность тиреоидиндуцируемых ферментов НАДФ-МДГ (мкмоль×мин/г белка) и Г6-ФДГ (мкмоль×мин/г белка) в печени крыс, а также на активность ПОЛ и некоторых антиоксидантных ферментов в ЩЖ и печени крыс, длительное время содержащихся на низкоiodной диете, (M±m)

Показатель	НЙД	НЙД+1СДЙ	НЙД+1СДЙ+ ЭКДШ	НЙД+1СДЙ ЭФ
Активность НАДФ-МДГ, мкмоль×мин/г белка	11,13±1,68	10,08±1,32	8,77±0,84	13,08±2,71
Активность Г6-ФДГ, мкмоль×мин/г белка	25,88±2,25	20,36±1,65	18,86±0,93 ^А	20,65±2,44
Активность каталазы в ЩЖ, мкмоль мин/г белка	17,43±1,20	11,07±0,92 ^А	10,25±1,30 ^А	14,57±1,49
Концентрация ТБКРС в ЩЖ, мкмоль/г ткани	134,91±11,17	129,03±5,33	134,29±7,47	138,70±5,32
Концентрация ТБКРС в печени, мкмоль/г ткани	83,12±3,99	75,64±3,21	71,79±2,69 ^А	77,73±3,89

Примечание: ^А – достоверное изменение показателя по сравнению с группой (НЙД).

Уровень альдегидных продуктов ПОЛ в ЩЖ не изменялся на фоне введения препаратов, что является следствием высокой активности процессов свободнорадикального окисления в ЩЖ (тонкая регуляция редокс-потенциала тироцитов) и сложной архитектуры ткани ЩЖ. Механизмы развития окислительного стресса в клетках ЩЖ, а также состояние антиоксидантного статуса являются предметом пристального изучения в настоящее время. Однако снижение активности каталазы на 36,5% при введении К1 и на 41,2% при введении йодсодержащего препарата ЭКДШ свидетельствует, что нормализация йодной обеспеченности ЩЖ связана со снижением активности свободнорадикальных процессов.

Нормализация тиреоидного статуса согласуется с изменением некоторых показателей липидного и углеводного обмена, которые были измерены в крови крыс, учитывая ключевую роль тиреоидных гормонов в их регуляции (табл. 2).

Положительным моментом введения данных препаратов является повышение уровня холестерина ЛПВП в 1,4 раза в крови крыс, получавших

йодированный препарат ЭКДШ, в отличие от группы, получавшей только йодид калия (НЙД+1СДЙ); это свидетельствует о том, что данные эффекты обусловлены препаратом ЭКДШ, а не его йодированной формой. Снижение концентрации триглицеридов отмечено в группе, получавшей К1, по сравнению с группой НЙД; в группе НЙД+1СДЙ+ЭКДШ отсутствовали изменения данного показателя. Следствием длительного содержания крыс на диете с низким содержанием йода явилось повышение концентрации глюкозы в крови до 7,98±0,14 мкмоль/л (гипергликемия). Введение препаратов и нормализация йодного статуса сопровождалась нормализацией уровня глюкозы в крови, наиболее значимо – при введении йодида калия и йодсодержащего препарата ЭКДШ; введение йодированного препарата ЭФ не было эффективным (рис. 4). Механизмы данных эффектов представляют значительный интерес, поскольку роль тиреоидных гормонов в регуляции углеводного обмена (гомеостаз глюкозы) до настоящего времени окончательно не установлена.

Таблица 2

Влияние йодсодержащих биологически активных препаратов на некоторые показатели липидного обмена в крови крыс, длительное время содержащихся на низкоiodной диете, (M±m)

Показатель	НЙД	НЙД+1СДЙ	НЙД+1СДЙ+ЭКДШ	НЙД+1СДЙ+ЭФ
Группа	А	Б	В	Г
Общий холестерол крови, мкмоль/л	1,96±0,048	2,033±0,083	2,188±0,048 ^А	2,15±0,150
Хл-ЛПВП, мкмоль/л	0,246±0,020	0,240±0,030	0,328±0,023 ^Б	0,345±0,026 ^Б
Триглицериды крови, мкмоль/л	0,810±0,075	0,623±0,016 ^А	0,813±0,032 ^Б	0,690±0,021 ^Б

Примечание: А – достоверное изменение показателя по сравнению с группой А (НЙД), Б – достоверное изменение показателя по сравнению с группой Б (НЙД+1СДЙ), те же обозначения и на других рисунках.

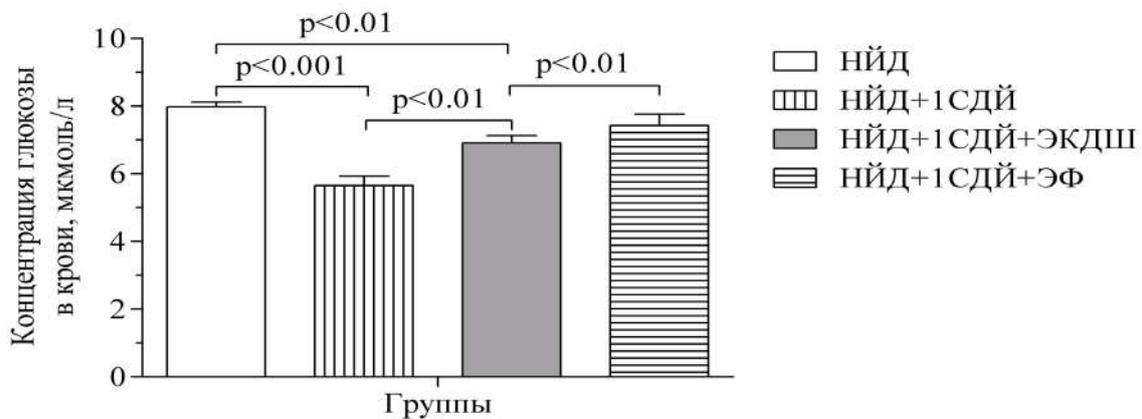


Рис. 4. Влияние йодсодержащих биологически активных препаратов на концентрацию глюкозы в крови крыс, длительное время содержащихся на низкоiodной диете.

Изменения биохимических показателей, характеризующих тиреоидный статус, сопровождались значительным изменением морфологической структуры ЩЖ экспериментальных животных. ЩЖ контрольных крыс имела нормальный среднефолликулярный тип строения (рис. 5).

Фолликулы заполнены коллоидом средней электронной плотности, в некоторых фолликулах отмечалась частичная резорбция коллоида без десквамации тиреоидного эпителия. Характерен слабовыраженный отек стромы.

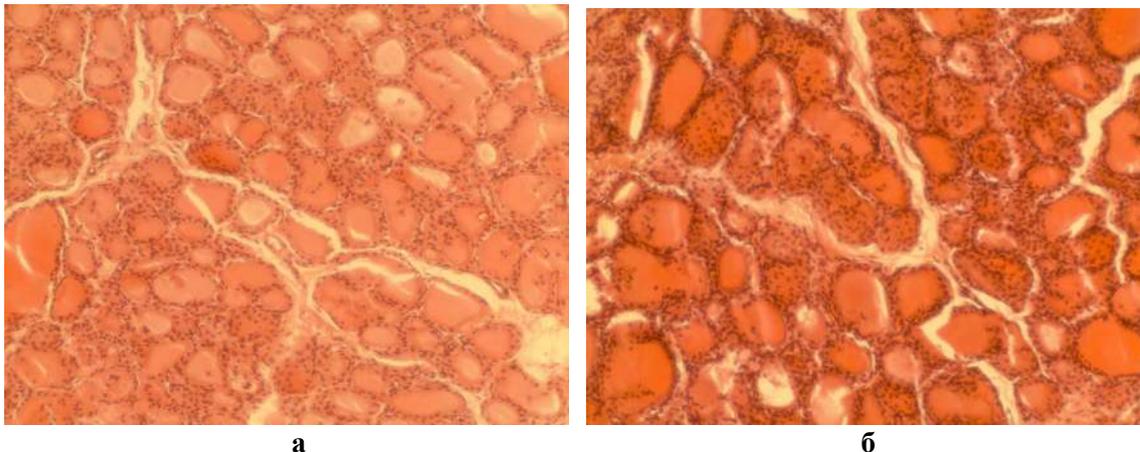


Рис. 5. Щитовидная железа контрольных животных. Нормопластический среднефолликулярный тип строения, фолликулы заполнены коллоидом средней электронной плотности, имеются фолликулы с частичной резорбцией коллоида, слабовыраженный отек стромы.

В ЩЖ крыс, содержащихся в течение 16 недель на НІД, на большом протяжении имелись участки с сохраненным коллоидом без десквамации эпителия (рис. 6 а). На обширных участках отмечаются признаки функциональной напряженности ЩЖ с выраженной резорбцией коллои-

да (рис. 6 в, е), участки с полным опустошением фолликул (рис. 6 г, е), десквамацией тиреоидного эпителия (рис. 6 в, д) и деструкцией фолликулярной структуры, характерен умеренный отек стромы (рис. 6 б, в).

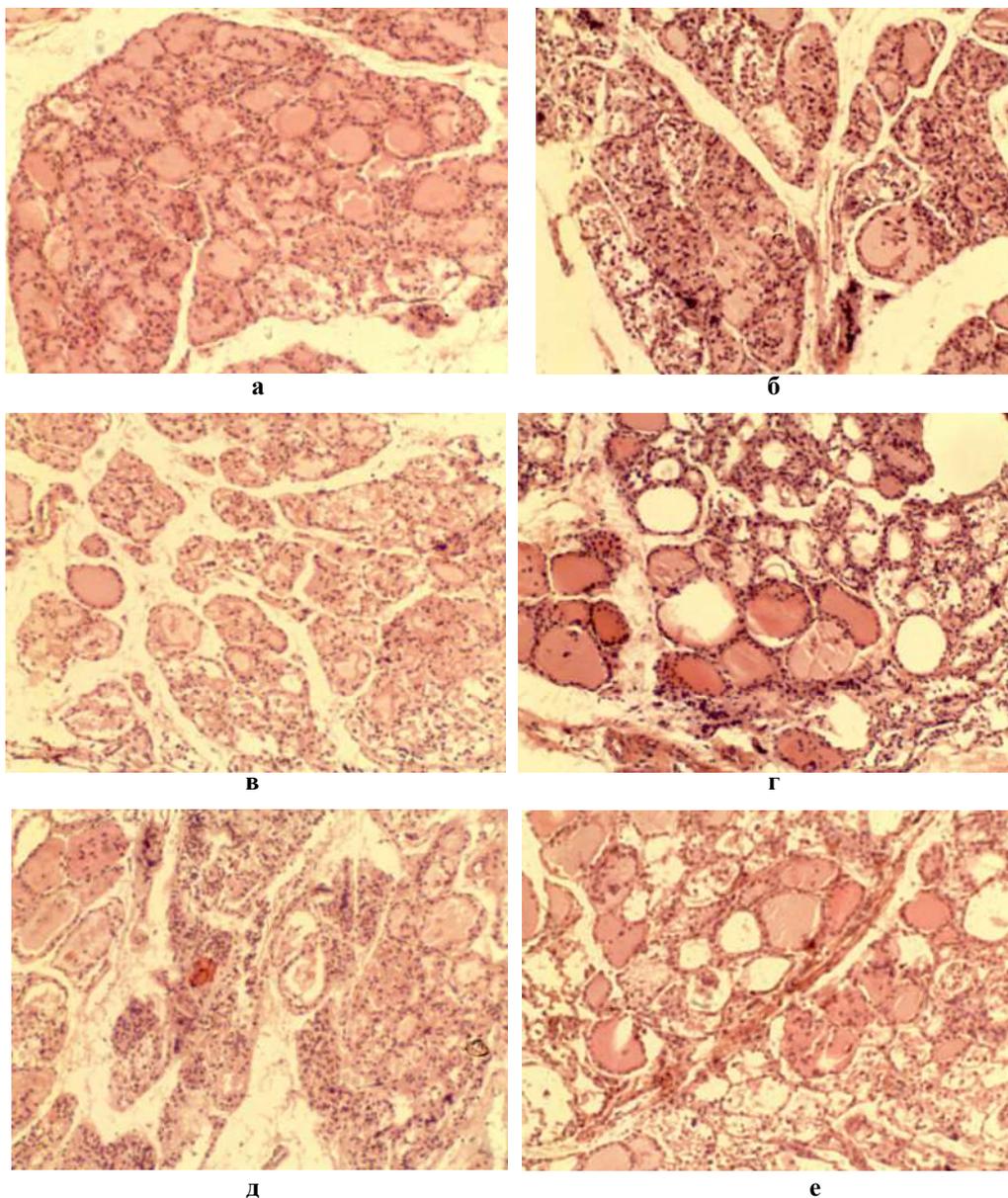


Рис. 6. ЩЖ крыс группы на НІД (16 недель): участки с коллоидом без десквамации эпителия (а), признаки функциональной напряженности ЩЖ с резорбцией коллоида (б, в, г), десквамацией тиреоидного эпителия (б, г), умеренный отек стромы (б, в, д), деструкция фолликулярной структуры (е).

Во многих случаях отмечаются уплощение фолликул, снижение высоты тиреоидного эпителия (рис. 6 г, е). ЩЖ крыс, получавших в течение 4 недель препарат КІ, характеризовались выраженной мелкофолликулярной гетерогенной

структурой (рис. 7 а, б, г) с наличием единичных фолликул средних размеров, заполненных густым коллоидом (рис. 7 б, в). Характерны участки с резко выраженным функциональным напряжением в виде резорбции коллоида (рис. 7

в, г), десквамации эпителия (рис. 7 б, г), участками с густым застывшим эпителием и единичными мелкоочаговыми участками лимфоидной инфильтрации (рис. 7 б, в). Отмечаются увеличение высоты тиреоидного эпителия, его вакуолизация (рис. 7 г). Фактически, несмотря на нор-

мализацию йодного статуса в ЩЖ при введении КІ, не отмечено восстановления структурных нарушений. Одной из причин этого является, по-видимому, серьезность структурных повреждений, вызванных дефицитом йода.

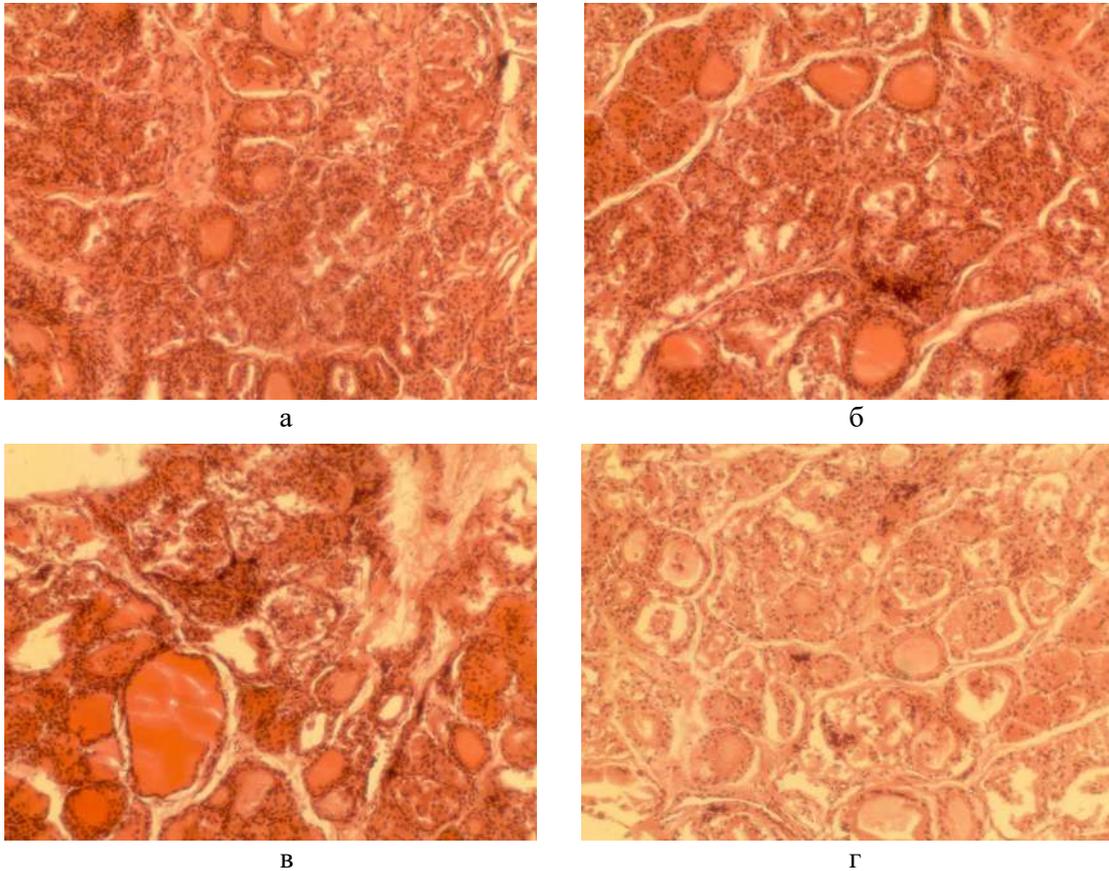


Рис. 7. ЩЖ крыс, получавших в течение 4 недель препарат КІ, характеризовались гетерогенной структурой с участками резко выраженного функционального напряжения в виде резорбции коллоида (а, б, г), десквамации эпителия (а, б, в), участками с густым застывшим эпителием и единичными участками лимфоидной инфильтрации (б, в).

Введение препарата ЭКДШ приводило к значительной нормализации структурных характеристик ЩЖ крыс.

Отмечается среднефолликулярное строение ЩЖ, фолликулы заполнены густым коллоидом без резорбции и десквамации эпителия (рис. 8 а, в, д), имеются единичные группы фолликул с функциональным напряжением (рис. 8 б, е), единичные фолликулы с полной резорбцией коллоида (рис. 8 б, г, д). Отмечается выраженный отек стромы.

Препарат ЭФ вызвал совершенно противоположные изменения функциональной активности ЩЖ у крыс: железы характеризовались высокой функциональной активностью, полиморфизмом

фолликул с образованием внутрифолликулярных пролифератов, выраженной резорбцией коллоида, десквамацией эпителия. Структура ЩЖ после введения ЭФ имела признаки гипертиреоза. Эти данные хорошо согласуются с активностью ТПО в ЩЖ животных этой группы, которая была значительно повышена.

О состоянии важнейшей адаптационно-приспособительной системы организма (гипофиз-адреналовой) судили по уровню кортикостерона в сыворотке крови крыс. Установлено, что концентрация кортикостерона была снижена в крови у крыс, содержащихся 16 недель на НІД, по сравнению с контрольной группой в 2,8 раза, а масса надпочечников – в 1,26 раза. Эти данные

свидетельствуют о том, что на фоне йодной недостаточности возможно снижение функции гипофиз-адреналовой системы и, следовательно, нарушение основных адаптационных систем ор-

ганизма. Введение в течение 4 недель йодсодержащих препаратов не приводило к изменению концентрации кортикостерона в крови крыс в условиях физиологического покоя.

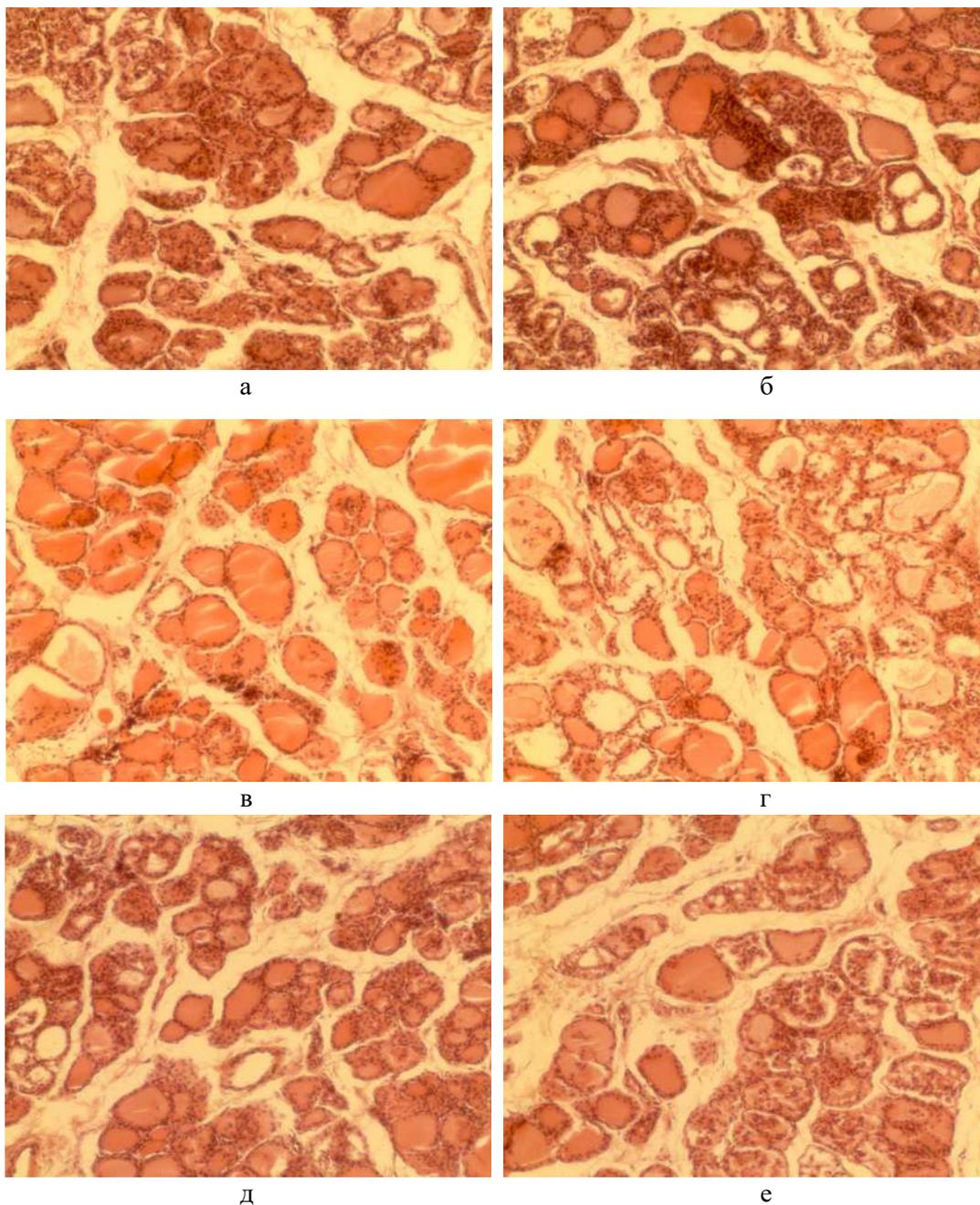


Рис. 8. ЩЖ крыс, получавших в течение 4 недель йодсодержащий препарат ЭКДШ: среднефолликулярное строение с густым коллоидом (а, б), с коллоидом умеренной электронной плотности без резорбции и десквамации эпителия (а, д), единичные фолликулы с выраженной резорбцией коллоида (б, г), имеются единичные группы фолликул с функциональным напряжением (б, е), умеренный отек стромы.

Заключение. Полученные данные однозначно свидетельствуют об эффективности использования препаратов ЭКДШ и ЭФ для коррекции нарушений тиреоидного статуса и метаболизма

ЩЖ при йоддефицитных нарушениях у крыс. Применение йодсодержащих препаратов ЭКДШ и ЭФ было более эффективным для коррекции нарушений тиреоидного статуса у крыс с дефи-

цитом йода, чем использование только препарата йодида калия. При введении этих препаратов более значимо нормализовалась масса ЩЖ у крыс, а также метаболические нарушения, связанные с тиреоидным статусом. Полученные данные свидетельствуют о несомненных положительных эффектах ЭКДШ при коррекции метаболических нарушений, связанных с дефицитом йода. Эффекты ЭФ не являются столь однозначными, нормализация тиреоидного статуса крови крыс отмечается на фоне структурных изменений ЩЖ, характеризующихся признаками гипертиреоза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Данилова, Л.И. Эндемический зоб: клинические аспекты проблемы / Л.И. Данилова // Мед. новости. – 1997. – № 6. – С. 3–11.
2. Зобная эндемия и йодная недостаточность у детей и подростков Республики Беларусь / А.Н. Аринчин [и др.] // Здоровоохранение. – 2000. – № 11. – С. 25–30.
3. Delange, F. Iodine deficiency in Europe anno 2002 / F. Delange // Thyroid International. – 2002. – № 5. – P. 3–18.
4. Wiersinga, W. Subclinical hypothyroidism and hyperthyroidism. I. Prevalence and clinical relevance / W.M. Wiersinga // Neth. J Med. – 1995. – Vol. 46, № 4. – P. 197–204.
5. Дрозд, В.М. Болезни щитовидной железы в Республике Беларусь в современных экологических условиях / В.М. Дрозд [и др.] // Вести НАН Беларуси. – 2006. – Т. 2. – С. 103–112.
6. Hetzel, B.S. Eliminating iodine deficiency disorders – the role of the International Council in the global partnership / B.S. Hetzel // Bull World Health Organ. – 2002. – Vol. 80. – P. 410–413.
7. Michalkiewicz, M. Alterations in thyroid blood flow induced by varying levels of iodine intake in the rat / M. Michalkiewicz [et al.] // Endocrinology. – 1989. – Vol. 125. – P. 54–60.
8. Pedraza, P.E. Mechanisms of adaptation to iodine deficiency in rats: thyroid status is tissue specific. Its relevance for man / P.E. Pedraza [et al.] // Endocrinology. – 2006 – Vol. 147, № 5. – P. 2098–2108.
9. Дедов, И.И. Стратегия ликвидации йоддефицитных заболеваний в Российской Федерации / И.И. Дедов, И.Ю. Свириденко // Пробл. эндокринол. – 2001. – Т. 47, № 6. – С. 3–12.
10. Zaragozá, M.C. Toxicity and antioxidant activity in vitro and in vivo of two *Fucus vesiculosus* extracts / M.C. Zaragozá [et al.] // J Agric. Food Chem. – 2008. – Vol. 56, № 17. – P. 7773–7780.
11. Чиркин, А.А. Антиоксидантная активность куколок китайского дубового шелкопряда / А.А. Чиркин, Е.И. Коваленко, В.М. Шейбак // Ученые записки УО «ВГУ им. П.М. Машерова». – 2007. – Т. 6. – С. 247–265.
12. Boltze, C. Radiation-induced thyroid carcinogenesis as a function of time and dietary iodine supply: an in vivo model of tumorigenesis in the rat / C. Boltze [et al.] // Endocrinology. – 2002. – Vol. 143, № 7. – P. 2584–2592.
13. Трокоз, В.А. Способ получения лечебного экстракта / В.А. Трокоз [и др.] // Авторское свидетельство СССР, № 1787439 А1; патент Украины 16965 (1997 год).

Поступила в редакцию 24.05.2010

Адрес для корреспонденции: 210038, г. Витебск, Московский пр-т, д. 33, УО «ВГУ им. П.М. Машерова», кафедра химии, e-mail: chirkin@tut.by – Чиркин А.А.

Оценка представлений молодежи о здоровом образе жизни

И.М. Прищепа, О.Г. Казанцева

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

В статье рассматриваются вопросы, касающиеся отношения рабочей и учащейся молодежи г. Витебска к таким вредным привычкам, как курение, употребление алкогольных напитков и наркотических веществ. Части молодежи свойственно девиантное поведение в виде никотиновой, алкогольной и наркотической зависимостей. Рассматриваются мероприятия по профилактике вредных привычек, эффективные способы борьбы с злоупотреблением алкоголем и различными химическими веществами.

Ключевые слова: гигиена, никотин, алкоголь, наркотические вещества, здоровый образ жизни.

Assessment of young people's notions about healthy lifestyle

I.M. Prishchepa, O.G. Kazantseva

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

The article deals with attitude of young workers and students of Vitebsk to such bad habits as smoking, alcohol and drug consumption. A part of young people have a propensity for deviant behavior in the form of nicotine, alcohol and drug addiction. Measures for prevention of bad habits and efficient methods for struggle with abuse of alcohol and different chemical substances are considered.

Keywords: hygiene, nicotine, alcohol, narcotic substances, healthy lifestyle.

В последние годы разрабатываются такие аспекты общественного здоровья, как социально-гигиенические и социально-экономические. По результатам недавно проведенных исследований в различных странах Европы был сделан вывод о том, что различия показателей средней продолжительности жизни и зависимость между уровнем жизни и традиционными показателями здоровья становятся все менее значимыми, особенно в экономически развитых странах. Здоровье населения все в большей мере определяется не факторами внешней среды, а образом жизни. Здоровье становится личным достоянием каждого конкретного индивидуума.

Материал и методы. В 2009 году был проведен социологический опрос среди молодежи г. Витебска на тему «Что Вы знаете о здоровом образе жизни». Метод опроса – анкетирование учащихся вузов, ссузов и сотрудников некоторых организаций. Результаты анализа, касающиеся отношения молодежи к занятиям физической культурой и организации здорового образа жизни, представлены в статье [10]. В этой статье рассмотрены вопросы, касающиеся отношения молодежи к личной и общественной гигиене, вредным привычкам.

Результаты и их обсуждение.

1. Гигиена и закаливание как часть здорового образа жизни. Соблюдение личной гигиены, несомненно, имеет отношение к понятию здорового образа жизни. Важным условием ЗОЖ этот фактор считают 89% опрошенных. Для женщин данный вопрос важнее: 91% против 83% мужчин выбрали вариант «очень важно». Мужчины ока-

зались менее категоричны. 14% мужчин ответили «скорее важно», женщин же – 7%. И только 1% опрошенных считают личную гигиену скорее неважной. Закаливание как часть здорового образа жизни выбирают 19%. 71% респондентов не занимаются закаливанием, а 9% вообще не считает это нужным.

Таким образом, практически все респонденты во всех возрастных и социальных группах отмечают необходимость соблюдения правил личной гигиены, но закаливающие процедуры популярностью не пользуются.

Следующий блок вопросов нашей анкеты посвящается вредным привычкам.

2. Никотиновая зависимость. Курение сегодня является самой распространенной вредной привычкой [7]. Оно перестало быть привилегией мужчин, все чаще можно встретить курящую женщину или подростка. Данные перемены не остаются незамеченными, и о вреде курения начинают говорить еще в школе [1, 4, 5]. Однако знание не всегда ведет к отказу от привычки, разрушающей здоровье курильщика и окружающих его людей. Часть вопросов данной анкеты была направлена на мониторинг распространенности курения среди учащихся различных учебных заведений области.

подавляющее большинство опрошенных понимает, что пассивное курение опасно. Был проведен отдельный анализ по этому вопросу для курящих и некурящих людей, однако показатели в обоих случаях практически не отличаются. Примерно 92% как курящих, так и некурящих респон-

дентов считают, что вдыхание сигаретного дыма опасно для людей, окружающих курильщика.

Вопросы, направленные на выявление количества курящих, а также предпосылок к данной привычке, показали, что процент курящих ни в одном из учреждений не превышает 67%, в основном же данный показатель держится на уровне 30–45%. Общий процент курящих респондентов – 35%, мужчин – 42%, женщин – 32%. Причем более 10 сигарет в день выкуривает только 1% мужчин и 0,5% опрошенных женщин.

Если рассматривать возрастные группы, то процент курящих среди них примерно одинаковый: 16–18 – 32%, 19–21 лет – 35%, 22–25 лет – 33%, 26 лет и старше – 36%.

Рассмотрим вопрос влияния на развитие привычки к курению социального статуса семьи. Наибольший процент курящих оказался среди людей из семьи банковских служащих – 54%, далее следуют семьи госслужащих – 46%. Близ-

ки показатели у детей рабочих, работников сферы обслуживания, предпринимателей, педагогов, врачей, ученых, инженеров и т.п. и из семей смешанного социального статуса – 32–36%. Наименьший процент курящих в семьях работников сельского хозяйства – 23%.

Обратимся теперь к вопросу о возрасте начала курения. Мужчины начинают курить раньше: 1,5% – с 10 лет, 4,1% – с 11–13 лет, 18,6% – с 14–16 и 15% – после 16. Для женщин показатели следующие: 0,6% – с 10 лет, 1,6% – с 11–13 лет, 9,1% – с 14–16 и большинство – 18,4% – после 16.

Среди младшей возрастной категории большинство также начало курить в 14–16 лет – 15%, почти столько же в 11–13 лет – 14%. В остальных возрастных категориях лидирующую позицию занимает вариант «после 16 лет». Заметим также, что среди людей старше 21 года никто не закурил с 10 лет, а вот среди двух младших возрастных категорий данный вариант имел место (рис. 1).

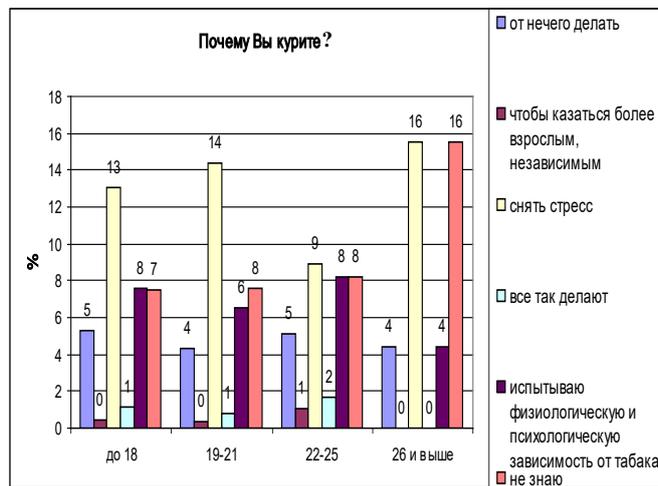
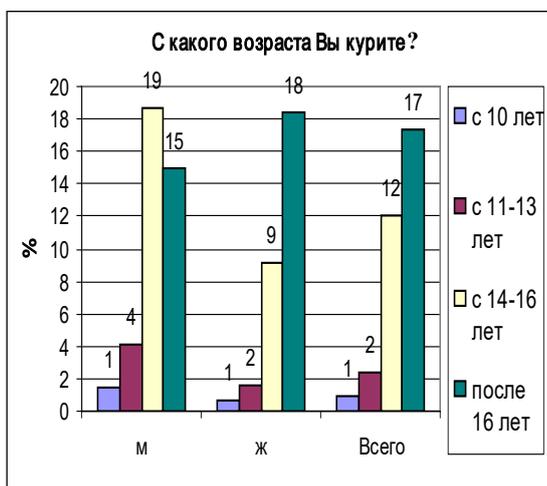


Рис. 1. Возраст начала курения. Причины курения.

Причинами курения могут служить различные факторы. Опрошенным на выбор предлагались 6 различных причин: от нечего делать; чтобы казаться более взрослым и независимым; снять стресс; потому что все так делают; испытываю физиологическую и психологическую зависимость от табака; не знаю.

Основной причиной курения большинство респондентов считает «снять стресс» – 13%, причем как мужчин, так и женщин, 17% опрошенных до 18 лет, 14% – 19–21 года, 9% – 22–25 лет и 16% людей старше 26. На втором месте варианты «испытываю физиологическую и психологическую зависимость от табака», «не знаю»: 7% и 8% соответственно, 10% мужчин и 7% женщин, 10% респондентов до 18 лет, 8% – 19–25 лет и 16% анкетируемых старше 26. Наименее популярным оказался ответ «чтобы казаться бо-

лее взрослым, независимым». Все показатели для этого варианта были ниже 1%.

Для отказа от курения разработано множество вспомогательных средств, как медикаментозных, так и психологических. Однако наиболее важной составляющей в деле отказа от курения, как и от любых других вредных привычек, является желание самого человека. Среди опрошенных 27% собираются бросить курить, 9% сделают попытку и только 5% не собираются отказываться от данного пагубного пристрастия.

Таким образом, анализ блока вопросов о никотиновой зависимости показал, что из всех респондентов 56% не курят, 21% – изредка, 5% – от 10 и более сигарет в день. Следует отметить, что большинство курящих – учащиеся ссузов. Что касается мотивов для курения, то среди учащихся вузов и ссузов превалирует ответ «снять

стресс», а среди рабочей молодежи – «от нечего делать».

3. Употребление алкогольных напитков.

Алкогольная зависимость менее распространена среди молодых людей, чем курение. Однако сам по себе факт употребления какого-либо спиртного (чаще всего пива) имеет место в 64% случаев, что почти в два раза выше показателя курящих респондентов (34%). При этом половая принадлежность опрошенных практически не влияет на ответ.

Опрос показал, что с возрастом процент респондентов, употребляющих алкогольные напитки, увеличивается. Если респонденты до 18 лет употребляют спиртное в 60% случаев, то после 26 – в 78%.

Однако более важным вопросом является не сам факт употребления алкоголя, а его частота. Преобладающим является вариант ответа «все зависит от ситуации», в общем его выбрали 55% опрошенных (52% женщин и 57% мужчин). Наименее популярным оказался вариант «2–3 раза в неделю» (менее 2%), примерно равное количество респондентов выбрали варианты «один раз в месяц» и «не употребляю вообще» – 15% и 17%. Показатель варианта «не употребляю вообще» тем выше, чем младше респонденты.

Возраст, в котором человек впервые пробует спиртное, также влияет на возможное развитие алкогольной зависимости. Здесь первое место занимает вариант «в 14–16 лет». Этот вариант выбрали 36% опрошенных, причем обоих полов. Не на много отстает вариант «после 16 лет» – 33% респондентов (29% женщин и 35% мужчин). Среди возрастных категорий от этого показателя отличается возрастная группа после 26 лет. В ней лидирует вариант «после 16 лет» – 58%. До 10 лет впервые попробовали алкоголь 8% опрошенных, причем этот вариант не выбрал ни один опрошенный старше 26.

Рассмотрим теперь зависимость от социального статуса семьи. Выделяется группа респондентов из семей банковских служащих (рис. 2). В этой группе респондентов 50% опрошенных выбрали вариант «до 10 лет». В большинстве случаев первая попытка употребления спиртного приходится на возраст 14–16 лет. Однако это правило нарушается для группы опрошенных из семей предпринимателей, где, как и среди детей банковских служащих, лидирует вариант «до 10 лет», который указали 27% респондентов. Также выделяются анкетированные из семей рабочих. Здесь большинство – 33% – впервые попробовали алкоголь после 16 лет.

В связи с существующей проблемой употребления алкоголя государство все время ищет способы борьбы с этой зависимостью [2, 8, 9]. Самые распространенные среди них – это ограничение продажи спиртного по времени и административная ответственность за распитие алкогольных напитков в общественных местах. Анкета включает вопросы для определения отношения опрашиваемых к подобным мерам. Одним из них был вопрос: «Считаете ли Вы, что должно быть ограничено время продажи алкогольных напитков по сравнению с существующим?» Здесь женщины оказались более категоричны. Среди них положительный ответ дали 41% опрошенных, среди мужчин – 31%, общая же статистика такова: да – 38%, нет – 44%, не знаю – 15%.

Второй вопрос состоял в том, должны ли быть усилены меры административной и материальной ответственности за распитие спиртных напитков в общественных местах. Снова женщины отвечали положительно чаще, чем мужчины: 53% против 39%. Общая статистика такова: да – 48%, нет – 34%, не знаю – 17%.



Рис. 2. Возраст начала употребления спиртного среди семей различных социальных статусов.

Таким образом, более эффективным способом борьбы со злоупотреблением алкоголем респонденты считают усиление наказаний за распитие алкоголя в общественных местах, причем женская часть опрошенных считает принятие мер более необходимым.

4. Употребление наркотических веществ.

Наркотики, в силу их нелегальности, имеют гораздо меньшее распространение, чем сигареты и алкоголь. Однако при этом они являются наиболее опасной для человека и его окружения привычкой [3, 6]. К сожалению, информированность о вреде наркотической зависимости для физического и психического здоровья не избавляет от распространенного среди молодежи мнения, что легкие наркотики не вызывают привыкания и даже менее вредны, чем табак. Также опасность развития наркотической зависимости несут в себе медицинские препараты и некоторые химиче-

ские вещества, достаточно доступные в быту. При этом 94% респондентов знают об опасности для здоровья при употреблении таблеток и др. химических веществ.

Еще одним вопросом подобного плана являлся вопрос «В какой мере Вы знакомы с проблемой наркомании среди молодежи?». Наиболее популярным оказался ответ «в некоторой степени», его выбрали 45% опрошенных. Не на много отличается вариант «в полной мере» – 40%. Однако при раздельном анализе ответов мужчин и женщин данные результаты не аналогичны. Мужчины выбрали вариант «в полной мере» в 46% случаев, а «в некоторой степени» – в 37%, женщины же – соответственно 38% и 49%. Никогда не интересовались этим вопросом 7% респондентов, что является достаточно высоким показателем.

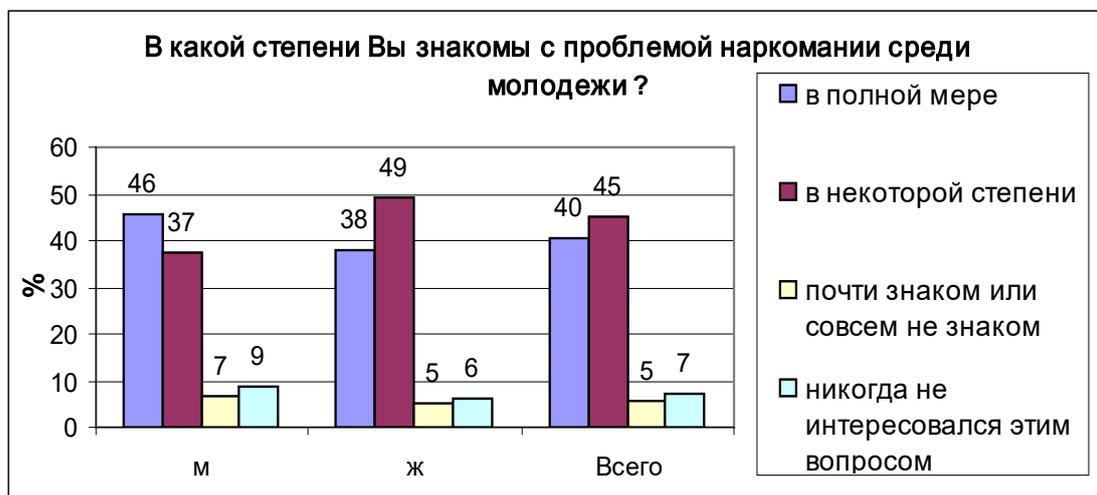


Рис. 3. Степень знакомства респондентов с проблемой наркомании среди молодежи.

Но при столь широкой осведомленности 8% респондентов уже употребляли какие-либо таблетки или химические вещества одурманивающего действия сами или знают, что это делали их друзья. В данном вопросе пол не влиял на ответы, а вот среди возрастных групп результаты различны.

Опрошенные старше 26 лет ни разу не дали положительного ответа на данный вопрос, до 18 лет – в 7% случаев, а среди респондентов 19–25 лет 10% отвечали «да».

Большая динамика ответов наблюдается в зависимости от социального статуса семьи. Здесь количество положительных ответов колеблется от 2% (семьи работников сферы обслуживания) до 17% (семьи предпринимателей).

Обратимся непосредственно к проблеме употребления наркотиков. Результаты опроса по этому вопросу оказались достаточно позитивными. 87% опрошенных никогда не сталкивались

с этой проблемой, только 4% – в семье друзей или знакомых, столько же имеют друга-наркомана, менее 1% – сталкивались с наркоманией в собственной семье. Сами же пробовали наркотики 3% респондентов – 1% неоднократно, 2% – только 1–2 раза. Процент мужчин среди неоднократно употреблявших наркотики почти вдвое больше, чем процент женщин – 1,5% и 0,8% соответственно.

Самый высокий процент пробовавших наркотики – в семьях банковских служащих (4% – неоднократно и 4% – 1–2 раза). Самые низкие показатели – среди респондентов из семей работников сферы обслуживания (оба вышеприведенных варианта ответа не выбрал ни один опрошенный), из семей работников сельского хозяйства (0% – неоднократно и 1% – пробовали 1–2 раза) и из семей педагогов, врачей, ученых, инженеров и т.п. (0,3% – неоднократно и 1% – 1–2 раза).



Рис. 4. Проблема наркомании в окружающем обществе для респондентов из семей различных социальных статусов.

Заключение. Таким образом, части молодежи г. Витебска свойственно девиантное поведение в виде пристрастия к табаку. С целью сохранения здоровья нации необходимо поддерживать запрет курения в общественных местах, оградить «пассивных» курильщиков от «активных», ограничить места продажи табачных изделий, увеличить цены на сигареты. Необходимо усилить антитабачную рекламу и рекламу здорового образа жизни, а также расширять сеть клубов по интересам, повышать доступность спортивных секций и фитнес-клубов.

Исходя из того, что европейская часть постсоветского пространства традиционно имела низкую культуру питья, мы получили следующую картину: только 21% молодежи является непьющим, остальные 79% употребляют спиртное часто, ведь определение «все зависит от ситуации» может означать и ежедневное его употребление. Основной причиной употребления алкогольных напитков (38% опрошенных) является желание снять стресс, расслабиться. Большинство респондентов (48%) считает, что нет необходимости ограничивать время продажи спиртного, так как «запретный плод сладок» и эта мера может привести к расцвету подпольных точек по его реализации. 47% опрошенных негативно относятся к усилению административной и материальной ответственности за распитие спиртных напитков в общественных местах, ведь эта мера чаще всего ложится тяжким бременем именно на семьи алкоголиков.

Витебская область находится на пересечении путей наркотрафика. 95% молодых людей знакомы с вредными последствиями употребления наркотиков. Несмотря на это, 18% респондентов когда-либо применяли или применяют те или другие психоактивные вещества. 11% никогда

не интересовались проблемой наркомании. Наименьший процент наркопотребителей оказался среди работающей молодежи, а больший – среди юношей в возрасте от 19 до 21 года.

Таким образом, необходимо усилить контроль за хранением и реализацией наркотиков и других психотропных средств, активно рекламировать здоровый образ жизни, проводить молодежные акции «Скажи наркотикам – нет!», создавать условия для занятости молодежи физической культурой и спортом, фольклорным творчеством и т.п.

ЛИТЕРАТУРА

1. Республика Беларусь. Министерство образования. О действенных мерах по профилактике курения в учреждениях образования: Информация Мин-ва образования РБ, 20.09.04 г., N 25-12-02/679 // Зборнік нарматыўных дакументаў Міністэрства адукацыі Рэспублікі Беларусь. – 2004. – № 19/20. – С. 53–55.
2. Берзин, В.А. Алкоголь и школа: зарубежные законы и документы о некоторых направлениях профилактики употребления алкоголя детьми / В.А. Берзин // Право и образование. – 2008. – № 12. – С. 42–47.
3. Максимчук, В.П. Профилактика наркомании среди молодежи: анализ ситуации, практические подходы / В.П. Максимчук; вступ. ст. Д.В. Костенко // Адукацыя і выхаванне. – 2006. – № 6. – С. 48–55.
4. Камардина, Т.В. Экономическая эффективность популярной программы по отказу от курения / Т.В. Камардина // Профилактика заболеваний и укрепление здоровья. – 2004. – № 2. – С. 15–20.
5. Результаты обследования курильщиков, мотивированных на отказ от курения / В.Ф. Левшин [и др.] // Профилактика заболеваний и укрепление здоровья. – 2004. – № 4. – С. 24–30.
6. Шикун, А.И. Проблема приобщения молодежи к психоактивным средствам / А.И. Шикун // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Сер. гуманітарных і грамадскіх навук. – 2006. – № 1 (25). – С. 71–78.
7. Мархоцкий, Я.Л. Горящая сигрета – миниатюрный костер, медленно сжигающий курильщика и окружающих / Я.Л. Мархоцкий // Здоровы лад жыцця. – 2007. – № 4. – С. 6–9.
8. Суворова, С.Т. Трезвость – норма нашей жизни / С.Т. Суворова // Здоровы лад жыцця. – 2007. – № 10. – С. 59–64.
9. Батян, О.Н. Подростковый алкоголизм и пути его профилактики // Пазашкольнае выхаванне. – 2009. – № 12. – С. 48–51.
10. Прищепа, И.М. Молодежь и здоровый образ жизни / И.М. Прищепа, О.Г. Казанцева // Вестник ВГУ. – 2010. – № 2(56). – С. 90–96.

Поступила в редакцию 24.05.2010
 Адрес для корреспонденции: e-mail: prishchepaim@tut.by – Прищепа И.М.



Образование в условиях трансформации общества

В.М. Ушакова

Учреждение образования «Белорусский государственный университет культуры и искусств»

Развитие национальной системы образования в соответствии с изменением содержания деятельности специалистов требует разработки механизмов постоянного обновления учебно-программной документации, основным среди которых следует признать создание новых форм связей системы образования, науки и профессиональной деятельности с одновременным усилением фундаментальной подготовки специалистов.

В статье излагается взаимосвязь образования с социально-экономическим и культурным развитием страны. На методологическом, теоретическом и практико-ориентированном уровне исследуются аспекты содержания образования в контексте педагогической теории и практики.

Ключевые слова: высшая школа, система непрерывного образования.

Education during society changing

V.M. Ushakova

Educational establishment «Belarusian State University of Culture and Arts»

Summary. *The development of national educational system in accordance with changing in specialist's activity content demands elaboration of mechanisms of constant renovation of the system of teaching program documentation. It's basic mechanism is the creation of new forms of connections between the educational system, science and professional activity with simultaneous enforcement of fundamental preparation of specialists.*

На рубеже XX–XXI веков в мире начали осуществляться реформы образования, связанные с осознанием его приоритетной роли в социально-экономическом и культурном преобразовании общества.

В программных и нормативно-правовых документах нашей страны зафиксировано обновление образовательной системы, которое констатирует процесс диверсификации системы образования в целом. В этих целях осуществляется проработка системы гибкой взаимосвязи учебных заведений, которые ориентируются на максимальное удовлетворение спроса населения на образовательные услуги [1–8].

Другой аспект обозначенной проблемы связан с определением нового содержательного наполнения учебно-воспитательного процесса, которое обусловлено изменениями, происходящими в хозяйственном комплексе страны, экономике, науке, технике, социально-культурной сфере.

Целью исследования является определение научно обоснованного механизма обновления содержания образования в высшей школе в условиях становления системы непрерывного образования.

Главная задача данного исследования заключается в актуализации содержания подготовки специалистов сферы культуры, которая является центральным аспектом обеспечения высокого качества профессионального образования.

Материал и методы. В исследовании были использованы следующие механизмы и инстру-

ментарий разработки содержания образования: на методологическом уровне – парадигмы, теории, концепции, подходы. На теоретическом уровне – принципы, факторы, критерии, условия. На экспериментальном уровне – прогностический анализ (прогноз деятельности), структурно-функциональный анализ деятельности (анкеты, перечни, таблицы, заявки), корреляционный и факторный анализ деятельности. На профессионально-практическом уровне – гуманизация, стандартизация, фундаментализация, специализация.

Результаты и их обсуждение. Необходимость решения конкретных проблем в системе образования Республики Беларусь выдвигает задачу совершенствования национальной системы образования в целом и создания организационно-содержательных ее основ, которые смогут реализовать фундаментальные идеи устойчивого развития [9]. Для реализации преобразовательной функции образования (созидание самой себя в условиях трансформации общества и обеспечение нового качественного результата своей деятельности) на данном этапе осуществляется проработка гибкой взаимосвязанной системы учебных заведений, которые ориентируются на максимальное удовлетворение спроса на образовательные услуги.

На уровне социального заказа интеграция системы высшего и среднего специального образования с преемственностью содержания подго-

товки по уровням призвана обеспечить реализацию укрупненных направлений родственных специальностей. В связи с этим актуальность приобретают необходимость обновления специальностей, действующих в высшей и средней специальной школе, и пересмотр методологических основ их построения. Важность решения обозначенных вопросов возрастает в связи с осуществлением реформ в средней общеобразовательной школе Республики Беларусь.

Второй план реализации преобразовательной функции связан с определением нового содержательного и процессуального наполнения учебно-воспитательного процесса в системе непрерывного образования. Содержательный аспект учебно-воспитательного процесса в его профессиональной компоненте, с позиции деятельностно-компетентного подхода как методологической базы разработки содержания образования, обусловлен теми изменениями, которые происходят в сфере культуры и национальной экономике в целом. Отсутствие комплексных исследований по изучению профессиональной деятельности специалистов препятствует совершенствованию на ее основе содержания по уровням подготовки. Изменения в деятельности специалистов сегодня приобретают не только содержательный, но и процессуальный характер. Поэтому вполне целесообразно предложить здесь фундаментализацию содержания образования. Практическая реализация процесса фундаментализации содержания образования может проявляться как в создании самостоятельной академической ветви образования, так и путем использования содержательно-процессуального инструментария фундаментальных наук.

Сегодня в общеобразовательной школе осуществляется формирование дифференцированной подготовки школьников в рамках факультативных занятий, а в лицеях и гимназиях – по основным направлениям. Одновременно происходят дифференциация этих направлений и организация соответствующих отделений, содержание подготовки по которым имеет ориентацию на фундаментальный блок учебных дисциплин конкретной специальности в вузе. То есть поэтапная реализация принципа преемственности в преподавании данных дисциплин может обеспечить качественное усвоение фундаментальных основ вузовской специальности.

На наш взгляд, согласование обучения в звене «лицей, гимназия–вуз» позволяет оптимизировать многие вопросы. При этом необходимо учесть, что подготовка специалистов в вузе соотносена с подготовкой средней специальной школы. В свою очередь, ссузы принимают почти

70% выпускников общеобразовательных школ.

Вопросы теории формирования системы общеобразовательных знаний для учащихся мы связываем с традиционными классификациями научного знания, которые отражают единство и неделимость окружающего мира. При этом сложность заключается в трансформировании составляющих таких классификаций в учебные планы и программы.

В специальной литературе разработаны ценностные и дидактические критерии, возможные принципы и способы отбора и конструирования учебной информации. Однако для разработки и конструирования содержания образования использование единого способа развертывания логической структуры учебного предмета недостаточно. Необходимо учитывать опыт системного конструирования знаний.

В недрах реформируемого общества складываются объективные и субъективные предпосылки необходимости соответствующих изменений в каждой профессиональной области, вполне определенно можно говорить о потребности переноса их в образовательную систему Республики Беларусь.

В частности, в учебных объединениях типа «лицей–вуз», «лицей–колледж–вуз», «ПТУ–техникум–вуз» обучение по направлению, а затем профессиональное обучение, осуществляемое на основе преемственности, создает реальные предпосылки и возможности для:

- оптимального сочетания базовых (общеобразовательных) и специальных знаний и умений;
- наиболее приемлемого регулирования учебной нагрузки;
- сокращения времени на получение высшего образования;
- удовлетворения запросов учащихся по ступеням образования.

В условиях становления «системы непрерывного образования» в отрасли необходима разработка теоретико-методологических подходов к построению модели специалиста с опорой на общие принципы и основные факторы отбора и структурирования содержания вузовского образования.

Изменение структуры социального заказа на подготовку специалистов в сфере культуры определяет необходимость в реформировании организационно-содержательных основ подготовки выпускников и введение многоступенчатости в высшее образование.

Сегодня все министерства в своем составе имеют институты повышения квалификации, которые позволяют человеку в течение трудовой

жизни поддерживать профессиональные и общеобразовательные знания и опыт на требуемом уровне. Кроме того, данный уровень в системе образования выполняет особую роль в развитии новых направлений подготовки специалистов конкретной сферы, так как является источником информации прогностического характера о возможных перспективных направлениях подготовки специалистов и перепроизводстве кадров по традиционным специальностям.

Заключение. Итак, решение задачи совершенствования национальной системы образования и создания организационно-содержательных ее основ, которые смогут реализовать фундаментальные идеи устойчивого развития, выражают сущность диверсификации системы образования в Республике Беларусь. Центральное место в решении этих вопросов принадлежит высшей школе.

ЛИТЕРАТУРА

Адрес для корреспонденции: 220020, г. Минск, ул. Радужная, д. 11, кв. 52, e-mail: evrika-543@gambler.ru – Ушакова В.М.

1. Закон Республики Беларусь «Об образовании» // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2002. – № 37. 2 / 844. Ст. 23, 25–36; 42–43.
2. Государственная программа развития высшего образования Республики Беларусь в условиях рыночных отношений (Проект) // Адукацыя і выхаванне. – 1993. – № 7–8. – С. 39–45.
3. Канцэпцыя адукацыі і выхавання ў Беларусі // Адукацыя і выхаванне. – 1992. – № 7–8. – С. 70–126.
4. Конвенция о признании квалификаций, относящихся к высшему образованию в Европейском регионе (Лиссабон, 1997 г.) // Высшее образование Республики Беларусь. Информационное и нормативно-методическое обеспечение приема в высшие учебные заведения в 2004 году: справочник / сост.: В.И. Батюшко, В.В. Пупа, И.В. Титович. – Минск: РИВШ, 2004. – С. 97–99.
5. Концепция воспитания детей и учащейся молодежи в Республике Беларусь // Проблемы выхавання. – 2000. – № 2. – С. 10–43.
6. Концепция профильного обучения в учреждениях, обеспечивающих получение общего среднего образования (11–12 классы) // Настаўніцкая газета. – 2004. – 23 верасня.
7. Концепция развития высшего образования в Республике Беларусь // Зборнік нарматыўных дакументаў Міністэрства адукацыі Рэспублікі Беларусь. – 1999. – № 1. – С. 28–39.
8. Программа реализации реформы общеобразовательной средней школы в Республике Беларусь. – Минск: НИО, 1997. – 30 с.
9. Демчук, М.И. Республика Беларусь: Системные принципы устойчивого развития / М.И. Демчук [и др.]. – Минск: РИВШ БГУ, 2003. – С. 49.

Поступила в редакцию 18.06.2009

Предпосылки становления современных региональных историко-педагогических исследований

Е.Н. Бусел

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

Усиление региональной проблематики в социально-гуманитарном знании, в том числе и педагогике, обусловлено возникновением новой междисциплинарной области исследования – регионологии. Данная отрасль знания рассматривает регион как территориальную и социально-культурную целостность. В связи с этим понятийно-категориальный аппарат современной педагогической науки пополнился новым термином: регионализация образования. Последнее предполагает учет социально-культурных, экономических, географических и др. особенностей, а также сложившихся народных традиций региона в воспитании и образовании личности. Однако на протяжении советского периода государства отношение к изучению культурно-исторического наследия регионов было неоднозначным. Так, краеведческое движение достигло своего расцвета в 1920-е годы и было фактически ликвидировано в конце 1930-х гг. Интерес к исследованию «местных» особенностей и традиций усилился в послевоенные годы. С конца 1940-х гг. региональные исследования дореволюционной школы и педагогики начинают развиваться в русле педагогической историографии. Таким образом, в советский период сложились предпосылки становления современных региональных историко-педагогических исследований, зародившиеся в русле краеведения и педагогической историографии.

Ключевые слова: высшая школа, система непрерывного образования.

Preconditions of making of regional trends in the history of pedagogical research

Ye.N. Busel

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

Summary. The article deals with analysis of the origin of regional trends in the history of pedagogical research. The roots of the phenomenon lie both in regional studies and pedagogical historiography. The article also focuses on the attitude to the history of pedagogical research in the Soviet period.

Одним из приоритетных направлений развития современной системы образования в странах СНГ и Республике Беларусь выступает ее регионализация. В самом общем виде регионализация рассматривается как учет в воспитательно-образовательном процессе специфики местных социокультурных особенностей и традиций (исторических, географических, литературных, экономических и др.), способствующих формированию личности патриота и гражданина.

В связи с геополитическими, этнографическими и другими особенностями региональная тематика особенно актуальна в Российской Федерации. Об этом свидетельствуют работы Р.А. Фахрутдиновой (1990), Т.Д. Рюминой (1995), Н.П. Арининой (2005), В.В. Еврасовой (2006), Н.Д. Попова (2006) и др. В Республике Беларусь региональная проблематика в образовании отражена в диссертационных исследованиях и монографиях М.Е. Кобринского (1997, 2001), Н.К. Катович (1999), Т.Г. Шатюк (2000). Тем не менее, особенности историко-педагогических традиций Витебщины как социально-культурного региона Беларуси исследованы недостаточно. Это актуализирует потребность в проведении региональных историко-

педагогических исследований.

Усиление региональной проблематики в научном знании обусловило возникновение новой междисциплинарной области исследования – регионологии. К понятию «регионология» примыкают понятия «регионалистика», «регионоведение», «регионализм», «регионализация» и др. Вместе с тем, современные исследователи отмечают отсутствие единого понятийного аппарата данной отрасли знания и недостаточную разработанность теоретико-методологической базы.

Целью нашего исследования является комплексный анализ тематического поля работ, освещающих вопросы регионологии, для выявления предпосылок становления современных региональных историко-педагогических исследований.

Материал и методы. Материалом для исследования явилась научная литература по заявленной проблематике, представленная трудами известных педагогов, философов, этнографов, литературой энциклопедического характера, статьями. Реализованы следующие методы исследования: анализ и обобщение научной литературы по вопросам методологии, генезиса и современного состояния региональных исследований, логические методы исследования.

Результаты и их обсуждение. В современном социально-гуманитарном знании существует два подхода к обоснованию понятия «регион»: функциональный и гуманитарно-субстациональный [1, с. 75]. В первом случае регион выступает объектом практико-ориентированных исследований устоявшихся научных дисциплин: экономики, политологии, истории и др. Регионы выделяются на основании административно-территориального деления как нечто самоочевидное. Ярким примером данного подхода выступает экономико-функциональный, где объектом изучения регионоведения выступает природно-ресурсный, экономический и трудовой потенциал региона как административно очерченной территории. Каждый регион, с точки зрения экономико-функционального подхода, имеет сложную систему, включающую природно-ресурсную, экономическую, демографическую и др. составляющие. Причем духовная инфраструктура в предложенной иерархии занимает последнее место. Как правило, указанный подход представлен при определении понятия «регион» в справочниках и словарях. Так, в энциклопедическом справочнике «Республика Беларусь: энциклопедия» (2008) данный термин рассматривается как «область, район, территория, часть страны, отличающаяся от других областей совокупностью естественных и исторически сложившихся, относительно устойчивых экономическо-географических и иных особенностей, нередко сочетающихся с особенностями национального состава населения, характеризующаяся комплексностью, целостностью, специализацией и управляемостью» [2, с. 415].

Исследователи, применяющие гуманитарно-субстациональный подход (белорусский философ С. Донских; российские философы И. Митин, В.Л. Каганский, педагоги П.В. Королев, А.К. Костин и др.), рассматривают регион как социокультурное понятие, нетождественное с некой географической, административно очерченной территорией. Для гуманитарно-субстационального подхода далеко не все административные единицы являются регионами. Так, по мнению С. Донских, «право именоваться регионом получают только те пространства, которые характеризуются особым локальным самосознанием...» [1, с. 78]. Иными словами, регион в сознании населяющих его людей выступает как «малая родина», а Отечество ассоциируется с целым государством.

Вместе с тем, С. Донских замечает, что для глубокого исследования региона необходимо использование и функционального, и гуманитарно-

но-субстационального подходов, поскольку последний не всегда объективен. В связи с этим необходима опора на функциональный подход, который «позволяет четко ограничить возможности «интуитивного вживания» конкретными задачами настоящего» [1, с. 78].

На наш взгляд, наиболее интегрированное определение понятия «регион» предлагает А.К. Костин. По его мнению, регион – это не просто административная система, а территориальная и социально-культурная общность, отличающаяся единством политической, экономической и духовной жизни, обеспечивающая социальное воспроизводство в биоэкологическом, экономическом, образовательном, научном, социокультурном и других аспектах [3, с. 29].

На основании вышеизложенного, социально-культурная составляющая регионального пространства, его духовная подсистема, является определяющей при обосновании понятия «регион» как объекта исследования социально-гуманитарных дисциплин, в том числе социально-педагогического и историко-педагогического знания.

Становлению и развитию региональных исследований в историко-педагогической науке сопутствовало историческое краеведение, первоначально развивающееся в русле родоноведения. Основателем данного направления является К.Д. Ушинский. Так, в статье «О необходимости сделать русские школы русскими» он писал: «Мы положительно убеждены, что плохое состояние наших финансов, частый неуспех наших больших финансовых предприятий... зависят от незнания нами нашего отечества...» [4, с. 360]. Знание своей родины, как и умение читать, писать и считать, знание своей религии, по мнению великого педагога, является необходимым для каждого человека [4, с. 363].

Собственно термин «краеведение» возник в педагогической науке в начале XX века. Впервые в 1914 г. его использовал русский педагог В.Я. Уланов в значении «история края» или «местная история» [5, с. 64].

Необходимо заметить, что на территории Беларуси в начале XX в. краеведческое движение было представлено различными «товариществами» и «обществами», среди которых – «Общество изучения Белорусского края в Могилеве», созданное в 1905 г. В числе учредителей данного общества – известные белорусские этнографы, краеведы, фольклористы Е.Р. Романов, А.П. Сапунов и др. [6, с. 88].

После 1917 г. краеведческое движение на территории Беларуси было представлено двумя направлениями. Поскольку Западная Беларусь в 1921 г.

вошла в состав Польши, на ее территории краеведение развивалось в русле западноевропейского регионализма, основателем которого был французский поэт Ф. Мистраль (1830–1914). Сущность западноевропейского регионализма заключалась в популяризации научных знаний, создании условий для научных исследований в провинции, развитии у местного населения инициативы. Принципы регионализма в Западной Беларуси проводило Польское краеведческое товарищество, основанное в 1906 г. [5, с. 62–63].

Краеведческое движение на территории БССР имело свои особенности. Зародившееся в русле национального возрождения в 20-е гг., оно достигло своего расцвета в 1927–1929 гг. и было фактически ликвидировано в 1938 г. директивой Наркома просвещения СССР «О постановке и организации краеведческой работы» [7, с. 31].

В годы Великой Отечественной войны краеведческое движение активизируется. В июне 1942 г. Наркомпрос предложил с помощью краеведов «усилить собирание местных материалов по истории края и участию местного населения в Великой Отечественной войне» [8, с. 14]. В условиях военного времени была развернута работа по выявлению и сбору вещественных и письменных источников об участии населения края в вооруженной борьбе против фашистских захватчиков и о трудовом подвиге народа.

Дальнейшему развитию исторического краеведения способствовало постановление СНК СССР от 21 июня 1944 г. «О мероприятиях по улучшению качества обучения в школе». Краеведение стало важным элементом в повышении квалификации учительства, в деле вовлечения его в научно-исследовательскую работу, прямым следствием чего было появление методических материалов по истории родного края [8, с. 14–15].

В связи с этим в середине 1940-х – 1950-е гг. в советской педагогической историографии начала развиваться региональная тематика дореволюционной и послереволюционной отечественной школы и педагогики. Однако, по мнению исследователя советской историографии Э.Д. Днепрова, работы, начиная с указанного периода и вплоть до конца 1970-х гг., выполнены на недостаточно высоком уровне. Э.Д. Днепров отмечал: «...немалая часть этих работ построена по стандартной схеме и напоминает скорее краеведческие обзоры, чем научные исследования. Все это резко снижает их ценность и порождает скептическое к ним отношение» [9, с. 25]. Так, в 1977 г. в журнале «Советская педагогика» появилась статья А.И. Пискунова «История российской педагогики: некоторые итоги и перспективы» [10],

в которой автор, оценив сложившуюся систему историко-педагогической науки в СССР, выделил четыре группы историко-педагогических исследований: 1) «персоналии»; 2) работы по истории народного образования в целом или по истории общеобразовательной школы отдельной страны, союзной или автономной республики, области или крупного города; 3) работы, в которых прослеживается история становления и развития отдельных типов образования, отраслей специального образования и т.п.; 4) проблемные историко-педагогические исследования [10, с. 62–64].

По мнению А.И. Пискунова, исследования второй группы, «пока история педагогики нуждалась в накоплении сведений фактического характера, ... были в общем полезны. Но когда перед историей педагогики как наукой встала задача выявления закономерностей, выделения общего и частного, исследования, построенные на локальном материале, скованные территориальными рамками, перестали давать что-то новое» [10, с. 63]. Автор ссылается на исследования истории школы советского периода, справедливо отмечая, что «развитие советской школы в общем определялось одними и теми же партийно-правительственными актами... в истории школы в отдельных республиках и областях было гораздо больше общего, чем специфического» [10, с. 63–64].

Спустя три года в 1980 г. в том же журнале вышла статья Ф.Ф. Шамахова «О системе историко-педагогических исследований и роли в ней региональной тематики» [11]. В ней автор критикует отрицательные взгляды А.И. Пискунова относительно региональных историко-педагогических исследований. По мнению Ф.Ф. Шамахова, А.И. Пискунов недооценивает влияние особенностей отдельного региона на школу и народное образование. Ф.Ф. Шамахов пишет, что региональные исследования «помогают в решении определенных проблем современности, показывая, как последние разрешались в условиях той или иной части страны; локальный материал исторического прошлого служит особенно живительным родником, питающим подрастающее поколение идеями патриотизма; региональные исследования богаты конкретными фактами, значение которых для науки очевидно» [11, с. 157].

Интерес к региональным исследованиям в советской педагогической историографии усилился во второй половине 1980-х гг. По мнению З.И. Равкина, этому способствовала новая педагогическая парадигма: на смену «школы учебы» пришла «школа труда», а затем «школа жизни», утвердившаяся в мировой педагогике. Утвер-

ждение парадигмы третьего типа связано с необходимостью обратиться к национальным истокам педагогики. «Школа жизни» предполагает учет локальных социокультурных особенностей в воспитании. Все это вызвало потребность в проведении региональных историко-педагогических исследований [12, с. 137].

Кризисные явления начала 1990-х гг. ослабили интерес к историческому наследию регионов стран бывшего СССР, однако в последующие годы традиции краеведения, региональной историографии были вновь возрождены в педагогической науке. В частности, об этом свидетельствует появление в белорусской печати публикаций Н.К. Катович, А.П. Орловой, С.В. Снапковской, Т.Г. Шатюк и др.

Заключение. Таким образом, исходя из комплексного анализа тематического поля работ, освещающих вопросы регионологии, предпосылками становления современных региональных историко-педагогических исследований выступают:

1) развитие регионологии (а также производных от нее дисциплин регионалистики, регионоведения и др.) как междисциплинарной области знания, сформированной в странах СНГ с использованием данных естественной и гуманитарной отраслей знания в 1990-е гг. XX в.;

2) историческое краеведение, основы которого были заложены в начале XX в.;

3) педагогическая историография советского периода.

Полученные результаты помогут обогатить курсы истории педагогики Беларуси, послужить основой для написания докладов, рефератов и т.п., а также стать базисом для разработки новых

курсов, таких, как «Педагогическая регионология», «Педагогическая география» и т.п.

ЛИТЕРАТУРА

1. Донских, С. Проблема типологии регионов и ее критерии / С. Донских // Регионализм как культурная альтернатива глобализации: сборник научных статей / Учреждение образования «Гродненский государственный университет им. Я. Купалы», «Институт культуры, философии и искусства» (Вильнюс). – Гродно: ГрГУ, 2005. – С. 74–78.
2. Регион // Республика Беларусь: энциклопедия. – Минск: Беларусь. Энциклопедия імя П. Броўкі. – 2008. – Т. 6. – С. 415.
3. Костин, А.К. Регионализация образования – стратегическое направление образовательной политики / А.К. Костин // Педагогика. – 2005. – № 8. – С. 27–32.
4. Ушинский, К.Д. О необходимости сделать русские школы русскими / К.Д. Ушинский // Ушинский, К.Д. Педагогические сочинения: в 6 т. – М.: Педагогика, 1988. – Т. 2. – С. 358–363.
5. Гужалоўскі, А.А. Да пытання аб уплывах ідэй рэгіяналізму на дзейнасць краязнаўцаў у Беларусі ў 1920 гг. / А.А. Гужалоўскі, І.І. Бамбешка // Образы прошлого в историографии: белорусско-французский диалог: материалы междунар. научно-практ. конф. «Историография как объект исследования», Минск–Париж–БГУ–МГЭИ, 21–22 мая 2008 г. / редкол.: А.Н. Алпеев [и др.]. – Минск: Веды, 2008. – С. 60–69.
6. Шумейко, М. Белорусские архивы и краеведение в 1920-е гг. / М. Шумейко // Архівы і справаводства. – 2003. – № 4. – С. 87–95.
7. Дзянісаў, А. Развіццё краязнаўчага руху ў БССР у 1920–1930 гг. / А. Дзянісаў // Беларускі гістарычны часопіс. – 2008. – № 4. – С. 24–32.
8. Историческое краеведение: учеб. пособие для студентов ист. фак. пед. ин-тов / Н.П. Милонов [и др.]; под общ. ред. Н.П. Матюшина. – М.: Просвещение, 1975. – 176 с.
9. Днепров, Э.Д. Советская историография дореволюционной отечественной школы и педагогики 1918–1977. Проблемы, тенденции, перспективы / Э.Д. Днепров. – М., 1981. – 90 с.
10. Пискунов, А.И. История российской педагогики: некоторые итоги и перспективы / А.И. Пискунов // Советская педагогика. – 1977. – № 11. – С. 57–66.
11. Шамахов, Ф.Ф. О системе историко-педагогических исследований и роли в ней региональной тематики / Ф.Ф. Шамахов // Советская педагогика. – 1980. – № 2. – С. 156–158.
12. Современные проблемы истории образования и педагогической науки: монографический сборник: в 3 т. / под ред. З.И. Равкина. – М., 1994. – Т. 1. – 186 с.

Поступила в редакцию 31.05.2010

Адрес для корреспонденции: 210035, г. Витебск, ул. Терешковой, д. 6, кв. 61, e-mail: katsiarynabusel@gmail.com – Бусел Е.Н.

Взаимосвязь нервно-психической устойчивости и уровня интеллектуального развития военнослужащих срочной службы

А.В. Медведев, О.Е. Антипенко

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

Статья посвящена психолого-педагогическим проблемам формирования индивидуальных личностных характеристик, необходимых для деятельности в условиях воинской службы. Особое внимание в ней уделяется психолого-педагогической диагностике. Сделана попытка выявления взаимосвязи между нервно-психической устойчивостью (НПУ) и уровнем развития интеллекта (ИнР). Использовались методики «ПРОГНОЗ-2» и тест структуры интеллекта Амтхауэра. Полученные результаты и выводы проверялись с помощью корреляционного, гистографического и качественного анализа. Анализ количественных показателей выявил наличие положительной корреляции между нервно-психической устойчивостью и уровнем развития интеллекта на уровне значимости $p < 0,01$. Из этого сделан вывод о необходимости проведения соответствующих диагностических процедур, планирования и проведения на их основе соответствующих мероприятий педагогического плана, которые будут способствовать формированию определенных индивидуально-типологических характеристик военнослужащих.

Ключевые слова: нервно-психическая устойчивость, интеллект, дезадаптация.

Relationship between neuropsychic stability and intellect development level of compulsory-duty servicemen

A.V. Medvedev, O.Ye. Antipenko

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

Summary. The article is devoted to the psychological and pedagogical problems of individual personal characteristics necessary for the military service. The article focuses on pedagogical and psychological diagnosis. An attempt is made to identify the relationship between the neuropsychic stability (NEC) and the intellect development level (PPD) using Forecast-2 techniques and Amthauer intelligence structure test. The results and conclusions were checked using correlation and qualitative analysis.

Проблема формирования нервно-психической устойчивости (НПУ) является одной из центральных в плане воспитания специалистов экстремального профиля и подготовки их к выполнению задач по предназначению. НПУ определяет, с нашей точки зрения, ряд важных аспектов деятельности, позволяющих обеспечить ее надежность при выполнении поставленных задач.

Как отмечает С.В. Чермянин и соавт., НПУ следует определить как сложное, комплексное психическое свойство личности, характеризующее состояние регуляции системы нервно-психической адаптации [1].

Анализ литературных данных позволяет предположить, что у 30–40% юношей призывного возраста можно выявить признаки нарушений в эмоционально-волевой, интеллектуальной сферах, что непосредственно влияет на НПУ и приводит к психологической и психической дезадаптации при прохождении службы [1, 4, 5, 9, 10].

В связи с этим данная проблема является актуальной не только для вооруженных сил, но и для системы военного образования, а также последующей деятельности, так как ситуация дезадаптации

в течение службы приводит к нервно-психическим неустойчивости (НПН) и расстройствам.

В настоящее время выделяют следующие признаки, характеризующие дезадаптацию военнослужащих с низким уровнем НПУ:

1. Снижение уровня собственного участия.
2. Негативные эмоциональные реакции (депрессия, агрессивность, негативный эмоциональный фон).
3. Деструктивное поведение (снижение общей активности интеллекта, развитие бедности эмоциональной сферы).
4. Психосоматические реакции (снижение иммунитета, расстройства пищеварения и др.).
5. Разочарования (чувство отчаяния, беспомощности, отрицательная жизненная установка, приводящая к различным видам девиантного поведения).

Причины, приводящие к несформированности НПУ и адаптации, могут быть разные. Вместе с тем большинство авторов на первое место ставят нарушения познавательной сферы – низкий уровень общего развития, интеллектуальной активности и интеллектуальной зрелости [2–5, 8–9]. Именно данная категория существенно влияет на

дальнейшее освоение воинской специальности, общую исполнительность, проявление личной инициативы. Это в последующем оказывает влияние на эмоционально-волевую сферу и вызывает нарушение в сфере отношений между членами воинского коллектива. Как правило, лица с низкой адаптацией НПУ попадают в разряд изгоев, что приводит к различным девиациям в поведении.

Соответствующими признаками низкой НПУ являются следующие: низкая общая эрудиция, пробелы в знаниях; слабое усвоение знаний по специальности; отсутствие проявлений личной инициативы при выполнении несложных поручений [1].

Характерными признаками качества мышления и интеллектуальной активности являются: отсутствие конструктивной интеллектуальной активности; поверхностность суждений и решений; чрезмерная сосредоточенность на своих состояниях, чувствах и переживаниях, которые могут проявляться в замкнутости, аутичности, отчужденности [1].

Опираясь на исследования В.Ю. Рыбникова, С.В. Чермянина, А.Г. Маклакова в этой области мы пришли к выводу о том, что изучение данной проблемы необходимо рассматривать во взаимодействии таких факторов, как адаптивная способность (АС), нервно-психическая устойчивость, интеллектуальное развитие (ИнР) личности. Снижение уровня хотя бы одного из этих составляющих приводит к отклонениям в эмоционально-волевой сфере, развитию акцентуаций, психопатий.

Материал и методы. Объектом изучения было выбрано воинское подразделение одной из частей ССО РБ в количестве 47 человек 2 и 3 периода службы (6 и 12 месяцев службы). Средний возраст личного состава (л/с) подразделения составил 19 ± 1 год. По своему социальному происхождению 92% военнослужащих из семей рабочих, 7% из семей крестьян, 1% из интеллигенции. По уровню образования личный состав имел в подавляющей массе среднее и среднее специальное образование (99%). Военнослужащие имели опыт боевых стрельб в составе подразделения, участия в крупномасштабных многосуточных учениях с созданной в учебных целях максимально возможной экстремальной обстановкой. С личным составом подразделения были проведены диагностические исследования по состоянию адаптивных способностей, которые показали: удовлетворительный уровень АС у 4 военнослужащих; нормальный уровень АС у 27 военнослужащих; высокий уровень АС у 17, соответственно.

Для проведения исследования использовались опросник «ПРОГНОЗ-2» и тест структуры интеллекта Амтхауэра.

Опросник «ПРОГНОЗ-2» предназначен для определения уровня нервно-психической устойчивости, позволяет выявить отдельные признаки личностных нарушений, а также оценить вероятность возникновения нервно-психических срывов. Качественный анализ ответов позволяет уточнить отдельные биографические сведения, особенности поведения и состояния психической деятельности человека в различных ситуациях.

Методика содержит 86 вопросов, на каждый из которых обследуемый должен дать ответ «да» или «нет». Результаты обследования выражаются количественным показателем (в баллах), на основании которого выносится заключение об уровне нервно-психической устойчивости и вероятности нервно-психических срывов.

Тест структуры интеллекта в русскоязычной адаптации В.М. Блейхера и Л.Ф. Бурлачук составлен из девяти групп заданий (субтестов), ориентированных на исследование таких составляющих вербального и невербального интеллекта, каковыми являются: лексический запас, способность к абстрагированию, способность к обобщению, математические способности, комбинаторное мышление, пространственное воображение, способность к кратковременному запоминанию наглядно-образной информации.

Ориентация осуществлена таким образом, что субтест 1 включает задания, ориентированные на исследование словарного запаса испытуемого («чувство языка» по Амтхауэру), субтест 2 – способности к абстрагированию, субтест 3 – способности выносить суждение и умозаключение, субтест 4 – способности к обобщению, субтест 5 – математические способности, субтест 6 – математические способности, субтест 7 – комбинаторное мышление, субтест 8 – пространственное воображение, субтест 9 – способность к запоминанию и воспроизведению наглядной информации. Результаты обследования выражаются количественным показателем (в баллах), на основании которых производится интерпретация интеллектуальных способностей исследуемых.

Опросник достаточно прост в заполнении, время затрачиваемое на ответы составляет около 20 минут. Тест является более сложным и требует для проведения около 1,5 часа времени и определенной умственной нагрузки обследуемого.

В ходе интерпретации показателей кроме количественных использовались и качественные подходы. Экспертами в ходе исследования явились заместитель командира части по идеологической работе, командование подразделения и войсковой психолог части. Результаты проверены на нормальность распределения. В статье

представлены средние оценки и ошибка средней ($M \pm m$). Анализ взаимосвязей определяли при помощи корреляционного анализа Пирсона.

Результаты и их обсуждение. Данные, полученные в ходе опроса по методике «ПРОГНОЗ-2», представлены на рис. 1.

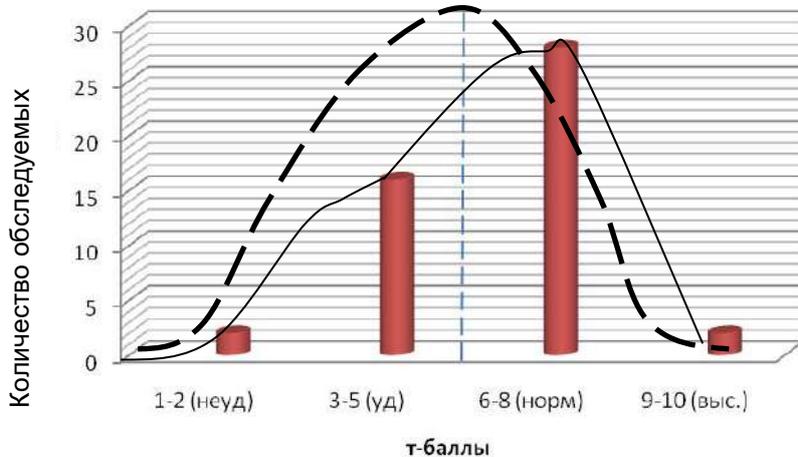


Рис. 1. Полигон распределения показателей НПУ (n=48).

Анализ количественных показателей выявил, что 95,8% имеют нормативную НПУ. Из них: 4,2% – имеют высокие показатели, характеризуются низкой вероятностью нарушений психической деятельности, высоким уровнем поведенческой регуляции; 58,3% – характеризуются хорошими показателями НПУ, низкой вероятностью нервно-психических срывов, адекватными самооценкой и оценкой окружающей действительности. Возможны единичные, кратковременные нарушения поведения в экстремальных ситуациях при значительных физических и эмоциональных нагрузках; 33,3% – с удовлетворительными показателями НПУ, характеризуются возможно-

стью в экстремальных ситуациях умеренных нарушений психической деятельности, сопровождающихся неадекватными поведением, самооценкой и (или) восприятием окружающей действительности; 4,2% характеризуются склонностью к нарушениям психической деятельности при значительных психических и физических нагрузках и имеют неудовлетворительное состояние показателей НПУ.

Данные по тесту Амтхауэра.

Исходя из полученных результатов исследования интеллекта, распределение военнослужащих по уровню умственного развития оказалось следующим (рис. 2).

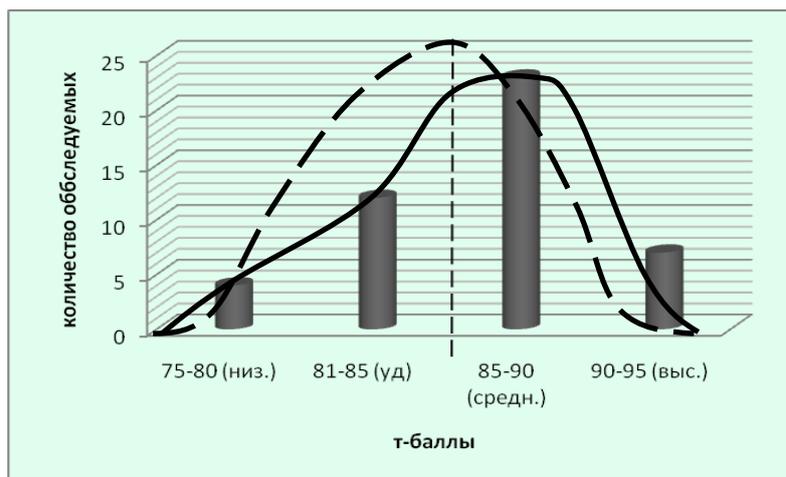


Рис. 2. Полигон распределения показателей ИнР (n=48).

Проведенный анализ количественных показателей определил, что 81% имеют нормативный уровень ИнР. Из общей выборки обследуемых распределение показателей следующее: 15% –

имеют высокие показатели, характеризуются высоким уровнем интеллекта для данной выборки; 48% – характеризуются хорошими показателями ИнР, имеют хороший уровень IQ; 28% – с удо-

влетворительными показателями ИнР, характеризуются возможностью повышения уровня развития интеллекта до среднего уровня; 9% – характеризуются низкими показателями интеллекта.

Для удобства корреляционного анализа мы перевели оценки, полученные в ходе исследования, в т-баллы десятичной системы измерений.

Суммируя количественные показатели, можно сделать вывод о том, что показатель интеллектуального развития личного состава находится на достаточно высоком уровне. Что подтверждается гистографическим анализом, результаты которого сравнивались с кривой нормального распре-

ления Гаусса.

Сравнительный анализ соотношения коэффициента интеллектуального развития и нервно-психической устойчивости показал прямую взаимосвязь. Структура НПУ характеризуется нормативными показателями, если коэффициент умственного развития индивида находится в рамках нормы образовательного стандарта определенной выборки. Корреляционный анализ установил статистически высокие достоверные взаимосвязи (для количества наблюдений $n=48$, $r=0,8061$ на уровне значимости $p < 0,01$) – рис. 3.

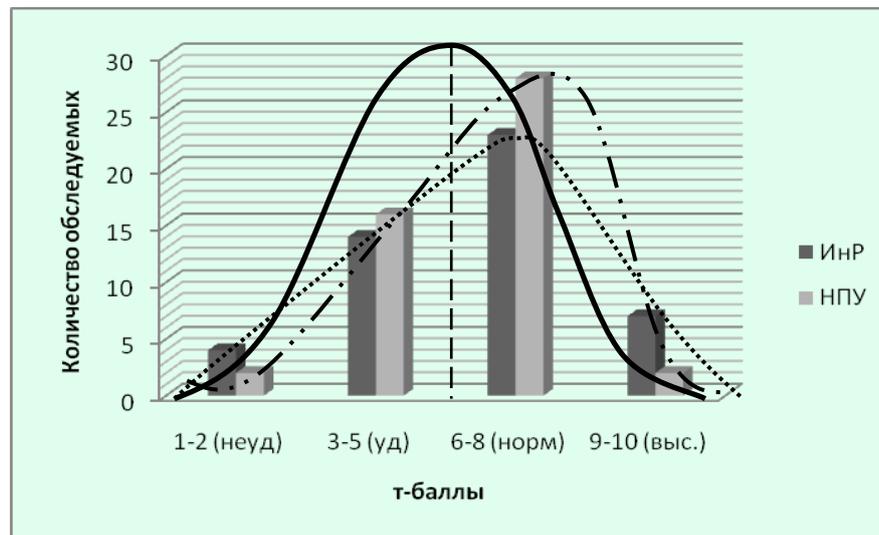


Рис. 3. Полигон распределения уровней ИнР и НПУ (n=48).

Заключение. Таким образом, результаты исследования позволяют отметить, что для повышения уровня НПУ личного состава подразделения специалистам психологической службы воинской части необходимо по прибытии молодого пополнения определять коэффициент умственного развития призывного контингента, с целью получения прогноза результатов и планирования в последующем мероприятий психолого-педагогической и воспитательной работы. Низкий образовательный уровень важно компенсировать знаниями, умениями и навыками по военно-учетной специальности, что безусловно приведет к изменениям личностных характеристик военнослужащих.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боченков А.А., Чермянин С.В. Методологические основы психофизиологической коррекции военнослужащих – участников локальных войн и вооруженных конфликтов // Социально-правовые и психологические основы деятельности органов внутренних дел и внутренних войск МВД России: проблемы теории и практики // Матер. междуна. научно-практ. конф., 20–21 марта 1997 г. – СПб., 1997. – Ч. 4. – С. 15–21.

2. Вавилов М.В. Оперативный психологический контроль и прогнозирование надежности деятельности специалистов экстремального профиля: автореферат дис. ... кандидата психологических наук: 05.26.02 / Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины МЧС России. – СПб., 2003. – 163 с.

3. Дьяченко М.И., Пономаренко В.А. О подходах к изучению эмоциональной устойчивости // ВМЖ. – 1989. – № 5. – С. 82–96.

4. Кадуцков Н.К. Психологическое обеспечение тактико-огневой подготовки воинов-десантников: дис. ... канд. психол. наук: 19.00.14. – М., 2000. – 275 с. РГБ ОД, 61:01-19/128-Х.

5. Караяни А.Г. Военная профессиология. – М.: Военный университет, 2003. – С. 86–96.

6. Маклаков А.Г. Основы психологического обеспечения профессионального здоровья военнослужащих: дис. ... докт. психолог. наук. – СПб., 1996. – 395 с.

7. Немчин Т.А. Состояния нервно-психического напряжения. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1983. – 166 с.

8. Рыбников В.Ю. Психологическое прогнозирование надежности деятельности специалистов экстремального профиля: дис. ... докт. психол. наук: 19.00.03. – СПб., 2000. – 433 с.

9. Човдырова Г.С., Клименко Т.С. Социально-психологические пути повышения стрессоустойчивости сотрудников ОВД и ВВ в экстремальных условиях // Психопедагогика в правоохранительных органах. – 1997. – № 3(5). – С. 81.

10. Човдырова Г.С. Проблема стресса, психической дезадаптации и повышения стрессоустойчивости личности в условиях социальной изоляции. – М.: «Новый дом», 2002. – 274 с.

Поступила в редакцию 27.05.2010

Адрес для корреспонденции: 210038, г. Витебск, пр-т Строителей, д. 18, кв. 53, e-mail: medvedev.by@yandex.ru – Медведев А.В.

Ведущие факторы и основные направления становления и развития социальной педагогики в Беларуси (1917–1936 гг.)

Н.Ю. Андрущенко

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

Статья посвящена истории отечественной социальной педагогики. Автор акцентирует внимание на ведущих факторах (коренное переустройство общества, реформирование образования в соответствии с принципами демократизации и социальной обусловленности воспитания, краеведческая работа, белорусизация, исследования быта детей) и основных направлениях (практическая социально-педагогическая деятельность, теоретическое осмысление проблем социально-педагогического характера, введение социально-педагогического компонента в систему профессиональной подготовки работников образования) становления и развития социальной педагогики в Беларуси в 1917–1936 гг. Преобразования, начавшиеся в государстве после Октября 1917 года, детерминировали реформирование всех сфер общественной жизни. Пристальное внимание было уделено построению новой модели образования на принципах демократизации и социальной обусловленности воспитания. На практике данные принципы реализовывались посредством краеведческой работы, белорусизации и исследования быта детей. Теоретическое осмысление белорусскими педагогами-практиками вопросов социально-педагогического характера содействовало становлению основ социально-педагогического знания. Включение предметов социально-педагогической направленности в учебные программы вузов и техникумов, осуществляющих подготовку педагогических кадров, создавало почву для осознания важности социально-педагогических идей и необходимости их воплощения в практической деятельности.

Ключевые слова: социальная педагогика, краеведение, белорусизация.

Leading factors and main directions of formation and development of social pedagogy in Belarus (1917–1936)

N.Yu. Andrushchenko

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

Summary. The article deals with the history of national social pedagogy. The author accentuates attention on the leading factors and main directions in the formation and development of social pedagogy in Belarus during 1917–1936.

В настоящее время развитие социальной педагогики является одной из приоритетных задач системы образования. Решение данной задачи может быть затруднено из-за ряда противоречий, существующих в социально-педагогической теории и практике:

– между содержанием «Концепции непрерывного воспитания детей и учащейся молодежи в Республике Беларусь на 2006–2010 гг.», «Программы непрерывного воспитания детей и учащейся молодежи в Республике Беларусь на 2006–2010 гг.» (одна из ключевых задач – совершенствование системы кадрового обеспечения воспитательной работы в учреждениях образования, сфера деятельности социального педагога – социальное воспитание подрастающего поколения) и недостатком научных знаний по истории отечественной социальной педагогики;

– между потребностью в содержательном материале по истории социальной педагогики (Образовательный стандарт Республики Беларусь.

Высшее образование. Первая ступень. Специальность – 1-03 04 02 Социальная педагогика, 2008 г.) и отсутствием соответствующих исследований;

– между необходимостью обеспечения процесса профессионального социально-педагогического образования и отсутствием учебно-методического материала в области становления и развития отечественной социальной педагогики.

Таким образом, данные противоречия актуализируют исследование проблемы становления и развития отечественной социальной педагогики.

Материал и методы. Источниками исследования являются архивные материалы (фонды Национального архива Республики Беларусь, Государственных архивов Витебской и Минской областей) и педагогическая периодика (журналы «Асвета», «Камуністычнае выхаванне», «Наш край»). В процессе исследования мы использовали следующие методы: сбор и обобщение информации, её интерпретация и систематизация; индукция; дедукция; сравнительно-сопоставительный анализ; анализ архивных материалов.

Результаты и их обсуждение. Конкретно-исторический подход к исследованию заявленной проблемы позволил выявить ведущие факторы, стимулировавшие становление отечественной социальной педагогики в 1917–1936 гг.: коренное переустройство общества и государства, начавшееся после Октябрьской революции 1917 года; реформирование образования на принципах демократизации и социальной обусловленности воспитания; краеведческая работа; белорусизация; исследования быта детей.

Преобразования, начавшиеся в государстве и обществе после Октября 1917 года, детерминировали реформирование системы образования в соответствии с принципами демократизации и социальной обусловленности воспитания. Идея о социальной обусловленности воспитания воплощалась на практике в рамках краеведческой работы, белорусизации и исследований быта детей. Материалы краеведения и белорусоведения служили основой для создания школьных программ и работы учебно-воспитательных учреждений. Белорусизация акцентировала внимание на необходимости организации процесса развития и воспитания ребенка с учетом таких важных факторов, как природа, быт, социальное окружение. Признание социальной обусловленности воспитания актуализировало исследования быта детей. На изучение и использование в практической деятельности знаний о быте ребенка и среде воспитания были ориентированы все учебно-воспитательные учреждения. Педагогов нацеливали на исследование материальной и духовной культуры ребенка, его роли в семье, детском коллективе, обществе. Практический опыт изучения социальной среды, окружающей ребенка, пропагандировали ведущие периодические издания, прежде всего педагогической направленности. Работа кружков по краеведению и белорусоведению заключалась в ознакомлении детей с окружающей действительностью, формировании у подрастающего поколения социального опыта жизнедеятельности. Обсуждение проблем краеведения, белорусизации, исследования быта ребенка на конференциях и съездах работников просвещения, в периодических изданиях раскрывало перед обществом значимость социально-педагогических знаний [1–5].

Проведенное нами историко-педагогическое исследование позволяет утверждать, что основными направлениями развития социальной педагогики в Беларуси (1917–1936 гг.) являются: практическая социально-педагогическая деятельность, теоретическое осмысление проблем социально-педагогического характера, введение социально-педагогического компонента в систему профессиональной подготовки работников образования.

Первое направление – практическая социально-педагогическая деятельность. Она осуществлялась в ряде учреждений (детская социальная инспекция, детский приемный пункт, институт социального перевоспитания, распределительно-наблюдательный пункт, которые являются прототипом современных социально-педагогических учреждений), а также комиссией по делам несовершеннолетних и заключалась в социальном воспитании, перевоспитании, борьбе с детской беспризорностью, защите прав и интересов ребенка. Работники данных учреждений (братья и сестры социальной помощи, детские социальные инспектора, обследователи-воспитатели) были прообразом современного социального педагога. Социально-педагогический характер носила деятельность учителей, воспитателей школ и дошкольных учреждений, пионерской и комсомольской организаций, поскольку они осуществляли профилактику правонарушений и безнадзорности детей, занимались организацией внешкольной и общественной работы, свободного времени и отдыха, оказывали педагогическую и психологическую помощь семье в воспитании ребенка. Это содействовало развитию социального воспитания подрастающего поколения [7–11].

Второе направление – теоретическое осмысление проблем социально-педагогического характера. Проблемы социально-педагогической направленности (социальное воспитание, перевоспитание «трудных детей», борьба с детской беспризорностью) теоретически осмысливали белорусские педагоги-практики (З. Москалевич, М.М. Слуцкая и др.). Ряд социально-педагогических вопросов (содержание и методы социального воспитания, педагогизация среды и др.) решали П.П. Блонский и С.Т. Шацкий в рамках педагогики среды и педологии. Проблемы социальной педагогики (соотношение «стихийности» и «планомерности» в воспитании; воспитательная роль школы и среды) находились в поле зрения А.Г. Калашникова, М.В. Крупениной, Н.К. Крупской, В.Н. Шульгина. Социально-педагогические идеи и опыт вышеназванных педагогов внедрялся в отечественную систему социального воспитания, они были предметом для изучения будущими педагогами. Это содействовало становлению основ социально-педагогического знания [6; 13].

Третье направление – введение социально-педагогического компонента в систему профессиональной подготовки работников образования. Необходимость реализации идей социального воспитания на практике детерминировала включение в учебные планы учреждений образования, курсов по повышению квалификации, кружков по самообразованию работников просвещения предметов социально-

педагогической направленности («Педагогика социально-трудового воспитания», «Борьба с детской беспризорностью, правонарушителями и типы учреждений для них», «Теория социального трудновоспитания» и др.) и специального курса «Социальная педагогика» (Витебский педагогический институт), что создавало почву для осознания важности социально-педагогических идей и необходимости их воплощения в практической деятельности [12; 14].

В соответствии с запросами и потребностями системы образования рассматриваемого периода времени активное развитие (теоретическое осмысление и практическое применение) получили следующие идеи: необходимость воспитания личности с учетом знаний о социальной среде, ее окружающей; акцентирование внимания на целесообразности исследования внешних факторов, определяющих развитие ребенка; педагогизация среды; формирование у детей необходимых социальных умений и навыков, позволяющих им адаптироваться к окружающей среде и успешно функционировать в обществе (данные социально-педагогические идеи зародились в период с древнейших времен до 1917 года, но широко внедрялись в практику только после 1917 года); взаимосвязь школы, семьи и внешкольных учреждений в формировании ребенка; организация работы с детьми по месту жительства; социально-педагогическая направленность борьбы с детской беспризорностью, что нашло отражение в:

- нормативно-правовых документах (проект постановления СНК БССР о мероприятиях по развертыванию краеведческой работы; Постановление о практических мероприятиях по проведению в жизнь национального вопроса; Постановление ЦИК СССР «О мероприятиях по борьбе с детской беспризорностью»; Постановление СНК СССР и ЦК ВКП(б) «О ликвидации детской беспризорности и безнадзорности»), послуживших актуализации и реализации социально-педагогических идей;

- переустройстве школьных учебных программ на основе материалов местной жизни и труда;

- обсуждении проблем краеведения, белорусизации на съездах, конференциях, в педагогической печати (журналы «Асвета», «Камуністычнае выхаванне»);

- создании методик краеведения и проведении краеведческих экскурсий;

- создании техники и методики сбора и описания быта рабочих; педолого-педагогических наблюдений за детьми;

- издании книги «Белорусоведение», предназначенной для работников образовательной сферы;

- разработке учебных курсов («Социальная педагогика», «Педагогика социально-трудового воспитания», «Борьба с детской беспризорностью, правона-

рушителями и типы учреждений для них», «Теория социального трудновоспитания», «Методика краеведения» и др.) и включении их в учебные планы педагогических вузов, техникумов, курсов повышения квалификации работников просвещения;

- рекомендациях для работников образовательной сферы, публикуемых в ведущих научно-методических изданиях (журналы «Асвета», «Камуністычнае выхаванне»), по работе с беспризорными и трудновоспитуемыми детьми; по профилактике беспризорности.

Данные идеи способствовали:

- созданию ряда учреждений социально-педагогической направленности (детская социальная инспекция, детский приемный пункт, институт социального перевоспитания, распределительно-наблюдательный пункт; институт опеки), а также комиссии по делам несовершеннолетних;

- функционированию учреждений (школы-коммуны, детские дома) и организаций (пионерская и комсомольская), выполняющих социально-педагогические задачи;

- появлению работников, деятельность которых носила социально-педагогический характер (социальные инспектора; братья и сестры социальной помощи; обследователи-наблюдатели; попечители);

- подготовке специалистов образовательной сферы (учителя, работники дошкольных учреждений) к осуществлению социально-педагогической деятельности, посредством включения предметов социально-педагогической направленности в учебные программы педагогических вузов, техникумов, курсов повышения квалификации, кружков по самообразованию;

- изучению и внедрению в отечественную практику социально-педагогических идей русских ученых (П.П. Блонский, С.Т. Шацкий, В.Н. Шуглин и др.) и опыта работы Москвы и Ленинграда по налаживанию совместной работы родителей, жактов (жилищно-коммунальные товарищества) и подколлективов с трудными детьми;

- подготовке методических рекомендаций для студентов;

- организации кружков по краеведению и белорусоведению;

- подготовке рекомендаций директорам школ, классным руководителям, учителям, работникам дошкольных учреждений в области изучения «фона» воспитания (бытовые условия жизни учащихся, взаимоотношения в семье, соседи, друзья, досуг);

- пропаганде в педагогических изданиях практического опыта работы в области социального воспитания.

Все вышесказанное явилось организационно-методическим обеспечением становления отечественной социальной педагогики в 1917–1936 гг. (формирование основ социально-педагогичес-

кого знания, создание почвы для осознания важности социально-педагогических идей и необходимости их воплощения в практической деятельности, организация социального воспитания) и предопределило дальнейшее развитие социальной педагогики как науки, практики и системы профессиональной подготовки специалистов.

Заключение. Исследование проблемы становления и развития социальной педагогики в Беларуси (1917–1936 гг.) показывает, что история социальной педагогики должна органично входить в современную систему социально-педагогических знаний, образуя их целостность. Без знания истории социальной педагогики невозможны успешное развитие современной социально-педагогической науки и практики, создание системы профессиональной подготовки специалистов социальной и образовательной сфер.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьева, А. Да пытання аб арганізацыі працы ў школьных краязнаўчых гуртках / А. Афанасьева, А. Мікалаеў // *Асвета*. – 1927. – № 3. – С. 43–48.
2. Балицкий, А. Ближайшие задачи Наркомпроса в связи с укрупнением Белоруссии / А. Балицкий // *Асвета*. – 1924. – № 1. – С. 2–7.
3. Каранеўскі, Я. Да зьезду інспэктароў і інструктароў па сацыяльнаму выхаванню ў БССР / Я. Каранеўскі // *Асвета*. – 1925. – № 1. – С. 37–42.
4. Каспяровіч, М.І. Асьветнае краязнаўства / М.І. Каспяровіч // *Працаўнік Асветы*. – 1928. – № 8. – С. 7.
5. Мазур, И. Конференция центральных и местных исследовательских школ СССР по работе в деревне и краеведению / И. Мазур // *Асвета*. – 1925. – № 3. – С. 6–10.
6. Москалевич, З. Проблема социального перевоспитания в Беларуси / З. Москалевич // *Камуністычнае выхаванне*. – 1930. – № 2. – С. 68–75.
7. Общие положения о Минском институте социального перевоспитания // Национальный архив Республики Беларусь (НАРБ). – Ф. 42. – Оп. 1. – Д. 826. – Л. 151.
8. Положение о врачебно-наблюдательно-распределительном пункте // Национальный архив Республики Беларусь (НАРБ). – Ф. 42. – Оп. 1. – Д. 823. – Л. 16.
9. Положение о детских приемных пунктах // Национальный архив Республики Беларусь (НАРБ). – Ф. 42. – Оп. 1. – Д. 823. – Л. 14–15.
10. Положение о патронировании несовершеннолетних // Национальный архив Республики Беларусь (НАРБ). – Ф. 42. – Оп. 1. – Д. 823. – Л. 24–27.
11. Положение о создании института братьев и сестер социальной помощи // Национальный архив Республики Беларусь (НАРБ). – Ф. 42. – Оп. 1. – Д. 823. – Л. 11–11 об.
12. Программа курса педагогической психологии профессора И.Н. Дьякова для Витебского педагогического института // Государственный архив Витебской области (ГАВО). – Ф. 204. – Оп. 1. – Д. 173. – Л. 165–168.
13. Слуцкая, М.М. Малалетнія праванарушыцелі і аналіз іх трымання / М.М. Слуцкая // *Камуністычнае выхаванне*. – 1930. – № 11. – С. 71–83.
14. Учебный план педтехникумов // Национальный архив Республики Беларусь (НАРБ). – Ф. 42. – Оп. 1. – Д. 1457. – Л. 30.

Поступила в редакцию 26.05.2010

Адрес для корреспонденции: 210001, г. Витебск, ул. Р. Люксембург, д. 5/10, кв. 46, тел.: +37529 308-36-07 – Андрущенко Н.Ю.

Регионализация социально-педагогической подготовки специалистов медицинского профиля: методологический аспект

И.И. Горлачева

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

Цивилизационные изменения здравоохранения и образования обуславливают социальный заказ общества на регионализацию социально-педагогической подготовки специалистов медицинского профиля. В целях формирования социально-педагогической компетентности специалистов медицинского профиля целесообразно создание региональных центров социально-педагогического образования, объединяющих все заинтересованные стороны, – образование, здравоохранение, социальную структуру населения. Главное – обеспечение тесного взаимодействия всех структур социально-педагогического образования работников медицинского профиля в целях подготовки специалистов, способных профессионально решать сложные социально-педагогические проблемы в рамках своей профессиональной деятельности, а следовательно, быть конкурентно способными на внутреннем и мировом рынках труда.

Ключевые слова: здравоохранение, образование, социальная структура, регионализация.

Regionalization of the social and pedagogical training of the specialists of medical profile: methodological aspect

I.I. Gorlacheva

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

Summary. Emphasizing the regionalization of the social and pedagogical training of the specialists of medical profile is one of the first priority tasks in the development of the modern system of education in the Republic of Belarus.

Цивилизационные изменения в современном мире формируют вызов времени – продвижение конкурентоспособных специалистов на международном рынке труда на основе органического включения личности в мировую цивилизацию и культуру. В мировой науке и практике четко прослеживаются две противоположные тенденции: регионализация и унификация. Приоритетность здравоохранения и образования в государственной политике развитых стран мира акцентирует внимание на проблеме развития медицинского образования в контексте социально-педагогической направленности. В 1995 г. Всемирная организация здравоохранения приняла резолюцию по переориентации медицинского образования для достижения целей стратегии здоровья для всех, призвавшую мировое сообщество реформировать систему медицинского образования в соответствии с заявленной целью. Социальный заказ общества определил роль социально-педагогической составляющей в формировании профессионализма и личностных качеств медработников. Вышесказанное предполагает пристальное внимание ученых-исследователей к регионализации социально-педагогической подготовки специалистов медицинского профиля на основе принципа поликультурности.

Цель исследования – определить методологический аспект регионализации социально-педагогической подготовки специалистов медицинского профиля.

Материал и методы. В процессе исследования были проанализированы труды отечественных и зарубежных педагогов, нормативные и программно-методические документы, касающиеся профессиональной подготовки специалистов медицинского профиля, опыт подготовки медработников в Витебском регионе. Реализован комплекс методов историко-педагогического исследования.

Результаты и их обсуждение. Известный историк педагогики А.И. Пискунов еще в конце 70-х гг. XX столетия, подводя итог и намечая перспективы развития педагогики, выделил четыре группы историко-педагогических исследований, в том числе группу, касающуюся проблемы регионализации образования. Правомерным является утверждение автора о том, что развитие советской школы определялось одними и теми же партийно-правительственными актами, а, соответственно, в рассматриваемый период исторического времени, в истории школы в отдельных республиках и областях преобладало общее, а не специфическое. Ученый считал, что исследования регионального характера, «скованные

территориальными рамками», были полезны для того периода, пока история педагогики нуждалась в накоплении сведений фактического характера, и потеряли свою актуальность, когда встала задача выявления закономерностей, выделения общего и частного [1, с. 62–64].

Продолжая разговор на заданную тему, в это же время Ф.Ф. Шамахов выступил в журнале «Советская педагогика» со статьей «О системе историко-педагогических исследований и роли в ней региональной тематики» [2]. Он, оппонировав А.И. Пискунову в отношении региональных историко-педагогических исследований, утверждает, что нельзя недооценивать влияние особенностей отдельного региона на школу и народное образование. Акцентирует внимание научной общественности на значимости региональных исследований: «помогают в решении определенных проблем современности, показывая, как последние разрешались в условиях той или иной части страны; локальный материал исторического прошлого служит особенно живительным родником, питающим подрастающее поколение идеями патриотизма; региональные исследования богаты конкретными фактами, значение которых для науки очевидно» [2, с. 157].

Подводя итог размышлениям ученых на счет актуальности и значимости региональных исследований, Э.Д. Днепров, сделавший глубокий историко-географический анализ развития дореволюционной и советской педагогики 1918–1977 гг., отмечал, что региональная тематика в педагогической историографии советского периода была представлена исследованиями, выполненными на недостаточно высоком уровне. Он подчеркивал, что научная ценность исследований регионального характера снижалась из-за приверженности к стандартной схематичности краеведческих обзоров [3, с. 25].

Анализ историко-педагогических и социально-педагогических исследований свидетельствует, что региональная проблематика получает достаточно активное развитие начиная с 90-х годов XX столетия, хотя предпосылки ее реализации сформировались в более ранний период. Имеется ряд исследований, рассматривающих регионализацию образования с философской точки зрения (А.К. Костин, О.А. Леонова, Н.Б. Пугачева, И.П. Чепурьшкин), применительно к определенной отрасли образования (педагогика – Л.В. Зинина, медицина – Н.П. Пенкин). В настоящее время среди исследований фундаментального характера следует отметить работы российских (Н.П. Ариной (2005), Л.В. Зинина (2001), В.В. Еврасовой (2006), Н.П. Пенкина (2006),

Н.Д. Попова (2006), Т.Д. Рюминой (1995), Р.А. Фахрутдиновой (1990) и белорусских (Н.К. Катович (1999), М.Е. Кобринского (1997, 2006), Т.Г. Шатюк (2000) ученых.

Для нашего исследования интересно, прежде всего, понятие «регионализация образования». В российской педагогической науке и практике регионализация образования выступает в качестве ведущего принципа организации системы образования. Э.Д. Днепров определяет данное явление как «отказ от унитарного образовательного пространства... наделение регионов правом и обязанностью выбора собственной образовательной стратегии... в соответствии с региональными социально-экономическими, географическими, культурно-демографическими и другими условиями» [4, с. 48–49].

Применительно к Беларуси понятие «регионализация образования» целесообразно рассматривать с позиции культурологической парадигмы: как учет в воспитании специфики местных социокультурных особенностей и традиций. В этом смысле нам близка трактовка Н.К. Катович. Исследователь вводит понятие «образовательно-воспитательный регион», под которым она понимает определенную территорию с аналогичной или близкой внешней воспитательной средой, в пределах которой формируется общность людей для решения одинаковых или сходных педагогических проблем на основании учета местных географических, экологических, исторических, этнографических, социальных, экономических, национальных и религиозных факторов и традиций [5, с. 38].

Ученый выделяет макро-, мезо- и микрообразовательно-воспитательные регионы. Границы макрорегионов в условиях Беларуси, по мнению Н.К. Катович, совпадают с границами областного административного деления республики: Брестский, Гомельский, Гродненский, Витебский, Минский и Могилевский. В пределах макрорегионов выделяются образовательно-воспитательные мезорегионы, классифицированные по административно-территориальным, историко-этнографическим, физико-географическим и др. признакам. Микрорегионы выделяются в пределах конкретного учебного заведения с учетом средовых, культурно-этнических, семейных и др. признаков [5, с. 62].

В науке прослеживается связь между понятиями «педагогическая регионология» и «регионализация образования». Раздел педагогики, изучающий региональное образовательное пространство, получил название «педагогическая регионология». В данном случае региональное образовательное пространство рассматривают

как разновидность сложноорганизованной социальной системы, развивающейся согласно собственным закономерностям, имеющим как субъективный, так и объективный характер. Оно включает совокупность образовательных, культурных и др. институтов, СМИ, общественных организаций и социальных систем, ориентированных на потребности образования, а также социально-психологических стереотипов, регламентирующих поведение людей по отношению к образованию [6, с. 11].

Современные исследователи отмечают отсутствие единого понятийного аппарата регионализации образования и недостаточную разработанность теоретико-методологической базы [6–8]. Определяя понятийно-терминологический аппарат исследования регионализации образования, ученые особое внимание обращают на необходимость построения системы образования и индивидуальной профессионально-личностной траектории в соответствии с особенностями региона и общей установкой на построение образования на основе социального заказа общества. При этом акцент делается на социально-педагогический аспект, перспективный в свете личностно ориентированного направления развития человека в современном обществе.

Личностно ориентированный подход в сочетании с гуманитаризацией образования в контексте социально-педагогического аспекта определяет вектор региональной интерпретации образовательного пространства. Традиционное понимание образовательного пространства сводилось к тому, что это определенная траектория или линия, по которой должно осуществляться нормативное движение ученика. В рамках новой образовательной парадигмы ученые, в соответствии с социальным заказом, рассматривают образовательное пространство как место в социуме, где субъективно задаются множество отношений и связей, осуществляется специальная деятельность определенных систем по развитию личности и ее социализации. В этом ключе понимается и внутренне формируемое, индивидуальное образовательное пространство.

Знаковость обращения к новому толкованию образовательного пространства определяется целым рядом обстоятельств: динамика социальной ситуации (новая социально-культурная, в том числе образовательная политика), ценностно-нормативная неопределенность и переоценка ценностей (размытость нравственного идеала, отсутствие нравственного стержня у отдельных представителей современной молодежи), внедрение западных ценностей и моделей развития, стихийность целеполагания педагогической дея-

тельности и адекватной сложившейся ситуации стратегии образования. Здесь представлен ряд социально-педагогических условий, ставших факторами, стимулирующими реализацию понятия «образовательное пространство» в педагогическую науку и практику.

Рассмотрение идеи образовательного пространства в контексте новой образовательной ценности акцентирует внимание ученых на особенностях социокультурных условий, в которых осуществляется личностное и профессиональное развитие человека, формируются его специфические качества. Такой подход согласовывается с потребностью вхождения в мировое образовательное пространство на основе принципа поликультурности и диалога культур.

Объективная реальность привела к необходимости создания целостной системы профессиональной подготовки и переподготовки специалистов медицинского профиля с целью обретения социально-педагогической компетентности. Речь идет об осуществлении непрерывной социально-педагогической подготовки данных специалистов с учетом региональной специфики (профессиональная подготовка, начальное и среднее профессиональное образование, вузовская подготовка, переподготовка кадров, обучение в магистратуре, аспирантуре и докторантуре) и возможностей развития международной академической мобильности.

Определяет акцент на регионализацию социально-педагогической подготовки специалистов-медиков в контексте принципа поликультурности синергетический метопринцип, объединяющий гуманистический, антропологический, аксеологический и культурологический метопринципы в единое целое. Социально-педагогическое образование в контексте синергетики предполагает процесс взаимодействия и взаимосвязи ряда сопряженных подсистем – педагогики личности и педагогики социума, преподавания и учения, воспитания и самовоспитания. В идеале результатом должно стать новообразование – переход от развития к саморазвитию путем повышения творческого потенциала саморазвивающихся подсистем.

Синергетизм антропологического, культурологического, аксеологического и гуманистического метопринципов проявляется в духовно-нравственном самосовершенствовании объектов и субъектов социально-педагогического образования. Это дает возможность гармонично строить взаимодействие интересующих нас подсистем, исходя из высокогуманных основ этнокультуры и общечеловеческих ценностей. Прогнозируемый результат такого взаимодействия – возможность формирования самодостаточного,

самоорганизующегося, саморазвивающегося, самосовершенствующегося специалиста. Главное достоинство социально-педагогического образования специалиста медицинского профиля в свете синергетического подхода – формирование личностных и профессиональных качеств, позволяющих современному специалисту органически вписаться в мировую цивилизацию и культуру.

Акцент государственной социальной политики на тандеме образования и здравоохранения актуализирует реализацию социально-педагогической составляющей в медицинском образовании. Социально-педагогическая направленность медицинского образования выступает как действенное средство преобразования общества. Приоритетным является включение социально-педагогического аспекта в профессиональное образование работников здравоохранения. Социально-педагогическая составляющая в профессионализме специалиста медицинского профиля предполагает формирование социально-педагогической компетентности, которую следует рассматривать как совокупность личностных качеств, позволяющих ориентироваться в динамично меняющемся социуме в соответствии со своей профессиональной деятельностью в области здравоохранения и медицины. Речь идет о максимально качественном использовании профессиональных возможностей медработника, адаптированных к запросам общества.

Значимость создания целостной системы подготовки специалистов медицинского профиля в контексте социально-педагогической направленности определена целым рядом обстоятельств и в широком социологическом и педагогическом смысле обусловлена объективно существующей потребностью решения ряда противоречий:

- между реальной потребностью в развитии медицинского образования в контексте социально-педагогической направленности (или создания системы социально-педагогического образования медицинских работников) и ее научной и практической неразработанностью,

- потребностью системы здравоохранения и социальной сферы в специалистах медицинского профиля, обладающих социально-педагогической компетентностью, и недостатком квалифицированных научных кадров, способных создать и реализовать на практике региональную модель социально-педагогической подготовки специалиста в системе медицинского образования.

Целью социально-педагогической подготовки специалиста медицинского профиля является формирование социально-педагогической компетентности в соответствии с будущей профессио-

нальной деятельностью.

В настоящее время в контексте регионализации образования социально-педагогическая направленность подготовки медицинского работника становится одним из значимых аспектов как среднего, так и высшего медицинского образования. Объективная реальность предъявляет высокие требования к подготовке компетентного специалиста с высшим образованием, способного быстро адаптироваться к новым социально-экономическим условиям.

Раскрывая проблему регионализации образования, российские ученые предлагают моделировать региональное пространство непрерывной подготовки специалиста, основываясь на трансферийном подходе к культуре. При этом идет речь о создании периферийных центров и единого образовательного (культурного) центра [9]. Создаваемый региональный образовательный центр в данном случае призван генерировать культурную ценность трансферии, влияющей на реформирование образования. Данный подход в определенной мере может быть применим к Беларуси, поскольку, бесспорно, каждый из ее регионов представляет собой культурное образование, характеризующееся определенными особенностями развития. Развитие системы образования в регионах нуждается в научном осмыслении с целью совершенствования системы образования в Республике Беларусь в целом.

Рассмотрим регионализацию социально-педагогической подготовки специалистов медицинского профиля на примере Витебской области. В Витебском регионе формированию социально-педагогической компетентности специалистов медицинского профиля в определенной мере способствует работа, проводимая в УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», Оршанском и Полоцком медколледжах, а также на факультете социальной педагогики и психологии УО «ВГУ им. П.М. Машерова». Медицинские работники могут повысить свою квалификацию в УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет». На кафедре психологии и педагогики осуществляется психолого-педагогическая подготовка студентов медицинского вуза, а также психолого-педагогическая подготовка молодых преподавателей, преподавателей-стажеров, аспирантов и соискателей на факультете педагогики и психологии Витебского медицинского университета. На кафедре осуществляется непрерывная психологическая подготовка медицинских специалистов и разрабатывается проблема психологии терапевтического сотрудничества и подготовки к нему врача совместно с кафедрой терапии ФПКС

№ 1 и № 2, кафедрой дерматовенерологии.

Особенностью регионализации в развитии медицинского образования в Витебской области стало введение с 2009 года на базе факультета повышения квалификации по педагогике и психологии УО «ВГМУ» курса «Основы социальной педагогики и психологии». Курс предназначен для обучения слушателей факультета педагогики и психологии (переподготовка и повышение квалификации специалистов).

С 2002 года повышение профессиональной социально-педагогической и психологической подготовки медицинских работников стало возможным в классическом университете (УО «ВГУ им. П.М. Машерова») на факультете социальной педагогики и психологии. Для выпускников медицинских колледжей предусмотрена заочная форма получения высшего образования по специальности 1-86 01 01 Социальная работа (социо-медико-психологическая деятельность). Срок обучения: 4 года 6 месяцев. Важные с точки зрения социально-педагогической направленности учебные предметы включены в рамках цикла общепрофессиональных и специальных дисциплин в обязательный компонент среди дисциплин специальности (педагогика, введение в специальность, этика социальной работы, педагогические основы социальной работы, социально-культурная деятельность, правовое регулирование социальной работы, реабилитология, методы и технологии социальной работы, проектирование и прогнозирование в социальной работе, медико-социальные основы здоровья) и дисциплин направления специальности (социальная геронтология). В вузовском компоненте это социальная политика, виктимология, современные социальные службы. Дисциплины «по выбору студентов» предусматривают изучение социальной статистики, профессионального взаимодействия в социальной работе, социальной экологии, социальной работы в сообществах, методики работы социального педагога, социальной работы с детьми и молодежью, социально-антропологических основ социальной работы, занятости населения и ее регулирования, социальной работы в сообществах, семьеведения.

В учебный план входят учебная практика (ознакомительная и социально-психологическая) и производственная (социально-профилактическая, реабилитационная, преддипломная). Студентам предоставляется право готовить дипломный проект социально-педагогической направленности. В процессе подготовки будущие специалисты, изучая разные дисциплины, учатся дифференцировать социальные, педагогические, психологические за-

кономерности разных категорий людей, что позволяет сформировать социально-педагогическую компетентность будущего специалиста.

Регионализация системы медицинского образования в контексте социально-педагогической направленности предполагает особое место в организации данной работы ведущих профильных вузов, а также региональных высших учебных заведений, где создаются факультеты социально-педагогического образования или психолого-педагогической подготовки, переподготовки и повышения квалификации преподавателей и практикующих специалистов-медиков. Основная функция профильных высших учебных заведений состоит в обеспечении социально-педагогического образования студентов и преподавателей вузов, а также повышающих свою квалификацию специалистов медицинского профиля. Факультеты выполняют функцию практической образовательной деятельности по социально-педагогической подготовке специалистов. Следует обратить внимание на организацию последипломного социально-педагогического образования преподавателей высших учебных заведений, готовящих специалистов-медиков. Немаловажную роль в реализации социально-педагогической направленности в подготовке медработников (специалистов здравоохранения) могут сыграть магистратура и аспирантура в рамках подготовки диссертационных исследований по проблемам социальной педагогики, преемственности социальной педагогики и медицины, развития социально-педагогического образования специалистов медицинского профиля.

Целесообразно говорить о создании регионального Центра организации социально-педагогического образования медработников. Региональный Центр может объединить заинтересованных представителей социальной сферы, в том числе руководителей системы образования и здравоохранения, социальной сферы в целях эффективного решения вопроса создания целостной системы социально-педагогического образования. Первостепенные задачи, которые необходимо решить Центру по организации социально-педагогического образования:

- разработка теоретико-методологического основания социально-педагогического образования с учетом региональной специфики (определение сущности социально-педагогического образования и выявление основных принципов, факторов и условий его функционирования);
- создание и апробирование методики формирования профессиональной социально-педагогической компетентности специалистов

медицинского профиля (врача, учителя, социального работника, социального педагога и др.), раскрывающей механизм данного процесса;

– подготовка комплекса дидактических средств, обеспечивающих функционирование системы социально-педагогического образования в регионе, способствующего формированию социально-педагогической компетентности специалистов.

В целях обеспечения реализации рациональной системы социально-педагогического образования специалистов медицинского профиля в профильных вузах необходимо:

– создание региональной модели социально-педагогического образования;

– пересмотр структуры и последовательность изучения социально-педагогических дисциплин по годам обучения в медуниверситете и медколледжах, а также возможность включения социально-педагогического аспекта в дисциплины специализации с учетом создания системы непрерывного социально-педагогического образования;

– разработка программы внедрения в учебный процесс технологий, обеспечивающих эффективность организации различных форм обучения (групповых, индивидуальных, внеаудиторных), а также научно-исследовательской, самостоятельной работы студентов, направленных на формирование социально-педагогической компетентности специалистов;

– определение методического обеспечения комплексной дипломной работы (преемственность специального, социально-педагогического и методического блоков).

В профильных институтах при подготовке специалистов-медиков, с учетом региональной специфики, в образовательной практике следует использовать различные варианты соотношения дисциплин по специальностям будущей профессии с дополнительными спецкурсами, элективами и практическими занятиями социально-педагогической направленности. Совершенствование социально-педагогического образования специалистов медицинского профиля возможно как путем увеличения часов на спецкурсы и элективы, так и путем включения социально-педагогического аспекта в профессионально ориентированные дисциплины специализации. Решение сложных социально-педагогических задач, связанных с развитием профессионализма специалиста данной сферы, должно стать непременным условием организации учебно-воспитательного процесса в системе подготовки и переподготовки будущих и настоящих работ-

ников системы здравоохранения.

Особое внимание следует уделять практической и социально-педагогической деятельности. Данные виды деятельности служат действенным механизмом и комплексной технологией реализации социально-педагогической направленности. Например, учебные практики, обеспечивающие взаимодействие образовательных учреждений и различных социальных служб, являются эффективным средством формирования социально-педагогической компетентности в соответствии с профессиональной направленностью.

Заключение. Объективная реальность привела к необходимости создания региональной системы социально-педагогической подготовки и переподготовки специалистов медицинского профиля с целью получения социально-педагогического образования. Акцент на социально-педагогическом аспекте в профессиональном образовании специалистов системы здравоохранения с учетом принципа поликультурности и диалога культур – приоритетное направление развития современного образования. В перспективе регионализация образования медработников – руководящее начало целенаправленной работы по разработке и внедрению системы социально-педагогической подготовки специалистов данной сферы, обеспечивающее профессиональную компетентность и возможность конкуренции на международном рынке труда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пискунов, А.И. История российской педагогики: некоторые итоги и перспективы / А.И. Пискунов // Советская педагогика. – 1977. – № 11. – С. 57–66.
2. Шамахов, Ф.Ф. О системе историко-педагогических исследований и роли в ней региональной тематики / Ф.Ф. Шамахов // Советская педагогика. – 1980. – № 2. – С. 156–158.
3. Днепров, Э.Д. Советская историография дореволюционной отечественной школы и педагогики 1918–1977. Проблемы, тенденции, перспективы / Э.Д. Днепров. – М., 1981. – 90 с.
4. Днепров, Э.Д. Современная школьная реформа в России / Э.Д. Днепров. – М.: Наука, 1998. – 463 с.
5. Катович, Н.К. Педагогические основы регионализации системы воспитания школьников в Беларуси / Н.К. Катович. – Минск, 1999. – 172 с.
6. Чепурышкин, И.П. Регионализация образования как предмет научных исследований / И.П. Чепурышкин, Н.Б. Пугачева // Педагогика. – 2008. – № 8. – С. 9–16.
7. Костин, А.К. Регионализация образования – стратегическое направление образовательной политики / А.К. Костин // Педагогика. – 2005. – № 8. – С. 27–32.
8. Леонова, О.А. Понятие «образовательное пространство» и его региональная интерпретация / О.А. Леонова // Педагогика. – 2008. – № 6. – С. 36–41.
9. Зинина, Л.В. Научно-методические основы и региональные особенности реформирования педагогического образования: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.08 / Л.В. Зинина. – Ростов-на-Дону, 2001. – 48 с.

Поступила в редакцию 26.05.2010

Адрес для корреспонденции: 210027, г. Витебск, пр-т Строителей, д. 3, корп. 1, кв. 57 – Горлачева И.И.

Когнитивная среда как предпосылка психического развития воспитанников дома ребенка

В.А. Каратерзи

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

Статья посвящена проблеме организации условий, необходимых для полноценного психического развития детей, лишенных родительского попечения. Проведен сравнительный анализ когнитивной среды, характерной для семейного воспитания и дома ребенка. Установлена взаимосвязь между характеристиками когнитивной среды и психическим развитием младенцев. На основе применения моделирования показана возможность прогноза и изменения динамики психического развития воспитанников дома ребенка при создании оптимальных условий.

Ключевые слова: когнитивная среда, сенсорная стимуляция, психическое развитие.

Cognitive environment as a precondition of mental development of orphanage wards of child's house

V.A. Karaterzi

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

Summary. The article is devoted to the problem of organization of the conditions that are necessary for high-grade psychical development of the children, deprived of parental care. The comparative analysis of cognitive environment, typical for family upbringing and child's house is made. The connection between characteristics of cognitive environment and psychical development of infants is established. The article shows the possibility of forecasting and changing the dynamics of orphan's psychical development by creation the optimal conditions on the base of modeling.

Актуальность представленного исследования обусловлена отмеченной многими учеными спецификой психического развития воспитанников закрытых детских учреждений. В качестве причин этого явления рассматриваются в том числе те виды депривации, которым подвержены дети этой категории (Й. Лангеймер, З. Матейчек, Б.Е. Микиртумов, И.А. Фурманов, И.В. Ярославцева, Г.А. Ковалев и др.). Приоритетным направлением современных исследований является не оптимизация условий жизни и воспитания в рамках закрытых детских учреждений, а развитие альтернативных форм обучения и воспитания детей, лишенных родительского попечения: профессиональной замещающей семьи (в том числе приемной и патронарной), семейного детского дома (В.Н. Ослон, А.С. Спиваковская, В.А. Маглыш, Е.И. Николаева, О.Г. Япарова и др.). Рассмотрение возможностей реабилитационной работы с воспитанниками учреждений интернатного типа зачастую ограничивается исследованием возможностей преобразования социального окружения детей (Р.Ж. Мухамедрахимов, О.И. Пальмов, Н.В. Никифорова, К.Я. Гроарк, Р.Б. МакКолл). Данный подход, безусловно, оправдан, учитывая значимость социальных контактов для полноценного развития психики человека. Тем не менее, отмечается недостаточный учет возможностей сенсорной стимуляции в психическом и, в первую очередь, в когнитивном

развитии детей как фактора, оказывающего непосредственное влияние на развитие корковых полей и формирование функциональных систем головного мозга.

В нашем исследовании мы оперируем понятием «когнитивная среда», понимая под ней совокупность сенсорных стимулов, источником которых являются как система окружающих предметов и их характеристик, непосредственно или опосредованно воздействующих на анализаторы ребенка, так и общение со взрослыми. При этом представляется необходимым дифференцировать понятия «когнитивная среда» и «сенсорная среда». В отличие от сенсорной, когнитивная среда учитывает то социальное значение, которое имеют сенсорные стимулы для психического развития детей.

В работах ряда авторов (М. Черноушек, Ф.Е. Иванов, В.Ф. Рубахин, Н.И. Чуприкова, Дж. Гибсон, Б.И. Кочубей, Е.А. Сергиенко и др.) имеются указания на характеристики среды, необходимые для создания оптимальных условий для психического развития детей. Лонгитюдное исследование влияния изменения социального окружения в закрытых детских учреждениях на психическое здоровье детей, предпринятое Р.Ж. Мухамедрахимовым, О.И. Пальмовым, Н.В. Никифоровой, К.Я. Гроарком, Р.Б. МакКоллом, привело к выделению значимых факторов, определяющих развитие детей на ранних этапах он-

тогенеза. Таковыми были названы отзывчивость и постоянство первичного социального окружения. В то же время исследователями были зафиксированы высокая нестабильность и низкая отзывчивость, характеризующие социальное окружение современных закрытых детских учреждений. При организации бодрствования детей Г.А. Широкова предлагает учитывать особенности физической среды (свет, звуковая среда, постоянные помехи в деятельности), наличие достаточного количества разнообразных предметов, предоставленных в пользование детей, возможность частого, преимущественно индивидуального общения со взрослыми. Как наиболее неблагоприятный фактор среды автором описывается обилие резких акустических раздражений и длительный хаотический шум в детском помещении. Так, М. Черноушек говорит о том, что восприятие среды тесным образом связано с действиями в этой среде, и что бедная и монотонная среда не может удовлетворить потребности ребенка в разнообразии восприятия. Оптимальной средой, по мнению автора, является среда, предполагающая возможность изменения в соответствии с нуждами субъекта. Среда, окружающая ребенка, должна быть открытой, а не закрытой системой, и ее границы не должны быть строго фиксированы.

В нашем исследовании был сделан акцент на изучении характера связей между сенсорной стимуляцией и динамикой психического развития и осуществлена попытка выделить характеристики среды, необходимые для создания модели когнитивной среды, способствующей нормальному психическому развитию исследуемой нами категории детей.

Интерес к изучению характеристик среды, влияющих на процесс психического развития на первом году жизни, был связан, во-первых, с тем, что многочисленные литературные данные свидетельствуют о задержках в формировании перцептивных навыков и познавательной сферы в целом у воспитанников домов ребенка. Во-вторых, в целом ряде исследований отмечается негативное влияние сенсорной депривации на формирование структур мозга, что определяет неблагоприятное в ходе психического развития, при этом остаются неизученными возможности смягчения последствий депривации посредством соответствующей организации когнитивной среды.

Значимость когнитивной среды для психического развития младенцев обусловлена зависимостью функционального развития коры головного мозга от сенсорной стимуляции. Согласно современным представлениям нейропсихологии детского возраста, к моменту рождения у ребенка полностью созревшими являются аппараты подкорковых образований, в то время как пер-

вичные, вторичные и третичные корковые поля «формируются прижизненно, не одновременно и при определенных социальных условиях и воздействиях на мозг» [1, с. 44]. Исследования в данной области подтверждают, что отсутствие нужной сенсорной информации задерживает развитие соответствующих зон мозговой коры.

Проведенный теоретический анализ позволил нам определить характеристики когнитивной среды, способствующие положительной динамике психического развития младенцев:

- динамичность – возможность изменения среды в соответствии с нуждами ребенка, обеспечение переменной стимуляции, что поможет избежать установления в восприятии детей строго фиксированных границ среды и активизировать большее количество нейронных связей (М. Черноушек, Г.А. Ковалев и др.);

- компонентность – наличие достаточного количества стимулов, необходимых для полноценного формирования синаптических структур и межсистемных связей в развивающейся нейросети (Т.А. Строганова, Е.В. Орехова, J.E. Black, C.S. Wallace и др.);

- новизна – предоставление новых стимулов, что влияет на поддержание оптимального тонуса коры головного мозга, активизацию ориентировочного рефлекса и предотвращение явления габитуации (Е.Н. Соколов, М. Черноушек, Б.И. Кочубей и др.);

- дифференцированность – наличие стимулов, разнообразных по количественным и качественным характеристикам (Л.Н. Галигузова, Г.А. Широкова, М. Черноушек и др.);

- разномодальность – наличие стимулов разных модальностей, адресованных различным анализаторам младенца (Г.А. Широкова, В.М. Козубовский и др.);

- упорядоченность – наличие упорядоченной структуры среды, что необходимо для формирования и закрепления систем условных рефлексов, создания возможности понимать и регулировать отношения с объектами внешней среды (Й. Лангеймер, З. Матейчек и др.);

- соответствие стимулов возрастным особенностям ребенка (Е.А. Сергиенко и др.).

Материал и методы. С целью стандартизации наблюдения были разработаны протоколы наблюдения на основе исследований особенностей психического развития воспитанников закрытых детских учреждений и исследований по клинической психиатрии раннего детского возраста.

1. Диагностика нервно-психического развития детей первого года жизни.

Для реализации целей изучения нервно-психического развития детей первого года жизни была использована методика, разработанная

Э.Л. Фрухт. Цель применения – заполнение карты НПР, что позволило определить соответствие (опережение/отставание) показателей психического развития младенцев возрастным нормам, определить степень опережения/отставания в развитии, выраженную в количестве эпикризных сроков, а также соотнести психическое развитие каждого ребенка с определенной группой развития (I – V).

2. Оценка психического развития (по Мюнхенской функциональной диагностике развития).

Цель применения диагностики развития заключалась в том, что по ее результатам составлялся профиль развития ребенка, позволяющий наглядно оценить общую направленность психического онтогенеза, его соответствие хронологическому возрасту, гармоничность развития отдельных сфер психики.

3. Анализ материнских дневников.

В ходе эмпирического исследования использовались данные дневников развития ребенка первого года жизни, которые велись матерями, участвовавшими в исследовании, а также субъективная оценка психического развития ребенка со стороны матери. Данная информация служила дополнением к данным, полученным при помощи наблюдения и оценки психического развития младенцев при помощи описанных выше методик.

Результаты и их обсуждение. С целью оценки вклада сенсорных стимулов в психическое развитие младенцев, воспитывающихся в доме ребенка, мы исследовали, с одной стороны, особенности этого развития, с другой – характеристики когнитивной среды данного учреждения и, применив корреляционный анализ, определили характер связи между изучаемыми переменными. В результате была обнаружена взаимосвязь ($p < 0,0001$) количества стимулов со следующими показателями психического развития младенцев экспериментальной (воспитанники дома ребенка) и контрольной (семейные дети) групп: зрительные ориентировочные реакции ($r_s = 0,86$), слуховые ориентировочные реакции ($r_s = 0,87$), эмоции и социальное поведение ($r_s = 0,88$), движения руки и действия с предметами (во втором полугодии жизни) ($r_s = 0,87$), общие движения ($r_s = 0,85$), подготовительные этапы развития речи ($r_s = 0,87$), понимание речи ($r_s = 0,87$), активная речь ($r_s = 0,86$), навыки и умения ($r_s = 0,86$). Следовательно, мы можем говорить о наличии высокого уровня корреляции между количественными характеристиками когнитивной среды и психическим развитием младенцев.

У воспитанников дома ребенка значимые коэффициенты корреляции были получены между количеством стимулов и такими показателями психического развития, как зрительные ориентировочные реакции ($r_s = 0,38$; $p < 0,05$), слуховые

ориентировочные реакции ($r_s = 0,50$; $p < 0,01$), эмоции и социальное поведение ($r_s = 0,53$; $p = 0,001$), движения руки и действия с предметами (во втором полугодии жизни) ($r_s = 0,42$; $p < 0,01$), понимание речи ($r_s = 0,48$; $p < 0,01$), навыки и умения ($r_s = 0,38$; $p < 0,05$).

В то же время анализ показателей психического развития семейных детей с количеством стимулов показал наличие достоверной взаимосвязи только с показателями диагностики «подготовительные этапы развития речи» ($r_s = 0,41$; $p = 0,01$) и «активная речь» ($r_s = 0,58$; $p < 0,001$).

Сравнительный анализ представленных выше данных позволяет говорить о существенно большем значении количественных характеристик когнитивной среды для психического развития младенцев, воспитывающихся в доме ребенка (шесть из девяти диагностируемых показателей психического развития у воспитанников закрытого детского учреждения по сравнению с двумя – у семейных детей). Полагаем, что это свидетельствует о возможности влияния когнитивной среды на изменение негативной динамики психического развития воспитанников дома ребенка.

Дефицитарность когнитивной среды дома ребенка проявляется как в количественных показателях стимулов, так и в специфике их качественных характеристик. Качественный анализ стимулов свидетельствует об отсутствии ярких, движущихся игрушек, окрашенных в основные цвета, которые были бы доступны для ежедневного взаимодействия с ними детей. Игрушки, которые предоставляются для взаимодействия детям, сменяются с периодичностью 1 раз в 1–1,5 месяца. Замена, как правило, происходит на аналогичные игрушки. Среди слуховых стимулов наиболее часто встречающимися были фоновые шумы, не обозначаемые взрослыми, что является фактором, вызывающим утомление ребенка [6, с. 50]. Основной целью тактильных контактов взрослого с ребенком является осуществление гигиенического ухода или кормления. Поведение большинства ухаживающих взрослых по отношению к воспитанникам дома ребенка характеризуется либеральным стилем воспитания, склонностью к гипоопеке, наличием снисходительного, в целом положительного отношения к детям со средним или низким уровнем понимания и учета состояния детей и средним уровнем эмоциональной вовлеченности. Наличие частой сменяемости взрослых способствует возникновению, наряду с эмоциональной, сенсорной и социальной, также и когнитивной депривации, в основе которой лежит невозможность установления постоянства взаимоотношений объектов окружающей среды, а также отсутствие возможности понимать, предвосхищать и регулировать происходящее в ней [3].

Когнитивная среда в семье характеризуется наличием большого числа разнообразных, как правило, новых игрушек с яркими (в том числе основными) цветами, действия с этими игрушками сопровождаются речью взрослого, носят опережающий, направленный непосредственно на ребенка активизирующий характер. Репертуар взаимодействия с игрушками представлен большим разнообразием форм и способов. Ежедневные прогулки, массаж, купания, игры с детьми, посещение различных учреждений сферы услуг, нахождение в общественном транспорте и т.д. также являются источником большого разнообразия стимулов, воздействующих на сенсорные системы семейных детей. Взаимодействие матери и близких взрослых с детьми, воспитывающимися в семье, характеризуется высокодифференцированным отношением к поведению ребенка, что проявляется в стремлении понять причины поведения ребенка, удовлетворить его потребность. Безусловное принятие ребенка проявляется в положительной установке на него независимо от его поведения и наличия/отсутствия успехов.

Мы полагаем, что существует возможность изменения негативной динамики психического развития воспитанников закрытого детского учреждения посредством создания соответствующей возрасту когнитивной среды, обладающей определенными характеристиками. Для оценки этой возможности мы использовали метод моделирования. Проанализированная нами модель существующей когнитивной среды в учреждении закрытого типа выявила ряд факторов, наиболее значимых для психического развития младенцев. Согласно блок-схемной модели развития ребенка в условиях закрытого детского учреждения, каждый из выделенных факторов (блоков) представляет собой систему определенных элементов (подблоков), а психическое развитие определяется их взаимодействием. Система внешних воздействий на ребенка создается взаимодействием следующих блоков: S (система сенсорной стимуляции во взаимодействии со взрослыми) и N (качественные и количественные характеристики предметно-пространственной среды). Внешние воздействия, опосредуемые внутренним состоянием ребенка (состоянием здоровья, возрастными особенностями психического развития, возрастом поступления в дом ребенка) – блок P, определяют уровень психического развития младенца: $R = f(S, N, P)$. Чем меньше интенсивность информационных потоков S и N, тем более уровень психического развития будет стремиться к отставанию по всем линиям.

Процесс изменения факторов S и N может быть и дискретным, следовательно, R носит

прерывно-непрерывный характер. Кроме того, даже в постоянном потоке стимулов типа S и N развитие R не прекращается, оно лишь в еще большей степени обуславливается P, а именно внутренним состоянием ребенка и закономерностями психического онтогенеза. Это подтверждается состоянием здоровья части детей исследуемых групп, которое характеризуется наличием диагноза «перинатальная энцефалопатия», последний может редуцироваться под влиянием внешних воздействий (как это имеет место у семейных детей), либо усугубляться в степени тяжести при отсутствии адекватной системы воспитания (в случае с воспитанниками дома ребенка). Такого рода изменения определяются закономерностями психического развития на первом году жизни и характеризуются, в частности, наличием феномена апоптоза, когда в раннем послеродовом развитии в мозге ребенка массаги (примерно 20 тыс. клеток в минуту) гибнут будущие нейроны, и это длится месяцами [2]. Все это подтверждает идею о том, что чем меньше интенсивность информационных потоков S (система сенсорной стимуляции, во взаимодействии со взрослыми) и N (качественные и количественные характеристики предметно-пространственной среды), тем более R (уровень психического развития) будет стремиться к отставанию по всем линиям психического развития.

С целью предсказания влияния изменений в организации когнитивной среды на перспективы психического развития младенцев нами было использовано векторное моделирование, в ходе которого мы опирались на классификацию типов среды В.А. Ясвина. В базовой системе координат представлены 4 типа среды: карьерный, догматический, безмятежный, творческий. Наибольшие возможности для развития предоставляет творческий тип среды, наиболее неблагоприятными последствиями характеризуется воздействие догматической среды. Вектор, соединяющий два полярных типа среды (творческий и догматический), рассматривается как вектор благополучия–неблагополучия человеческого фактора средовых воздействий (Н.Ю. Михайлова). В нашем исследовании человеческий фактор представлен системой взаимодействия взрослых с ребенком, следовательно, данный вектор в модели выступает как вектор благополучия–неблагополучия контактов со взрослым.

Изменение человеческого фактора смещает вектор личностного развития в смежный подтип среды [4]. В результате действия вектора «взаимодействие со взрослыми» подтип среды может быть отнесен к смежному с ее основной средой типу в направлении увеличивающихся степеней либо «ак-

тивности» и «свободы», либо «зависимости» и «пассивности» в соответствии с особенностями системы взаимодействия со взрослыми. Полученный путем такого смещения вектор рассматривается как «вектор развития», который формируется в данной среде [4]. В результате диагностики типа среды, существующей в доме ребенка, мы установили, что наиболее типичной является догматическая среда. Использование векторного моделирования показало, что изменение системы взаимодействия взрослых с детьми в направлении творческой среды смещает вектор психического развития по оси благополучия контактов со взрослым в направлении роста активности и свободы формирующейся личности. Существует возможность смещения вектора психического развития в смежные безмятежный и карьерный типы среды, которые являются более благоприятными в плане прогноза развития, чем догматический.

Заключение. Изучение модели среды закрытого детского учреждения показывает, что данный вид среды представляет собой систему, негативно воздействующую на развитие психики детей. Корреляционный анализ выявил наличие

выраженной положительной взаимосвязи между характеристиками когнитивной среды и показателями психического развития младенцев. Применение метода моделирования позволило оценить возможности изменения динамики психического развития младенцев и осуществить его прогноз при условии изменения характеристик когнитивной среды дома ребенка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Актуальные проблемы нейропсихологии детского возраста: учеб. пособие / под ред. Л.С. Цветковой. – М.: Изд-во Московского психолого-социального института; Воронеж: Изд-во НПО «МОД-ЭК», 2006. – 296 с.
2. Биология одаренности: Беседа с ученым-генетиком Александром Седовым // Лицейское и гимназическое образование [Электронный ресурс]. – 2002. – № 2. – Режим доступа: <http://www.lgo.ru/kafedra2.htm>.
3. Лангеймер Й., Матейчек З. Психическая депривация в детском возрасте. – Прага: Авиценум, 1984. – 334 с.
4. Михайлова Н.Ю. Деятельность психолога дошкольного учреждения по формированию коррекционно-развивающей игровой среды: дис. ... канд. психол. наук: 19.00.03. – Тверь, 2000. – 134 л.
5. Широкова Г.А. Сенсомоторное развитие детей раннего возраста. Диагностика. Игры. Упражнения. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. – 256 с.

Поступила в редакцию 24.05.2010

Адрес для корреспонденции: 210021, г. Витебск, ул. Титова, д. 73, e-mail: nika@service.lt – Каратерзи В.А.

Использование безразмерных величин в некоторых разделах курса общей физики

А.А. Яхновец, В.П. Яковлев

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

Обсуждаются возможности использования методов теории размерности в преподавании общей физики на первых курсах физического факультета при подготовке физиков и преподавателей физики. Решаются несколько задач с помощью обезразмеривания формул, выражающих физические законы.

Ключевые слова: общая физика, теория размерности, обезразмеривание формул, безразмерные величины.

Using nondimensional numbers in some units of the course of general physics

A.A. Yakhnovets, V.P. Yakovlev

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

Summary. The article deals with some problems from the course of general physics. The authors propose to create the equations for them using nondimensional numbers quantities. This method extends the range of the application of physical models. It specifies the connection between experiments and the theory. The questions raised in the article may attract the attention of teachers of physics at schools and higher educational establishments.

В различных отраслях физики используют безразмерные комплексы и симплексы [1], [2], получившие название «безразмерные критерии и числа», например: в гидродинамике – число Маха M , число Рейнольдса – Re , в теплофизике – число Прандтля Pr , в оптике – показатель преломления n , в атомной физике – гиромагнитное отношение g , постоянная тонкой структуры σ . Использование безразмерных понятий приводит к более глубокому проникновению в сущность физических процессов потому, что они формируются путем комбинирования характерных для рассматриваемого процесса значений физических величин. Рассмотрим комплекс, известный как число Фурье:

$$F_0 = \frac{at}{l_0^2} = \frac{\lambda t}{c\rho_M l_0^2}, \quad (1)$$

здесь l_0 – характерный для процессов теплопереноса размер длины, a – коэффициент диффузии тепла [2] или его еще называют температуропроводностью [3], λ – коэффициент теплопроводности в равновесном состоянии, c – удельная изобарная теплоемкость, ρ_M – плотность массы, t – физическое время. Из расшифровки обозначений следует в частности [2], что (1) используется как безразмерное время при расчете процессов теплопереноса с использованием уравнения теплопроводности. При этом F_0 исчисляется не просто секундами, а характерными для распространения тепла в веществе числовыми безразмерными временными интервалами, определяе-

мыми теплофизическими величинами c ; ρ_M , λ и линейным структурным масштабом l_0 . В преподавании физики в школе и вузах безразмерным величинам уделяется недостаточно внимания в курсах общей физики, т.е. именно там, где закладываются концепции физического мировоззрения, хотя на простых примерах можно показать их важную роль в понимании физических процессов. Например, угол, измеренный в радианах, – это отношение длины дуги к радиусу $\varphi = l/R$, т.е. это безразмерная величина, рассчитываемая как отношение одной длины к другой по принципу симплекса. Обратимся к такой физической модели, как малые колебания материальной точки. Здесь закон движения задается функциями $\cos[\varphi(t)]$ или $\sin[\varphi(t)]$, где такая величина, как фаза $\varphi(t)$, должна быть безразмерной, но является весьма информационемкой величиной, описывающей состояние колебательной системы.

В простейшем случае гармонических колебаний

$$\varphi - \varphi_0 = 2\pi \frac{t}{T} = \omega t \quad (2)$$

это симплекс $\varphi(t)$, где $\varphi \sim t/T$; T – период, а φ_0 – начальное положение материальной точки.

В газодинамике пользуются числом Маха M , это отношение скорости x потока газа относительно тела, покоящегося в лабораторной системе координат или двигающегося со скоростью звука c в том же месте потока: $M = x/c$.

Число Маха характеризует режимы взаимодействия тела, двигающегося в газе, с потоками среды, возникающими при этом. Различают дозвуковое обтекание – $M < 1$; при $M = 1$ характер обтекания неустойчив, бурная турбулентность порождает вибрации плоскостей и оболочек, и сверхзвуковое обтекание ($M > 1$), сопровождающееся возникновением конической зоны повышенного давления, так называемой ударной волны. Анализ этих трех режимов позволяет построить теорию, связывающую плотность, давление, температуру и энтропию и сравнительно просто объясняет происходящее. При относительной скорости $x < c$ и $M < 1$ взаимодействие твердого тела и газового потока не сопровождается изменением энтропии ($dS=0$), при $M=1$ имеют место локальные отклонения энтропии от равновесного значения [11], однако величина этих отклонений ограничивается эффектом турбулентности, развивающейся в среде. Эти отклонения самоликвидируются, порождая турбулентные вихри. Режим, когда $M > 1$, характерен тем, что двигающееся тело целенаправленно тратит энергию, хотим мы этого или нет, на преобразование среды в некотором объеме, окружающем тело, где происходят скачком рост энтропии и перестройка атмосферы в среду с другими физическими характеристиками, как то: давление, температура, плотность, число состояний на единицу объема.

Рассмотрим еще один простой пример – уравнение состояния идеального газа в форме Клапейрона–Менделеева:

$$pV = \frac{m}{\mu} RT, \tag{3}$$

где $m/\mu = \nu$ – число молей.

Выражение (3) известно и школьникам и студентам первого курса. Число молей $\nu = \frac{N}{N_A}$, где

N_A – число Авогадро есть безразмерный симплекс по своей физической сущности. Перепишем (3) в виде:

$$\frac{pV}{RT} = \nu. \tag{4}$$

Подставим в (4) размерности всех величин, кроме давления p :

$$\frac{[p]M^3}{\frac{Дж}{К \cdot моль} K} = \text{моль}, \text{ следовательно,}$$

$$\frac{[p]M^3}{Дж} = 1. \tag{5}$$

Или из (5) получаем размерность давления

$$[p] = \frac{Дж}{M^3}. \tag{6}$$

Если не расписывать далее 1Дж, то мы получаем результат, совершенно не используемый в школьной физике, да и в курсе молекулярной физики и термодинамики, а именно: давление можно рассматривать как объемную плотность какой-то энергии, называемой в термодинамике свободной энергией, за счет которой тела совершают работу при изменении состояния. Таким образом, анализ уравнения состояния (3), с проявлением безразмерной структуры, позволяет глубже понять смысл физической величины «давление».

Результаты и их обсуждение. Математическое подобие совершенно разных физических явлений [2] проявляется при записи дифференциальных уравнений движения и при их интегрировании. Обезразмеривание в этих случаях приводит к выявлению скрытых допущений, доминирующих величин, подчеркивает характерные функциональные особенности. Рассмотрим с этой точки зрения такую задачу, как «пружинный маятник». Физическая модель, учитывающая только линейную деформацию x , и трение, пропорциональное скорости, $m\vec{a} = \vec{F}_y + \vec{F}_{тр}$ (6), где

$$F_y = -kx, F_{тр} = -\beta v;$$

$$v = \frac{dx}{dt}; a = \frac{d^2x}{dt^2}; x(t) = l(t) - l_0, \tag{7}$$

где l_0 – длина пружины в равновесии.

Задача одномерная, из (6) и (7) следует математическая модель [4] (ось координат Ox справа налево, колебания начинаются с растяжения, $l > l_0$).

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = -kx(t) - \beta \frac{dx}{dt}. \tag{8}$$

Стандартные операции – обозначить отношения $k/m = \omega_0^2$; $\beta/m = 2\gamma$ и уравнение (8) представить в виде:

$$\ddot{x} + \omega_0^2 x(t) + 2\gamma \dot{x} = 0. \tag{9}$$

Далее, нужно записывать и решать характеристическое уравнение:

$$\lambda^2 + 2\gamma\lambda + \omega_0^2 = 0, \tag{10}$$

в котором коэффициенты 2γ и ω_0^2 имеют размерность. Относительно квадратных уравнений с размерными коэффициентами ни в школьной, ни в вузовской программе ничего не говорится, нас учат решать уравнения с безразмерными числовыми коэффициентами. Не существует принци-

пильных трудностей в том, что ω_0 и γ имеют размерность 1/с, но сделав операцию обезразмеривания в (10), можно вообще над этим не задумываться, а заняться физическими особенностями модели.

Отчего может зависеть величина деформации $x(t)$ у пружин? Допустим есть какой-то линейный параметр h , характерный и определяющий «мягкую» или «жесткую» пружину мы нагружаем. Представим безразмерную деформацию как

$$\frac{x(t)}{h} = \psi(\tau), \quad (11)$$

где τ – безразмерное время, получаемое, если $t f = \tau$ (11*), где f – частота, с которой импульс (количество движения) как волновой сигнал [5, 6] проходит всю пружину и отражается от ее краев. Сделаем еще одно предположение: так как $dx(t)$ и $d^2 x(t)$ связаны с движущейся массой, то будем считать, что у груза есть собственный характерный линейный размер h_m , с помощью которого мы и обезразмериваем скорость и ускорение. Тогда $dx = h_m d\psi$; $d^2 x = h_m d^2 \psi$. Для времени получаем

$$dt = \frac{1}{f} d\tau; (dt)^2 = \frac{(d\tau)^2}{f^2}.$$

Теперь запишем (8) в виде

$$\frac{mh_m}{f^2} \frac{d^2 \psi(\tau)}{d\tau^2} + \frac{\beta h_m}{f} \frac{d\psi(\tau)}{d\tau} + kh\psi(\tau) = 0. \quad (12)$$

Разделим (12) на коэффициенты при старшей производной и получим канонический вид линейного дифференциального уравнения:

$$\frac{d^2 \psi(\tau)}{d\tau^2} + \frac{\beta}{f m} \frac{d\psi(\tau)}{d\tau} + \frac{kh}{mh_m f^2} \psi(\tau) = 0; \quad (12^*)$$

$$2\aleph = \frac{\beta}{mf} = \frac{2\gamma}{f}; \quad (13)$$

$$\frac{k}{m} \frac{h}{h_m} \frac{1}{f^2} = \frac{\omega_0^2}{f^2} \frac{h}{h_m} = \alpha^2. \quad (13^*)$$

Формула (13) связывает «внешнее» трение с диссипацией в физической модели, а (13*) позволяет оценить по h/h_m насколько применима модель материальной точки.

Запишем с учетом (13), (13*) уравнение (12*)

$$\frac{d^2 x}{d\tau^2} + 2\aleph \frac{d\psi}{d\tau} + \alpha^2 \psi(\tau) = 0. \quad (14)$$

Здесь \aleph и α – безразмерные величины. Характеристическое уравнение для (14) [7]:

$$\lambda^2 + 2\aleph \lambda + \alpha^2 = 0. \quad (15)$$

При $\aleph^2 < \alpha^2$ уравнение (15) имеет комплексные корни, а решение имеет вид затухающего осциллирующего процесса:

$$\psi(\tau) = e^{-\aleph \tau} \{A \cos(\omega_1 \tau) + B \sin(\omega_1 \tau)\}, \quad (16)$$

$$\text{где } \omega_1 = \sqrt{\alpha^2 - \aleph^2} = \sqrt{\frac{\omega_0^2 h}{f^2 h_m} - \frac{\beta^2}{2m^2 f^2}}. \quad (16^*)$$

Если вернуться к размерным параметрам в рамках линейной модели, получим формулу (17):

$$x(t) = h e^{-\gamma t} \left\{ A \cos \sqrt{\left(\omega_0^2 \frac{h}{h_m} - \gamma^2 \right) t} + B \sin \sqrt{\left(\omega_0^2 \frac{h}{h_m} - \gamma^2 \right) t} \right\}. \quad (17)$$

Из (17) следует, что частота затухающего процесса зависит от соотношения размеров пружины и массы.

В заключение рассмотрим одну простую задачу из [8] (№ 10.1, страница 167).

Сила тока в проводнике меняется со временем:

$$I(t) = 4 + 2t. \quad (18)$$

Какое количество электричества проходит через сечение проводника за время от $t_1=2(c)$ до $t_2=6(c)$?

Выражение (18) имеет размерные коэффициенты 4А и 2(А/с). Чтобы найти требуемое в задаче «количество электричества» (т.е. заряд), согласно определению силы тока [9] необходимо проинтегрировать (18) по t:

$$\Delta q(t_1; t_2) = \int_{t_1}^{t_2} I(t) dt. \quad (19)$$

Когда подставим в (19) выражение (18), получим:

$$\Delta q(t_1; t_2) = \int_{2(c)}^{6(c)} (2(A) + 2\left(\frac{A}{c}\right)t) dt. \quad (20)$$

Запись в виде (20), мягко говоря, нестандартная, но формально все правильно. В этой простой задаче есть одна существенная проблема: об интегральной сумме [10] и мере интеграла (20). Конечно, нет смысла поднимать такие вопросы в курсе общей физики, и чтобы благополучно обойти эти «подводные камни», очень удобно, прежде чем проинтегрировать (18), обезразмерить это выражение. Перейдем от именованных величин к виду зависимости $I(t)$, в которой коэффициенты запишутся:

$$t = x\tau \Rightarrow dt = x d\tau;$$

$$I(t) = 4(A)\left(1 + \frac{2(A/c)}{4(A)}x\tau\right)$$

$$4(A) = I_0; I(t) = I_0 i(\tau) \Rightarrow i(\tau) = I(t)/I_0;$$

$$\frac{I(t)}{I_0} = i(\tau) = (1 + 0,5x\tau). \quad (21)$$

Будем считать x характерным интервалом времени, задаваемым особенностями физической задачи в секундах, а I_0 – характерным значением силы тока. Выражение (21) – это безразмерная линейная зависимость $0,5(c^{-1})x(c) = V$:

$$i(\tau) = 1 + V\tau; \quad (22)$$

$$I(t) = I_0 i(\tau) = I_0 (1 + V\tau). \quad (23)$$

Представим (23) в (19):

$$\Delta q(t_1; t_2) = x \int_{\tau_1}^{\tau_2} (1 + V\tau) d\tau =$$

$$= x \int \left\{ (\tau_2 - \tau_1) + \frac{V}{2} (\tau_2^2 - \tau_1^2) \right\}. \quad (24)$$

Здесь $\tau_1 = t_1 / x$; $\tau_2 = t_2 / x$. Допустим x определяется частотой переменного напряжения 50 Гц, тогда $x = 0,02(c)$, $\tau_1 = 100$; $\tau_2 = 300$; $V = 0,01$.

«Характерное» значение заряда в этой задаче $q_0 = xI_0 = 0,02(c)4(A) = 0,08(\text{Кл})$; $\Delta q(t_1; t_2) = 48 \text{ Кл}$.

Ответ такой же, как в [8], а интегрируем, как на занятиях по математическому анализу, не «спотыкаясь» о числа с наименованием.

Заключение. На наш взгляд, именно в связи с сокращением отводимого на физику времени созрела актуальность использования безразмерных величин в преподавании курса общей физики

и знакомства с этим вопросом школьников, хотя бы факультативно. Почему безразмерные величины так продуктивны с точки зрения понимания физических явлений? По нашему мнению, физические величины и построенные на их основе физические пространства и многообразия являются относительными по своей природе. В зависимости от диапазона измерений величины может меняться «шаг» шкалы измерений. Числа же, как математическая абстракция, создают абсолютное пространство (по И. Ньютону), в котором масштаб, т.е. плотность множества действительных чисел, не меняется от минус бесконечности, до плюс бесконечности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Седов, Л.И. Методы подобия и размерности в механике / Л.И. Седов. – М.: Наука, 1981. – 531 с.
2. Кутателадзе, С.С. Анализ подобия и физические модели / С.С. Кутателадзе. – Новосибирск: Наука, 1986. – 273 с.
3. Лыков, А.В. Теплообмен / А.В. Лыков. – М.: Энергия, 1978. – 688 с.
4. Андронов, А.А. Теория колебаний / А.А. Андронов, А.А. Витт, С.Э. Хайкин. – М.: Наука, 1981. – 647 с.
5. Германин, Ф. Решение задач статики с помощью потоков импульса / Ф. Германин, Дж. Шмид // Физика за рубежом. Преподавание. Серия Б: сб. статей. – М.: Мир, 1986. – С. 84–92.
6. Пискунов, Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисление / Н.С. Пискунов. – М.: Наука, 1978. – Т. 2. – 548 с.
7. Волькенштейн, В.С. Сборник задач по общему курсу физики / В.С. Волькенштейн. – М.: Наука, 1967. – 526 с.
8. Калашников, С.Г. Электричество / С.Г. Калашников. – М.: Наука, 1985. – 612 с.
9. Шварц, Л. Анализ / Л. Шварц. – М.: Мир, 1972. – Т. 1. – 796 с.
10. Глендсдорф, П. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуации / П. Глендсдорф, И. Пригожин. – М.: Мир, 1973. – 452 с.

Поступила в редакцию 3.05.2010

Адрес для корреспонденции: 210022, г. Витебск, ул. Чкалова, д. 32, кв. 101, тел.: 54-25-91 – Яхновец А.А.

Гуманитарный аспект в корпоративной научно-педагогической среде кафедры

А.А. Ключников*, Д.Ф. Карелин**, А.С. Ключников**

* Злинский университет (Чехия)

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

Обсуждается проблема гуманитаризации профессионального образования и его интеграции с наукой. Предлагается в рабочих программах общепрофессиональных и специальных дисциплин и особенно в учебном процессе предусматривать и прививать студентам гуманитарно-нравственные качества, способствующие гуманитаризации общества. Особое внимание уделяется инновационно-организационной интеграции науки, образования и производства, что, по мнению авторов, представляется решающим фактором своевременного в профессиональной подготовке специалистов с прогрессивными гуманитарно-нравственными качествами.

Ключевые слова: гуманитаризация, научно-учебные практические центры, инновационные инвестиции.

Humanitarian aspect in corporative educational research environment of department

A.A. Klyuchnikov*, D.F. Karelin**, A.S. Klyuchnikov**

*University Zlin (Czech Republic)

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

Summary. The problem of humanitarization of vocational training and its integration with science is discussed in the article. It is offered to foresee and inculcate the humanitarian and moral qualities contributing the humanitarization of the society to students, in the terms of disciplines' working programs of general occupational and special disciplines and especially within academic activities. The special attention is given to innovative organizational integration of a science, education and manufacture, that, in authors' view, is a main factor of eventual professional training of specialists with advanced humanitarian and moral qualities.

Для понимания сущности излагаемой в статье проблемы определимся, что под корпоративной научно-педагогической средой кафедры авторы понимают совокупность учебно-методических комплексов, индивидуальных обучающихся и организационно-воспитательных методик и совместных со студентами научно-учебных процессов по формированию профессионально ориентированного специалиста с востребованными временем высокими гуманитарно-нравственными качествами.

Человеческое общество преимущественно в последние три столетия научно обосновало и сформулировало важнейшие составляющие своего развития. Это поддержание физического существования (продовольственная проблема, включая экологическую, медицинскую и частично оборонную), развитие промышленности, включая обустройство среды обитания и совершенствование средств и способов решения вышеназванных проблем, и, наконец, духовно-нравственная составляющая, включая науку, образование, религию и общественную организо-

ванность. До определенного периода развития цивилизации географическая разобщенность и климатические особенности регионов Земли оказывали решающее влияние на развитие всех этих составляющих прогресса общества. На данном этапе можно утверждать, что наступила постиндустриальная эпоха мирового политического, культурно-нравственного, научно-образовательного, промышленно-экологического и финансово-экономического сосуществования ранее сформированных цивилизаций в рамках единого человеческого общества.

Целью настоящей статьи является обоснование главенствующей роли гуманитарного аспекта учебно-воспитательного педагогического процесса, интегрированного в корпоративную научно-педагогическую среду кафедры, в формировании профессионально-управленческих качеств специалиста.

Материал и методы. Не претендуя на завершенность, условно представим схематическое изображение функционирования цивилизации на рис.

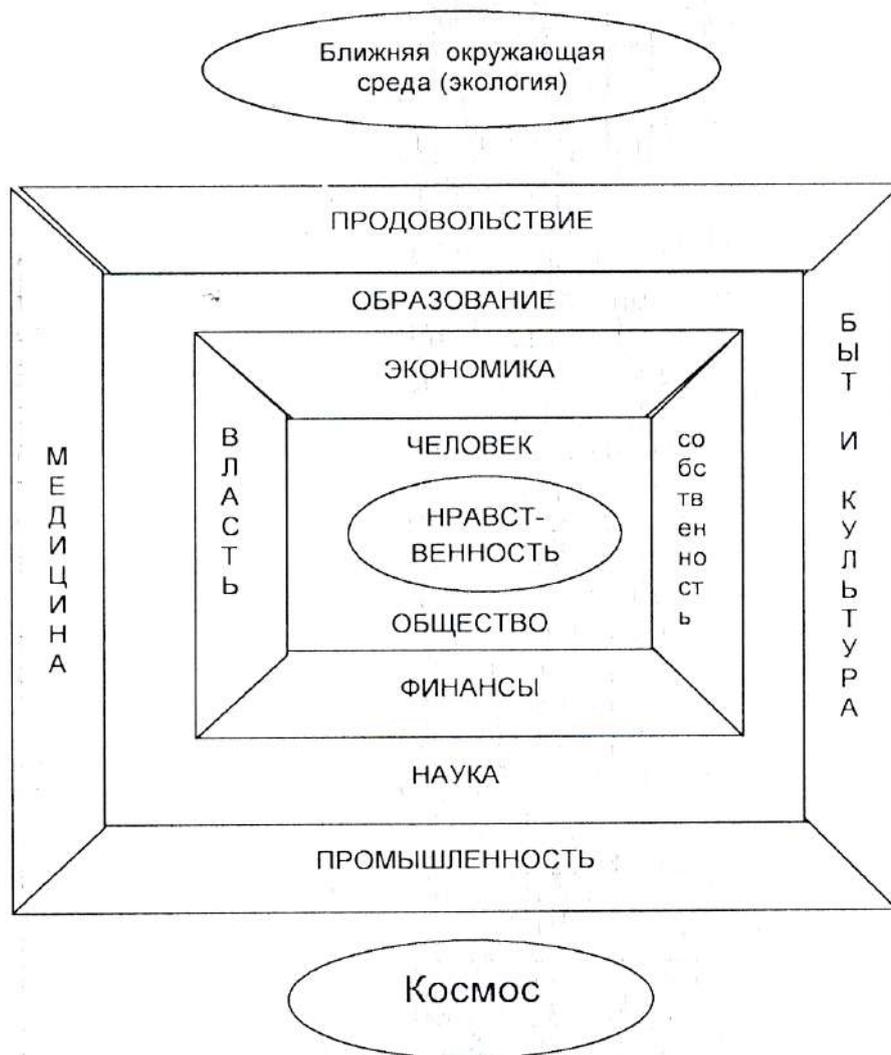


Рис. Условная схема функционирования цивилизации.

В данном представлении существование современного человеческого общества предполагает наличие религиозных убеждений, политических взглядов и нравственности, составляющих внутренний мир индивидуума. На уровне общества из этих составляющих формируются их коллективные признаки, признанные обществом на данном конкретном этапе развития цивилизации. Естественно, что этот процесс динамичен и подвержен изменениям в соответствии с историческим прогрессом. Уже на ранних этапах развития цивилизации физиологические инстинкты человека предполагают стремление к наличию собственности, реализуемое посредством власти. Имеется в виду власть в широком смысле слова, посредством которой осуществляются доступ и правообладание в сфере продовольствия, управления орудиями труда и средствами производства (промышленностью). Необходимые и достаточные условия для этого реализуются посредством политической власти в обществе, т.е. госу-

дарственной властью. Она позволяет формировать экономический строй государства, соответствующий убеждениям, уровню образования и достижениям науки, нормам нравственности органов властных структур и личностей, осуществляющих функции государственного управления [1].

Естественно, что все аспекты цивилизации, изображенные на рис. 1, находятся в постоянном взаимодействии и взаимопроникновении. Трудно представить себе развитие образования без науки и наоборот, так же, как и развитие промышленности без образования и науки. Промышленность, образование и наука являются составляющими и определяют уровень развития медицины, а также создают возможности улучшения качества продовольствия. Без их развития невозможно совершенствование быта и культуры человечества, а также взаимодействие с ближней окружающей средой и космическим пространством. Развитие науки и образования оказывает решающее влияние на формирование нравствен-

ности и позволяет до разумных пределов вести разработку сверхмощных источников энергии и использования их в негуманных целях (имеется в виду оружие массового поражения). Наука позволяет совершенствовать производство продуктов питания, улучшать условия труда, интеллектуализируя и совершенствуя культуру и быт общества.

Несколько иначе обстоит дело с промышленностью, экономикой и собственностью. Последняя известна, в основном, как частная и общественная с различной степенью обобществления вплоть до государственной [2]. На наш взгляд, все основополагающие события, создающие условия для экономических кризисов, происходят в сфере соприкосновения собственности и безграничного роста объемов промышленного производства, сопровождаемого финансовыми операциями.

На основании анализа современного состояния общественно-экономических, научно-технических, гуманитарно-естественных, управленческих и государственно-политических процессов в интегральной оценке развития общества со всей определенностью можно утверждать следующее:

1. Уровень развития науки, образования и технологий современной цивилизации в состоянии удовлетворить потребности всего человечества в продовольствии, промышленно-бытовых изделиях и собственности в разумных пределах на уровне сформированных духовно-нравственных критериев и устоев различных слоев населения.

2. Причиной возникновения социально-экономических конфликтов является чрезмерная локальная концентрация технологий и собственности и неконтролируемое перепроизводство промышленных товаров, продукции и изделий различного назначения (в том числе вооружения).

3. Частичная географическая децентрализация производств обусловлена, как правило, стремлением собственников наукоемких технологий увеличить свою прибыль и приводит к еще большей централизации капитала и собственности.

4. Стремительный рост производства товаров, объема и видов услуг, культурно-массовых и зрелищных мероприятий сформировал высокоинтеллектуальное развитое мировое сообщество.

Результаты и их обсуждение. Образовательные стандарты и типовые учебные планы наших учебных заведений, как правило, дифференцируют их структуру на блоки гуманитарных, общепрофессиональных и специальных дисциплин. Нам представляется, что такое деление при их реализации следует считать несколько условным. Если трудно себе представить, что преподавате-

ли гуманитарных дисциплин смогут давать знания по общепрофессиональным и специальным дисциплинам, то обратное вполне возможно. Профессорско-преподавательский состав общепрофессиональных, специальных дисциплин и особенно дисциплин специализаций, в значительной степени дополняемый профессионалами реального сектора экономики, обязаны внести решающий вклад в гуманитаризацию учебного процесса и через него в гуманитаризацию общества [3]. По мере гуманитаризации общества процессы глобальной централизации собственности, финансов и средств производства должны эволюционно замедляться вследствие своей относительной негуманности и противоречия с материалистическими законами сохранения массы и перехода ее количества в качество. Центры концентрации в лице «лучших», «избранных» или «назначенных» представителей в конечном итоге станут не в состоянии даже в расширенном составе освоить полностью все производимые плоды научно-технического, производственно-потребительского и финансово-экономического прогресса.

Таким образом, наиболее важным аспектом учебно-воспитательного процесса, реализуемого посредством корпоративной научно-педагогической среды кафедры, представляется гуманитаризация общества через образование всех видов и форм каждого индивидуума в частности. При этом во вторую, а скорее всего в эту же первую очередь органам государственного управления и представителям сферы образования, культуры следует особое внимание обратить на средства массовой информации. Только через их посредство можно в совокупности с образованием ненавязчиво, но последовательно в режиме подсознательного зомбирования масс эволюционно привить обществу гуманитарные и нравственные ориентиры, предостерегающие от физиологических до патологических рефлексивных качеств, приводящих к вышеуказанным причинам циклических финансово-экономических кризисов.

Проводимая правительством в Республике Беларусь большая организационно-управленческая работа по инновационному пути развития образования и науки не даст ощутимых результатов без соответствующей перестройки работы соответствующих ведомств, учреждений и реального сектора экономики. Например, в Национальной академии наук и в сфере здравоохранения создаются научно-практические центры, отдельные унитарные предприятия государственной и частной форм собственности. В сфере об-

разования также делаются попытки перехода на инновационный путь развития, но, как правило, этот процесс характеризуется ростом объема платного образования без существенного обновления материально-технической базы учебных заведений на основе современных наукоемких технологий. Естественно, что образование пошло по наименьшему пути сопротивления и резко увеличило подготовку специалистов по гуманитарным и экономическим специальностям. Количество дипломированных менеджеров, юристов, финансистов, маркетологов, специалистов-международников и других гуманитариев значительно превышает потребности государства. На международном рынке труда они не пользуются спросом, так как учатся на примерах международной экономической науки прошлых лет, заимствованных из переводных учебников. В то же время наши специалисты по фундаментальным, естественным техническим наукам и особенно по информатике и медицине более конкурентоспособны, чем зарубежные, и востребованы на международном рынке труда.

Показателем технологического процесса страны являются уровень и динамика роста доли наукоемкой части валового внутреннего продукта (ВВП) от его общего объема. По этому показателю разрыв между высокотехнологичными производствами ведущих мировых держав (США, Япония, Германия), североевропейских стран и постсоветских государств составляет от нескольких процентов до их долей. Между тем известен феномен успеха экономической модели Южной Кореи и Японии именно за счет наукоемких производств, обеспеченных неразрывной связью науки и образования. Следует отметить, что информационные технологии и их программное обеспечение являются составной частью наукоемких технологий в различных отраслях промышленности (особенно в электронике, машиностроении и робототехнике, медицине, научных исследованиях и образовании), управлении, в создании новых видов вооружения и военной техники. С точки зрения эффективности инвестиций наука и образование являются одной из привлекательных зон притяжения капитала, так как они создают фундамент наукоемких технологий. Создание на основе новейших достижений науки современных образцов вооружения, военной техники, ветеринарно-медицинских препаратов и методик лечения, строительных материалов и технологий, сельскохозяйственных культур и продуктов питания из них, средств связи и коммуникаций дает возможность многократно окупить вложенные инвестиции. Однако

по уровню сложности процессы создания технологий и производства могут предусматривать как разные по длительности этапы научных исследований, промышленного освоения новых изделий и подготовку для них соответствующих научных и инженерно-технологических кадров. В результате мы имеем три возможных направления для инновационных инвестиций: научные исследования; инженерно-технологическое проектирование и производство современного продукта (изделия, методики лечения, устройства, программное обеспечение и пр.); подготовка специалистов для их реализации.

Заключение:

1. Усиление роли нравственно-гуманитарного аспекта в научно-образовательном процессе обеспечивается разумным сочетанием степени контроля государством каждого из указанных направлений инвестирования. Вполне закономерным является решающее влияние государства на финансирование и управление долгосрочными и жизненно важными направлениями научных исследований и производства в области энергетики, вооружения, военной техники, экологии, медицины, транспорта и связи. Тем не менее и в этой сфере нужно иметь законодательную базу и инновационно-ориентированную для профессорско-преподавательского состава, студентов, магистрантов и аспирантов корпоративную научно-педагогическую кафедральную среду.

2. Государственным финансированием науки в первую очередь обеспечивается академия наук, промышленность преимущественно изыскивает свои источники финансирования, а вузы могут претендовать на соисполнительство во всех исследованиях. Учреждения академии наук и вузы в ряде случаев успешно выполняют прикладные разработки по заказам промышленности. Однако различие в природе инвестиций в фундаментальную науку, прикладную конструкторско-технологическую сферу (промышленность) и образование обуславливает различие в их привлекательности и ставит в неравные экономические условия инвесторов. Наиболее длительные по окупаемости и наиболее рискованные в плане практической полезности инвестиции – это финансирование фундаментальной науки. Наименее рискованные инвестиции – это финансирование образования, так как при соответствующем научном и демографически обоснованном прогнозе основное внимание должно уделяться качеству образования, а количественные расчеты легко прогнозируются. Тем более при разумном сочетании государственных и частных учебных заведений проблема инвестиций в образование

существенно облегчается за счет собственных средств граждан, желающих получить востребованное образование на данный момент и ближайшую перспективу. Однозначно, что решающую долю инвестиций в фундаментальную науку должно обеспечивать государство, так же, как и в образовании, однако здесь важен рациональный подход к выбору разумных направлений для инвестирования и их организации. Очевидно, что наличие параллельных ведомств уменьшает эффективность и инвестиций. В вузах сосредоточено значительное количество ученых-профессоров и доцентов, участвующих в фундаментальных и прикладных научных исследованиях и разработках. Мировой опыт убедительно показывает, что более правильно фундаментальную науку интегрировать с образованием, что несомненно поднимет уровень обеих сфер интеллектуальной собственности государства. Особенно это проявляется в более полном использовании научных достижений ученых в учебном процессе и, что более существенно, интенсифицирует научные исследования за счет студентов, аспирантов, молодых ученых и преподавателей.

3. Инвестиции в образование и науку как со стороны государства, так и со стороны частных инвесторов (включая платное образование за счет собственных средств) не могут оставлять безучастными инвесторов за гуманитарно-нравственное качество оплаченного специалиста.

4. Одним из путей реализации данных предложений может быть создание на базе отдельных региональных вузов и бюджетных научно-исследовательских институтов крупных качественно новых

регионально-проблемных университетов с привлечением в состав корпоративной кафедральной научно-образовательной среды представителей предприятий реального сектора экономики.

В завершение в качестве обоснования реальности изложенных выше предложений рационального использования инвестиций в образование и науку можно привести пример России. В течение последних лет там создаются региональные университеты (Красноярск, Ростов-на-Дону), проблемные научно-учебные практические центры (нанотехнологии, Роспроматом, авиа- и кораблестроение и др.). В НАН Беларуси также начали создаваться научно-практические центры, так что тенденция к реализации выше предложенных мероприятий по рациональному интегрированию образования и науки явно прослеживается в направлении, при котором наука, гуманитаризованное образование и экономика станут единым главным звеном в научно-техническом развитии государства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ключников, А.С. Политэкономика – стратегический менеджмент государства в переходный период / сб. материалов XII Международного семинара «Scientific and Technical Information in Central and Eastern Europe», 21–24 мая 2003 г. – Zakopane, 2003. – С. 109–114.
2. Шахнович, Е.С. Разгосударствление собственности как основа социализации общества и развития социального партнерства / Е.С. Шахнович // Вестник Витебского государственного университета. – 2008. – № 1(47). – С. 27–33.
3. Галузо, И.В. Аспекты гуманитаризации и гуманитаризации преподавания астрономии в школе / И.В. Галузо, В.А. Голубев // Вестник Витебского государственного университета. – 2007. – № 3(45). – С. 39–42.

Поступила в редакцию 6.02.2009

Адрес для корреспонденции: 210023, г. Витебск, пр-т Фрунзе, д. 20, кв. 6, тел.: 36-23-76 – Ключников А.С.

Основные направления реформы школьного образования в Республике Польша

Е.В. Воробьева

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

Статья посвящена исследованию основных направлений реформы образования в Республике Польша. Автор изучает и описывает опыт и достижения в области польского образования, которые актуальны и для белорусской системы образования. Особое внимание уделено изменениям, которые произошли в системе школьного образования.

Автор приходит к выводу, что реформа в Польше охватила все сферы образования и является достаточно эффективной. Это выразилось в том, что продлено на год обязательное общее образование, появились новые образовательные учреждения, обновилось содержание учебников, начали применяться современные методы обучения, изменилась система повышения квалификации учителей.

The main ways of the reformation of school education in the Republic of Poland

E.V. Varabyova

The establishment of education «Vitebsk State University named after P.M. Masherov»

Summary. This article is devoted to the main ways of the reformation of school education in Poland. The author studies and describes the experience and achievements in the Polish system of education. The main attention is paid to the changes which took part in the system of school education. The author concludes that the reformation in Poland embraced all educational spheres.

Необходимость проведения реформ чаще всего обусловлена отставанием сложившейся системы образования от темпа и масштаба общественных изменений, которые происходят в стране. Появляется необходимость ориентации профессиональной подготовки кадров на требования общества и рынка труда, в связи с чем перестраивается и деятельность общеобразовательных учреждений, перед которыми стоят новые задачи в обучении.

Изучение опыта и достижений в области образования, а также анализ эффективности образовательной реформы в Республике Польша является актуальным для Республики Беларусь, которая ищет наиболее рациональные пути становления и развития национальной системы образования.

Целью данной работы является исследование изменений, которые внесла реформа школьного образования в Республике Польша.

Задачей статьи является определение эффективности обновленной системы школьного образования и выделение новых элементов, которые привнесла реформа в систему образования в Республике Польша.

Материал и методы. Для реализации цели исследования использовались следующие методы: индукция и дедукция при аналитическом осмыслении фактов, систематизация литературных источников. Данная статья представлена на

основе анализа литературных и публицистических источников по истории педагогики, а также положений Болонской декларации.

Результаты и их обсуждение. Сегодня решение проблем во всех сферах общественной жизни, включая воспитание и образование подрастающего поколения, невозможно без обращения к мировому опыту. Реформируя и совершенствуя школу в духе требований нового времени, все страны изучают положительные и отрицательные уроки других народов, чтобы использовать их, не повторяя ошибок и учитывая положительные результаты. В связи с этим огромный интерес для Республики Беларусь представляет новизна реформы, проведенной в Польше, которая заключается в том, что данная страна решила перейти от советской модели образования к европейскому образцу, внося, таким образом, существенные изменения в систему школьного образования. Рассмотрим данный процесс подробнее.

Интеграционные процессы, протекающие в странах Европейского союза, потребовали привести свидетельства об окончании школ любого типа и уровня, а также аттестаты зрелости в соответствие с образовательными стандартами стран ЕС. В середине 1990-х гг. Центр образовательных исследований и инноваций (Centre for Educational Research and Innovation-CERI), действующий в рамках Организации экономическо-

го сотрудничества и развития (ОЕСД), рекомендовал руководству народного образования Польши перейти от познавательного обучения к операциональному и разработать государственные образовательные стандарты, а также подвигнуть глубокому изменению критерии определения компетенции, потенциальных возможностей и индивидуальных особенностей школьников.

Таким образом, уже на начальном этапе преобразований (1993 г.) польское правительство опубликовало документ «Хорошая и современная школа – продолжение изменений в системе образования», в котором отмечалось, что государство обязуется обеспечить доступность среднего и высшего образования для той части молодежи, которая обладает соответствующими способностями и желанием продолжать обучение на высших ступенях школьной системы. Объявленная в документе реформа содержания образования предполагала введение альтернативных учебных программ, вооружение учащихся умениями, необходимыми для жизни в современном обществе: знанием иностранных языков, владением компьютером и современными информационными технологиями [1].

Предметом особого внимания польских ученых стали вопросы, имеющие принципиальное значение для реформирования школы, в частности: должна ли новая модель школы соответствовать состоянию страны или ориентироваться на перспективы ее развития; можно ли рассчитывать на успех реформы в условиях резкого сокращения расходов на образование; эволюционным или революционным путем следует проводить реформу; идет ли речь о совершенствовании существующей системы образования или о создании принципиально новой; каковы должны быть изменения и в каком направлении они должны осуществляться.

Ученые высказались за целостный характер реформы образования, комплексный подход к целям, содержанию, методам, организации и средствам учебно-воспитательной работы. «Школа будущего, – пишет польский специалист Ф. Березницкий, – должна быть лучше современной с точки зрения реализации ее функций: образовательной, воспитательной, диагностической и опекунской. Доктрина адаптивного образования должна быть заменена на доктрину творческого образования. Невозможно достичь поставленной цели без создания новой педагогики и, прежде всего, психодидактики творчества. В этом процессе необходимо участие как теоретиков, так и практиков» [1].

Таким образом, рекомендации, высказанные

польскими учеными, отражают стремление разрешить одну из наиболее болезненных проблем для Польши – ее существенное отставание от других европейских стран в уровне образования населения. В современных рыночных условиях были выявлены новые преграды, стоящие на пути демократического развития школы в стране: возрастающая экономическая дифференциация ее граждан, деление на «богатые» и «бедные» районы, резко отличающиеся по уровню социально-экономического развития и по масштабам финансирования. Уже на уровне дошкольного воспитания, показатели которого являются одними из самых низких в Европе, и основной школы начинается дифференциация шансов молодежи на получение образования более высокого уровня.

Польскими педагогами были разработаны принципы, которые учитывали как мировые тенденции развития образования, так и неотложные потребности польской школы, и экономические возможности государства. Они нашли свое отражение в «Законе о системе образования» (1991 г.), который впоследствии подвергся существенному обновлению вплоть до 1999 года [1].

Реформа системы образования в Польше началась в 1999 году, по проекту, который был подготовлен министром образования Польши М. Хандке и предусматривал следующие преобразования:

- децентрализация образовательной политики и управления образованием, создание, наряду с государственными, частных школ и введение домашнего обучения, преодоление идеологизации содержания обучения;
- обновление содержания программ и учебников в соответствии с требованиями Европейского Союза, использование современных форм и методов обучения, оснащение школ новым оборудованием; подготовлен документ «Предложение о реализации учебных программ по общеобразовательным обязательным предметам», который стал основанием для создания авторских программ по отдельным предметам и разработки стандартных требований к знаниям и умениям школьников на каждом этапе обучения; внедрение модульного обучения, состоящего из трех единиц: воспитание в семье, региональное и патриотическое обучение;
- изменения в системе финансирования и управления образованием, повышение статуса учителей и размера их заработной платы;
- увеличение длительности обязательного обучения (до 18 лет);

- появление новых ступеней в педагогических квалификациях;

• изменение отношений между обществом и образованием: децентрализация образования, адаптация управления образованием к новой структуре государства [2].

Реформа в Польше охватила все сферы образования, в том числе и управление. Изменения стали происходить в области администрирования и надзора, оценки знаний и аттестации учащихся, в определении экономических механизмов, источников и способов финансирования, квалификационных требований и стандартов, профессиональных компетенций и профессионального роста педагогов. Данные изменения являются эффективными, так как они помогли улучшить систему обучения в школе, что привело к повышению успеваемости и предоставило возможность учащимся реализовать свое право на обучение в учебных заведениях по своему выбору.

Изменения в системе школьного образования:

1. Шестилетние начальные школы предусматривают обучение детей с 7 до 12 лет. Воспитание реализуется в тесном и обязательном сотрудничестве с семьей. Обучение проводится в 2 этапа:

– интегрированное обучение (51 час занятий в неделю в течение трех лет – 1–3 классы). По установленному стандарту, ребенок на данном этапе должен научиться читать и писать, делать простые математические подсчеты, приобрести умения и навыки сотрудничества;

– блоковое обучение (84 часа в неделю в течение 3-х лет). Предусматриваются учебные предметы: польский язык, иностранные языки,

математика, история, информатика, пластика, биология, этика и др. По окончании шестого класса учащиеся сдают обязательный государственный экзамен.

2. Трехлетние гимназии (продлено на год обязательное общее образование) охватывают детей 13–16 лет, завершаются экзаменом, который одновременно квалифицируется как вступительный для поступления в лицей. Обучение в базовой школе и гимназии является обязательным. Для дальнейшего обучения учащиеся могут выбирать учебные заведения, соответствующие их потребностям. Это могут быть:

3. Трехлетние профильные лицеи, имеющие расширенные программы по общеобразовательным (гуманитарный, математические профили) или профессиональным предметам (технический, экономический, социальный профили), либо двухлетние профессиональные школы (предоставляют возможность получить разряд квалифицированного работника).

4. В двух-, трех- или четырехлетних профессиональных школах выпускники лицеев, не поступающие в вузы, получают квалификацию на среднем уровне.

5. Двухлетние дополнительные лицеи (для выпускников профессиональных школ, которые стремятся продолжить обучение в высших учебных заведениях).

Таким образом, систему школьного образования в Польше после реформы можно представить в виде табл.:

Таблица

Система школьного образования в Республике Польша

Дополнительные лицеи (2 года)	
Профильные лицеи (3 года)	Профессиональные школы (2, 3, 4 года)
Гимназия (3 года)	
Начальная школа	
Блоковое обучение (4–6 классы)	
Интегрированное обучение (1–3 классы)	

Обновление содержания образования произошло в результате изменения социокультурного и социально-политического состояния страны и потребности экономики в мобильных кадрах.

Содержание образования основывается на универсальных (общечеловеческих) ценностях, а также положениях Конституции Польши и международных документов (Всеобщая декларация прав человека, Международный пакт

о гражданских и политических правах, Международная конвенция прав ребенка) [3].

Новые аспекты были отмечены и в целях образования, которые были определены в контексте реформы. Они направлены на развитие:

- интеллектуальное – инструментальные (общеучебные) умения; использование доступных источников информации; умения в области устного и письменного общения (на отечественном и двух иностранных языках); умение принимать решение в незнакомых ситуациях;

- профессиональное – умение делать правильный выбор своего дальнейшего пути с учетом собственных интересов и способностей;

- социально-культурное – умение общаться и сотрудничать, понимать и уважать других людей, носителей различных моральных ориентаций и ценностей, проявлять терпимость к представителям других рас и религий, бережно относиться к окружающему миру и традициям;

- личностное – забота о своем здоровье, приобретение знаний о гигиене, правильном питании, стремление к морально-этическому поведению, самосовершенствованию [2].

Нововведением является и то, что современная реформа в отличие от предыдущей модели образования с ее чрезмерной централизацией и бюрократичным характером предусматривает автономность школы при отборе содержания школьных учебников, методов и форм обучения, а также оценке результатов достижений учащихся. По словам министра образования Польши М. Хандке, «школа должна стать самостоятельным организмом: от государства поступает заказ, а как его выполнить – образовательные заведения решают сами» [4].

В образовательную систему Республики Польша вводятся также и новые формы контроля и оценки результатов обучения. Предусмотрено внутришкольное оценивание и внешний контроль учащихся, организуемый Министерством образования. Как отмечает польский педагог Тадеуш Славецки, в Республике Польша существует внешняя оценка учебных достижений учащихся (по 6-балльной шкале):

- 6 – отлично;
- 5 – на очень хорошем уровне;
- 4 – хороший уровень;
- 3 – достаточный уровень;
- 2 – удовлетворительный уровень;
- 1 – недостаточный уровень.

Помимо внешней оценки существует и внутренняя (шкалу оценивания устанавливают сами школы) [5].

Значительные изменения произошли и в обеспечении возможностей для профессионального роста педагогов. Возможны шесть ступеней их профессиональной карьеры: учитель-стажер, учитель-контрактник, учитель, учитель-специалист, дипломированный учитель, профессор образования.

Соотношение заработной платы стажера и профессора 1:3, но планки требований к квалификации учителя во время продвижения по этим ступеням установлены довольно высокие.

Учитель-стажер школы сразу после окончания вуза попадает под опеку опытного педагога, который передает своему подопечному «секреты» мастерства (данная работа педагогу оплачивается). Срок стажировки (обычно это год, но могут быть и два года) заканчивается квалификационным собеседованием, после чего молодой специалист на несколько лет становится учителем-контрактником. Контрактный период завершается экзаменом в присутствии директора, заведующего кафедрой, заведующего группой воспитателей, представителя гмина и регионального или гминного куратора образования. До этого учитель составляет отчет о своей работе и перспективный план профессионального роста. Педагогический совет, в свою очередь, подает в комиссию заключение о том, достоин ли учитель-контрактник места учителя.

После успешной сдачи экзамена учитель-контрактник становится настоящим учителем (учитель, права которого защищает Хартия польских учителей). Через три года его ждет еще один экзамен, потом еще и так до ступени профессора образования.

На переподготовку учителей выделяются специальные средства (2,5% фонда заработной платы). С этой суммы Министерство народного образования 60% оставляет в школе, 20% отправляется в гмин или регион для финансирования дополнительных, заочных или вечерних курсов повышения квалификации учителей, остальные 20% – в кассу воеводства с целью финансирования воеводских учреждений повышения квалификации [2]. Таким образом, увеличилось количество курсов повышения квалификации учителей, что дает возможность всем желающим повысить свой профессиональный рост.

Значительная коррекция в связи с реформой произошла и в Законе о бюджете. Большие надежды возлагаются на введение образовательного бона. В частности, эксперимент с бонусом

был проведен в городе Квидин и так как он закончился успешно, то эта система в скором будущем будет распространяться на всю Польшу. Образовательный бон – это сумма государственных средств, которые выделяются на обучение одного ребенка и направляются с учеником в выбранную им школу (возможно, он будет иметь вид ценной бумаги либо документа с номером). С введением бона ликвидируется «приписка» ученика к школе в зависимости от места проживания и родители получают право выбирать образовательное учреждение для своих детей. Эффективность данного нововведения объясняется тем, что бон инициирует конкуренцию между школьниками, что должно привести к повышению качества обучения. Также выравнивается статус государственных и частных школ, так как их бюджет попадает в зависимость от количества учеников.

Однако критики этого нововведения предупреждают, что образовательный бон может начать массовую ликвидацию малых школ и могут возникнуть школы-гиганты, соперничество с которыми могут не выдержать другие образовательные учреждения.

Выводы. Таким образом, можно констатировать, что реформа в Республике Польша является своего рода нововведением в сфере образования, о чем свидетельствуют новые программы, более совершенные формы проведения уроков, новые подходы к процессу обучения, прогрессивные взгляды на место и роль в нем учителя и учащегося. Также можно отметить положительные и эффективные аспекты реформы, которые меняются и адаптируются к европейским требованиям и улучшают функционирование системы об-

разования, укрепляя связи между различными его уровнями, что улучшает подготовку школьников. Поэтому, на наш взгляд, следует обратить внимание на нововведения, эффективность которых отражена в основных итогах реформы:

1. Продлено на год обязательное общее образование, появились новые образовательные учреждения – гимназии и специализированные лицеи.

2. Благодаря реформе актуализировано содержание школьных учебников, развиваются современные методы педагогического воздействия и дидактические средства.

3. Учебные заведения имеют автономность в программах обучения и системе оценивания знаний учащихся.

4. Изменилась система повышения квалификации учителей. Больше денежных средств выделяется для организации дополнительных курсов профессионального роста педагогов.

5. Реформа способствовала введению образовательного бона, с помощью которого учащиеся могут иметь возможность выбирать учебные заведения, и возникла конкуренция между школами, что привело к повышению качества образования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Milerski, B. *Pedagogika* / B. Milerski, B. Sliwerski. – Warszawa, 2000. – 180 s.
2. Мацошэнка, В.В. Рэформа адукацыі ў Польшчы / В.В. Мацошэнка // Адукацыя і выхаванне. – 2000. – № 2. – С. 58–61.
3. System of education in Poland [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://portal@ncpi.gov.by>. – Дата доступа: 4.02.10.
4. Ордон, У. Реформа образования в Польше / У. Ордон // Народное образование. – 2005. – № 5. – С. 43–46.
5. System of marks in Polish schools [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://pl.wikipedia.org/wiki/szkolna_skala_occi. – Дата доступа: 5.02.10.

Поступила в редакцию 12.07.2010

Адрес для корреспонденции: 210032, г. Витебск, ул. Чкалова, д. 23, корп. 1, кв. 74, e-mail: varabyova2003@tut.by – Воробьева Е.В.



БИОХИМИЯ С ОСНОВАМИ ГЕННОЙ ИНЖЕНЕРИИ: учебное пособие / *А.А. Чиркин.* – Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2010. – 181 с.

Учебное пособие построено в соответствии с действующим учебным планом и имеет гриф Министерства образования для студентов специальности 1-33 01 01 «Биоэкология», специализации 1-33 01 01 01 «Общая экология». Изучение биохимии с основами генной инженерии является необходимым компонентом фундаментально ориентированной подготовки биоэкологов. Сочетание двух направлений исследований обосновывается тем, что изучение информационных, пластических и энергетических потоков в биосфере в рамках экологической биохимии дает основу для совершенствования различных живых систем в интересах человека методами генной инженерии. Использование эволюционно отобранных механизмов позволяет эффективно решать задачи создания новых видов прокариот и эукариотических организмов с заданными свойствами. Поэтому в предлагаемом учебном пособии координированно изложены фундаментальные и прикладные вопросы экологической биохимии, с одной стороны, и технологии рекомбинантных ДНК, с другой.

Учебное пособие включает 16 глав, из которых 11 глав посвящены вопросам экологической биохимии и 5 глав – вопросам генной инженерии. Учитывая потребности современной междисциплинарной терминологии, в учебном издании введены понятия «сигнальные молекулы», «оксидативный стресс», «критерии обеспеченности организма питательными веществами», «опухолевая трансформация клеток» и др. Для эффективного поиска необходимого материала приведено подробное оглавление, что позволило отказаться от предметного указателя, также приведено 7 рисунков, 9 таблиц. Издание проиллюстрировано 29 источниками литературы, из них 14 англоязычные. Крупный шрифт – материал для изучения, мелкий – для ознакомления.

Данное учебное пособие предназначено для студентов-биоэкологов, но может представлять интерес для студентов, магистрантов и аспирантов других биологических специальностей. Данное издание может использоваться также в практической деятельности специалистами-экологами.

Е.О. Данченко

ИСКУССТВО БАТАЛЬНОЙ ДИОРАМЫ В ВОЕННО-ИСТОРИЧЕСКИХ МУЗЕЯХ СССР И СНГ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX ВЕКА : монография / *И.В. Горбунов.* – Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2010. – 173 с. : ил.

Монография представляет собой комплексное исследование, посвященное отечественной школе музейно-выставочного оформления военно-исторических музеев, где диорама как сложнейший вид искусства занимает доминирующее место. На богатом иллюстративном материале автор показывает все стороны формообразования диорам; определение места и значения художественной батальной диорамы в системе искусств, эволюцию искусства батальной диорамы в СССР 1930–1990 гг., организацию предметно-пространственной среды диорам и преемственность традиций искусства диорам с художественной практикой современности. Книга рассказывает о совершенно удивительном виде искусства, которое мы просто не заметили в ходе сложных политических изменений конца XX века. Искусство батальной диорамы родилось на стыке времен и представляет собой наиболее зрелую художественную форму выражения авторского замысла. Оно показывает событие как бы со стороны, на что не способны ни станковая картина, ни кинематограф. Это остановленное мгновение, которое хочется посмотреть еще и еще раз, впитывая детали, погружаясь всем своим существом в содержание сюжета. Это не просто искусство, это художественный синтез, состоящий из светопластики, макета, умело подведенного к живописному полотну, и затем грандиозная иллюзия живописи с ее далями и величием классического русского пейзажа. Этот вид искусства прошел трудный

путь становления от экспериментов Л. Дагера до скромных попыток реализовать задуманное в интерьере военного музея. В годы советских пятилеток и в ходе режиспозитивных музеев в 1920-х годах М.Б. Грекову удалось создать предпосылки к формированию этого сложного вида искусства. Тем не менее, в истории искусств это уникальный пример кропотливой работы не только художников, но и инженеров, историков, бутафоров, осветителей и многих других специалистов, объединенных в огромный коллектив истинных тружеников на ниве создания искусства панорам и диорам. И уже в послевоенный период, за полвека диорамное искусство превратилось в могущественный инструмент антивоенного движения мирового значения. Этим пиком в его развитии стало открытие в г. Белгороде одного из уникальных комплексов – МУЗЕЯ-ДИОРАМЫ.

Поэтапно исследуются элементы художественного оформления; модельно-макетный план, освещение, монументальная живопись, которые формируют диораму как сложный музейно-выставочный комплекс-ансамбль с 1948 по 1995 г. Посвящается это исследование памяти Николая Сергеевича Присекина (1928–2008).

Предназначено для научных работников, музейщиков, студентов художественных специальностей, всех, кто интересуется проблемами дизайнера и создания монументально-декоративного оформления выставок и военно-исторических музеев.

А.А. Ковалев



ДОРОФЕЕВ Анатолий Максимович (1941–2010)



30 июля 2010 г. на 69 году безвременно ушел из жизни известный белорусский ученый, общественный деятель, заведующий кафедрой экологии и охраны природы, кандидат биологических наук, доцент Анатолий Максимович Дорофеев.

А.М. Дорофеев родился 10 августа 1941 года в деревне Веремеево (Ложани) Городокского района Витебской области в большой, дружной, трудолюбивой крестьянской семье.

С самого детства он испытал тяжелые дни военного и послевоенного времени. Детство его прошло среди прекрасной белорусской природы. Увлечение биологией началось с занимательных рассказов сельских охотников и рыболовов, учителей, интересных встреч с дикими животными. Уже с 12 лет Анатолий Максимович наблюдает за сезонным развитием природы, жизнью растений и животных, ведет дневники.

В 1958 году А.М. Дорофеев после окончания с золотой медалью средней школы был принят на первый курс биолого-химического факультета ВГПИ им. С.М. Кирова, который окончил с отличием в 1964 г. В студенческие годы Анатолий Максимович активно занимался научными исследованиями. Еще в студенческие годы появились первые научные публикации А.М. Дорофеева о птицах Витебщины, поэтому после окончания института он был оставлен для преподавательской и научной работы на кафедре зоологии. В январе 1972 года защитил кандидатскую диссертацию на тему «Распределение дендрофильных птиц в условиях ландшафтов северо-восточной Белоруссии» и с 1972 по 1977 год работал доцентом кафедры зоологии, с 1977 по 1986 г. – проректором по научной работе, с 1986 по 1990 г. – заведующим кафедрой зоологии.

Анатолий Максимович всегда жил интересами города, области, государства. С 18 июля 1990 года А.М. Дорофеев – председатель Государственного комитета Республики Беларусь по экологии, а с 1 марта 1994 года – министр природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. А.М. Дорофеев – автор проекта Сети охраняемых территорий Витебской области, отмеченного в 1988 году серебряной медалью ВДНХ СССР и один из авторов Схемы рационального размещения сети особо охраняемых природных территорий Республики Беларусь. А.М. Дорофеев явился инициатором Соглашения о защите окружающей среды стран СНГ, создания Международного экологического совета.

Анатолий Максимович Дорофеев оставил заметный след в столетней истории Витебского государственного универ-

ситета им. П.М. Машерова. До 2002 года А.М. Дорофеев работал в должности первого проректора Витебского государственного университета, а затем под его руководством была создана кафедра экологии и охраны природы, бессменным руководителем которой он оставался до последних дней жизни.

Анатолий Максимович был опытным педагогом, организатором научных исследований и учебного процесса, известным ученым, руководителем научной школы по изучению биоразнообразия Белорусского Поозерья. Он автор более 170 печатных научных работ и книг, организатор и участник крупнейших международных форумов.

Научные интересы А.М. Дорофеева были очень широки. Основные труды его посвящены орнитологии, а также изучению макрофитов озер, фаунистике насекомых, биологии земноводных, проблемам экологии и охраны природы Северного региона республики. Его привлекали также проблемы краеведения. Анатолия Максимовича хорошо знали и помнят в театральных, писательских и журналистских кругах.

А.М. Дорофеев принимал активное участие в общественной жизни. Он являлся членом Президиума Белорусского комитета мира, членом бюро Витебского областного Фонда мира, действительным членом международных академий – экологии и Евразии, членом-корреспондентом Белорусской инженерной академии и Петровской академии наук и искусств. Почетный член Педагогического общества Беларуси, Почетный член Белорусского общества охраны природы и общества «Ахова птушак Бацькаўшчыны».

Разнообразная научная, педагогическая, организаторская и общественная деятельность, принципиальность, активная жизненная позиция, широкий профессионализм, знание проблем высшего образования и науки, проблем экологии, умение хорошо ориентироваться в сложных ситуациях, находить правильные и рациональные решения, стремление поддерживать товарищей, видеть их личные проблемы снискали А.М. Дорофееву высокий авторитет и уважение преподавателей, сотрудников и студентов университета, заслуженную известность в Беларуси и за ее пределами.

За свою многогранную работу и профессионализм Анатолий Максимович награжден медалью «За трудовые заслуги», Грамотой Верховного Совета БССР, почетными грамотами Витебского ОК КПБ, облисполкома и облсовета. А.М. Дорофеев – «Отличник высшей школы СССР», «Отличник просвещения СССР», «Отличник народного просвещения БССР».

В лице Анатолия Максимовича удачно сочетались качества талантливого, глубоко мыслящего ученого широкого профиля, целеустремленного и настойчивого исследователя, внимательного и доброжелательного собеседника, патриота своей страны. Где бы он ни работал – преподавателем, проректором, министром, как организатор научных конференций, в общественных организациях – его всегда отличала принципиальная гражданская позиция, требовательность и исполнительность. Таким он останется в благодарной памяти коллег, учеников, товарищей, близких и знакомых.

В.Я. Кузьменко, Л.М. Мерзвинский

ПРАВИЛЫ ДЛЯ АЎТАРАЎ

1. «Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта» публікуе вынікі навуковых даследаванняў, якія праводзяцца ў Віцебскім дзяржаўным універсітэце, навуковых установах і ВНУ рэспублікі, СНД і іншых краін. Асноўным крытэрыем мэтазгоднасці публікацыі з'яўляецца навізна і арыгінальнасць артыкула. Навуковы часопіс уключаны ў Пералік навуковых выданняў, рэкамендаваных ВАК Рэспублікі Беларусь для апублікавання вынікаў дысертацыйных даследаванняў па біялагічных, педагагічных, фізіка-матэматычных навуках. Па-за чаргой публікуюцца навуковыя артыкулы аспірантаў апошняга года навучання (уключаючы артыкулы, якія падрыхтаваны імі ў суаўтарстве) пры ўмове іх поўнай адпаведнасці патрабаванням, што прад'яўляюцца да навуковых публікацый выдання.

2. Патрабаванні да афармлення артыкула:

2.1. Рукапісы артыкулаў прадстаўляюцца на беларускай, рускай ці англійскай мовах.

2.2. Кожны артыкул павінен утрымліваць наступныя элементы:

- індэкс УДК;
- назва артыкула;
- прозвішча і ініцыялы аўтара (аўтараў);
- арганізацыя, якую ён (яны) прадстаўляе;
- уводзіны;
- раздзел «Матэрыял і метады»;
- раздзел «Вынікі і іх абмеркаванне»;
- заключэнне;
- спіс выкарыстанай літаратуры.

2.3. Назва артыкула павінна адлюстроўваць яго змест, быць па магчымасці лаканічнай, утрымліваць ключавыя словы, што дазволіць індэксаваць артыкул.

2.4. Ва ўводзінах даецца кароткі агляд літаратуры па праблеме, указваюцца не вырашаныя раней пытанні, фармулюецца і абгрунтоўваецца мэта, падаюцца спасылкі на працы іншых аўтараў за апошнія гады, а таксама на замежныя публікацыі.

2.5. Раздзел «*Матэрыял і метады*» ўключае апісанне метадыкі, тэхнічных сродкаў, аб'ектаў і зместу даследаванняў, праведзеных аўтарам (аўтарамі).

2.6. У раздзеле «*Вынікі і іх абмеркаванне*» аўтар павінен зрабіць высновы з пункту гледжання іх навуковай навізны і супаставіць з адпаведнымі вядомымі дадзенымі. Гэты раздзел можа дзяліцца на падраздзелы з паясняльнымі падзагалюкамі.

2.7. У *заклучэнні* ў сціслым выглядзе павінны быць сфармуляваны атрыманыя вынікі з указаннем іх навізны і магчымасцей прымянення на практыцы.

2.8. Спіс літаратуры павінен уключаць не больш за 12 спасылак. Спасылкі нумаруюцца адпаведна з парадкам іх цытавання ў тэксце. Парадкавыя нумары спасылак пішуцца ў квадратных дужках па схеме: [1], [2]. Спіс літаратуры афармляецца ў адпаведнасці з патрабаваннямі ДАСТ – 7.1-2003. Спасылкі на неапублікаваныя працы, дысертацыі не дапускаюцца. Указваецца поўная назва аўтарскага пасведчання і дэпаніраванага рукапісу, а таксама арганізацыя, якая прад'явіла рукапіс да дэпаніравання.

2.9. Артыкулы падаюцца ў рэдакцыю ў двух экзэмплярах аб'ёмам не менш за 0,35 аўтарскага аркуша (14000 друкаваных знакаў, з прабеламі паміж

словамі, знакамі прыпынку, лічбамі і інш.), надрукаваных праз адзін інтэрвал, шрыфт Times New Roman памерам 11 пт. У гэты аб'ём уваходзяць тэкст, табліцы, спіс літаратуры. Колькасць малюнкаў не павінна перавышаць трох. Малюнкi і схемы павінны падавацца асобнымі файламі ў фармаце jpg. Фатаграфіі ў друк не прымаюцца. Артыкулы павінны быць падрыхтаваны ў рэдактары Word для Windows. Выкарыстоўваецца наступны фармат старонкі: чырвоны радок – 0,5 см; палі: зверху – 2,5 см, знізу – 2,5 см, злева – 2 см, справа – 2 см.

2.10. Ілюстрацыі, формулы, ураўненні, якія сустракаюцца ў артыкуле, павінны быць пранумараваныя ў адпаведнасці з парадкам цытавання ў тэксце. Да кожнага экзэмпляра артыкула трэба прыкласці па адным экзэмпляры ілюстрацый. Копіі малюнкаў для другога экзэмпляра артыкула павінны ўтрымліваць усе неабходныя літарныя і лічбавыя надпісы. Подпісы да малюнкаў, схем і табліц друкуюцца праз адзін інтэрвал. У назвах табліц і малюнкаў не павінна быць скарачэнняў.

2.11. Размернасць усіх велічынь, якія выкарыстоўваюцца ў тэксце, павінна адпавядаць Міжнароднай сістэме адзінак вымярэння (SI).

2.12. У дадатак да папяровай версіі артыкула ў рэдакцыю здаецца электронная версія матэрыялаў. Электронная і папяровая версіі артыкула павінны быць ідэнтычнымі. Электронная версія падаецца на дыскетах ці дысках або перасылаецца на адрас электроннай пошты ўніверсітэта (nauka@vvsu.by).

3. Да артыкула дадаюцца наступныя матэрыялы (на асобных лістах):

- рэферат (100–150 слоў), які павінны дакладна перадаваць змест артыкула і быць прыдатным для апублікавання ў анатацыях да часопісаў асобна ад артыкула, і ключавыя словы на мове арыгінала;
- назва артыкула, прозвішча, імя, імя па бацьку аўтара (поўнасю), месца яго працы, рэферат і ключавыя словы на англійскай мове;
- хатні адрас аўтара, нумар тэлефона, адрас электроннай пошты;
- рэкамендацыя кафедры (навуковай лабараторыі) да друку;
- экспертнае заключэнне аб магчымасці апублікавання матэрыялаў у друку;
- рэцэнзія вядучага спецыяліста ў адпаведнай галіне навукі, а для аспірантаў – і навуковага кіраўніка.

4. Па рашэнні рэдкалегіі артыкул накіроўваецца на рэцэнзію, затым візіруецца членам рэдкалегіі. Вяртанне артыкула аўтару на дапрацоўку не азначае, што ён прыняты да друку. Перапрацаваны варыянт артыкула зноў разглядаецца рэдкалегіяй. Датай паступлення лічыцца дзень атрымання рэдакцыяй канчатковага варыянта артыкула.

5. Накіраванне ў рэдакцыю раней апублікаваных або прынятых да друку ў іншых выданнях работ не дапускаецца.

GUIDELINES FOR AUTHORS

1. «Vesnik of Vitebsk State University» publishes results of scientific research conducted at Vitebsk State University as well as at scientific institutions and universities, CIS and other countries. The main criterion for the publication is novelty and specificity of the article. The scientific journal is included into the List of scientific publications recommended by Supreme Qualification Commission (VAK) of the Republic of Belarus for publishing the results of dissertation research in biological, pedagogical, physical and mathematical sciences. The priority for publication is given to scientific articles by postgraduates in their last year (including their articles written with co-authors) on condition these articles correspond the requirements for scientific articles of the journal.

2. Guidelines for the layout of a publication:

2.1. Articles are to be in Belarusian, Russian or English.

2.2. Each article is to include the following elements:

- UDK index;
- title of the article;
- name and initial of the author (authors);
- institution he (she) represents;
- introduction;
- «Material and methods» section;
- «Findings and their discussion» section;
- conclusion;
- list of applied literature.

2.3. *The title* of the article should reflect its contents, be laconic and contain key words which will make it possible to classify the article.

2.4. *The introduction* should contain a brief review of the literature on the problem. It should indicate not yet solved problems. It should formulate the aim; give references to the recent articles of other authors including foreign publications.

2.5. «*Material and methods*» section» includes the description of the method, technical aids, objects and contents of the author's (authors') research.

2.6. In «*Findings and their discussion*» section the author should draw conclusions from the point of view of their scientific novelty and compare them with the corresponding well-known data. This section can be divided into sub-sections with explanatory subtitles.

2.7. *The conclusion* should contain a brief review of the findings, their novelty and possibility of practical application.

2.8. The list of literature shouldn't include more than 12 references. The references are to be numerated in the order of their citation in the text. The order number of a reference is given in square brackets e.g. [1], [2]. The layout of the literature list layout is to correspond State Standard (GOST) – 7.1-2003. References to articles and theses which were not published earlier are not permitted. A complete name of the author's certificate and the deposited copy is indicated as well as the institution which presented the copy for depositing.

2.9. Two copies of articles of at least 0,35 of an author sheet size (14000 printing symbols with blanks, punctuation marks, numbers etc.), interval 1, Times New

Roman 11 are sent to the editorial office. This size includes the text, charts and list of literature. Not more than three pictures are allowed. Pictures and schemes are to be presented in individual *jpg* files. Photos are not allowed. Articles should be typed in *Word for Windows*. The page layout is the following: new paragraph – 0,5 cm; margins: top – 2,5 cm, bottom – 2,5 cm, left – 2 cm, right – 2 cm.

2.10. Illustrations, formulas, equations, if any, are to be numbered in accordance with their appearance in the text. One copy of illustrations should be attached to each copy of the article. Picture copies for the second copy of the article should contain all the required letter and number titles. Titles of the pictures, charts and tables are to be typed in one interval. Titles of tables and pictures should not be abbreviated.

2.11. All dimensions used in the text should correspond the International measurement unit system.

2.12. The electronic version should be attached to the paper copy of the article submitted to the editorial board. The electronic and the paper copies of the article should be identical. The electronic version is presented on a diskette or diskettes or is sent by e-mail (the university e-mail address is nauka@vsu.by).

3. Following materials (on separate sheets) are attached to the article:

- summary (100–150 words), which should precisely present the contents of the article, should be liable for being published in magazine summaries separately from the article as well as the key words in the language of the original;
- title of the article, surname, first and second names of the author (without being shortened), place of work, summary and key words in English;
- author's home address, telephone number, e-mail address;
- recommendation of the department (scientific laboratory) to publish the article;
- expert conclusion on the feasibility of the publication;
- review by a leading specialist in the corresponding scientific branch, by the scientific supervisor – for postgraduates.

4. On the decision of the editorial board the article is sent for a review, and then it is signed by the members of the editorial board. If the article is sent back to the author for improvement it doesn't mean that it has been accepted for publication. The improved variant of the article is reconsidered by the editorial board. The article is considered to be accepted on the day when the editorial office receives the final variant.

5. Earlier published articles as well as articles accepted for publication in other editions are not admitted.

