

ISSN 2227-1384



ВЕСТНИК

Приамурского государственного
университета им. Шолом-Алейхема

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЖУРНАЛ
ОСНОВАН В 2008 ГОДУ

№ 1(34) 2019



ISSN 2227-1384

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПРИАМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ШОЛОМ-АЛЕЙХЕМА»



ВЕСТНИК

ПРИАМУРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. ШОЛОМ-АЛЕЙХЕМА

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЖУРНАЛ

*основан в 2008 году
выходит четыре раза в год*

№ 1(34) 2019

ISSN 2227-1384

MINOBRNAUKI ROSSII
(THE MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE
OF THE RUSSIAN FEDERATION)

Federal'noe gosudarstvennoe biudgetnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie
vysshego obrazovaniya
«PRIAMURSKII GOSUDARSTVENNYI UNIVERSITET IMENI SHOLOM-ALEICHEMA»
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«SHOLOM-ALEICHEM PRIAMURSKY STATE UNIVERSITY»)



VESTNIK
PRIAMURSKOGO GOSUDARSTVENNOGO
UNIVERSITETA IMENI SHOLOM-ALEICHEMA
(SHOLOM-ALEICHEM PRIAMURSKY STATE
UNIVERSITY BULLETIN)

NAUCHNO-OBRAZOVATEL'NYI ZHURNAL
(SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL JOURNAL)

osnovan v 2008 godu
vykhodit chetyre raza v god

(founded in 2008
is issued four times a year)

№ 1(34) 2019

УЧРЕДИТЕЛЬ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема»

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Н. Г. Баженова, кандидат педагогических наук, доцент — главный редактор,
П. Н. Толстогузов, доктор филологических наук, профессор — зам. главного редактора,
В. В. Николаева — ответственный секретарь.

Н. М. Байков, доктор социологических наук, профессор (Хабаровск, Россия),
С. В. Березницкий, доктор исторических наук, профессор (Санкт-Петербург, Россия),
И. М. Воротилкина, доктор педагогических наук, профессор (Биробиджан, Россия),
В. Л. Земляк, кандидат физико-математических наук (Биробиджан, Россия),
Е. О. Клинская, кандидат биологических наук, доцент (Биробиджан, Россия),
В. М. Козин, доктор технических наук, профессор (Комсомольск-на-Амуре, Россия),
О. Л. Коноваленко, кандидат юридических наук, доцент (Биробиджан, Россия),
Б. М. Котлерман, доктор философии (PhD), профессор (Рамат-Ган, Израиль),
В. И. Пятак, кандидат философских наук, доцент (Биробиджан, Россия),
Б. Е. Фишман, доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук, профессор (Биробиджан, Россия),
Е. Я. Фрисман, член-корреспондент Российской академии наук, доктор биологических наук, профессор (Биробиджан, Россия),
О. Е. Шаповалова, доктор психологических наук, профессор (Биробиджан, Россия),
В. Г. Шведов, доктор географических наук, доцент (Биробиджан, Россия),
В. Т. Шишмаков, доктор экономических наук, профессор (Хабаровск, Россия).

Ответственный за номер — к. ф.-м. н. В. Л. Земляк

Литературный редактор — к. филол. н. Л. Н. Капуцына,
технический редактор — В. В. Николаева

Адрес в Интернете: <http://pgusa.ru/ru/vestnik>

Адрес редакции: 679015, г. Биробиджан, ул. Широкая, 70-А. Тел. 4-63-69, e-mail: bir.izdatel@gmail.com

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (РОСКОМНАДЗОР).
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-66783 от 08.08.2016.

Подписной индекс 25257 в каталоге Агентства «РОСПЕЧАТЬ».

Полное или частичное воспроизведение материалов допускается только с разрешения редакции.
Ссылка на журнал обязательна.

Подписано в печать 29.03.2019. Дата выхода в свет 29.04.2019. Формат 70×100 ¹/₁₆. Бумага офисная.
Усл. печ. л. 7,125. Уч.-изд. л. 6,56. Тираж 500 экз. Заказ № 6/2019. Свободная цена.

Издательский центр Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема
679015, г. Биробиджан, ул. Широкая, 70-А

Отпечатано в типографии Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема
679015, г. Биробиджан, ул. Широкая, 70-А

PARENT ORGANIZATION

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Sholom-Aleichem Priamursky State University»

EDITORIAL BOARD

N. G. Bazhenova, PhD (pedagogics), associate professor — Editor-in-Chief,
P. N. Tolstoguzov, DSc (philology), full professor — Deputy Editor-in-Chief,
V. V. Nikolayeva — Executive Secretary.

N. M. Baykov, DSc (sociology), full professor (Khabarovsk, Russia),
S. V. Bereznitskiy, DSc (history), full professor (Saint-Petersburg, Russia),
I. M. Vorotilkina, DSc (pedagogics), full professor (Birobidzhan, Russia),
V. L. Zemlyak, PhD (physical and mathematical), associate professor (Birobidzhan, Russia),
E. O. Klinskaya, PhD (biology), associate professor (Birobidzhan, Russia),
V. M. Kozin, DSc (engineering), full professor (Komsomolsk-na-Amure, Russia),
O. L. Konovalenko, PhD (science of law), associate professor (Birobidzhan, Russia),
B. M. Kotlerman, PhD (study of culture), full professor (Ramat-Gan, Israel),
V. I. Pyatak, PhD (philosophy), associate professor (Birobidzhan, Russia),
B. E. Fishman, DSc (pedagogics), full professor (Birobidzhan, Russia),
E. Ya. Frisman, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, DSc (biology),
full professor (Birobidzhan, Russia),
O. E. Shapovalova, DSc (psychology), full professor (Birobidzhan, Russia),
V. G. Shvedov, DSc (geography), associate professor (Birobidzhan, Russia),
V. T. Shishmakov, DSc (economics), full professor (Khabarovsk, Russia).

Executive Editor — **V. L. Zemlyak**, PhD (physical and mathematical)

Text Editor — **L. N. Kaputsina** (PhD, philology),
Technical Editor — **V. V. Nikolayeva**.

Internet address: <http://pgusa.ru/en/vestnik>

Editorial Office address: 679015, Russian Federation, Birobidzhan (city), Shyrokaya st., 70-A.
Phone: (42622) 4-63-69, e-mail: bir.izdatel@gmail.com

The journal is registered in Federal Service for Supervision in the Sphere of Telecom,
Information Technologies and Mass Communications (ROSKOMNADZOR).
Certificate of registration PI No. FS 77-66783 of 08/08/2016.

Number of subscription is 25257. See index of Post-Agency «ROSPECHAT».

Total or partial reproduction of the journal materials without permission of the publisher is prohibited.
Links to the journal is obligatory.

Signed for print 29.03.2019. Issued 29.04.2019. Format 70×100 1/16. Office paper.
Conv. printer's sheet 7,125. Publish. sheet 6,56. Number of copies 500. Order No. 6/2019. Free price.

Publishing Centre of Sholom-Aleichem Priamursky State University
679015, Birobidzhan (city), Shyrokaya st., 70-A

Printed in printing office of Sholom-Aleichem Priamursky State University
679015, Birobidzhan (city), Shyrokaya st., 70-A

Содержание

СТАТЬИ	9
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ.....	9
Васильев А. С., Назарова В. П. ИССЛЕДОВАНИЯ ПУСТОТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ НАПРЯЖЁННОГО СОСТОЯНИЯ.....	9
Васильев А. С., Назарова В. П. ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПУСТОТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПРИ УСИЛЕНИИ НАРАЩИВАНИЕМ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ	21
Канделя М. В., Назарова В. П. КОНСТРУКЦИИ КЛИНОРЕМЕННЫХ ПЕРЕДАЧ УБОРОЧНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН.....	33
Козин В. М., Земляк В. Л. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВСПЛЫТИЯ ПОДВОДНЫХ СУДОВ В ЛЕДЯНОМ ПОКРОВЕ	38
Козин В. М., Земляк В. Л., Васильев А. С., Радионов С. В. РАЗРУШЕНИЕ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА РЕЗОНАНСНЫМ МЕТОДОМ ПРИ КРИВОЛИНЕЙНОМ ДВИЖЕНИИ НАГРУЗКИ	47
Козин В. М., Земляк В. Л., Радионов С. В., Ипатов К. И. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРУШЕНИЯ ЛЬДА РЕЗОНАНСНЫМ МЕТОДОМ СУДНОМ НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ В РАЗЛИЧНЫХ ЛЕДОВЫХ УСЛОВИЯХ	52

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ	60
Горюшкин А. П. ОБ АЛГОРИТМЕ ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ ИНДЕКСА ПО ДВОЙНОМУ МОДУЛЮ В СВОБОДНОМ ПРОИЗВЕДЕНИИ ГРУПП.....	60
Фишман Б. Е. О РАСШИРЕНИИ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОЙ РИСОВСКОЙ ПОЛУГРУППЫ МАТРИЧНОГО ТИПА	66
ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ	76
Буховцева О. В. ВОЗМОЖНОСТИ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОЙ АДАПТАЦИИ СТУДЕНТОВ К СОЦИОКУЛЬТУРНОЙ СРЕДЕ ВУЗА.....	76
Фишман Б. Е., Липовецкая А. А. СИСТЕМНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ УСЛОВИЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПОЛОРОЛЕВОГО САМООПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДРОСТКОВ 11 – 14 ЛЕТ	88
Шаповалова О. Е. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕЧЕВОГО РАЗВИТИЯ ШКОЛЬНИКОВ С НАРУШЕНИЕМ ИНТЕЛЛЕКТА	100
СООБЩЕНИЯ	106
Канделя М. В., Назарова В. П. СПОСОБ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И СОИ	106
Порядок публикации статей в журнале	110

Contents

ARTICLES	9
TECHNICAL SCIENCE	9
Vasilyev A. S., Nazarova V. P. RESEARCH OF HOLLOW REINFORCED CONCRETE SLABS AT VARIOUS STAGES OF STRESS STATE	9
Vasilyev A. S., Nazarova V. P. NUMERICAL INVESTIGATION OF HOLLOW CONCRETE SLABS WITH THE STRENGTHENING OF THE CAPACITY OF THE ADDITIONAL SECTION	21
Kandelya M. V., Nazarova V. P. DESIGNS OF V-BELT TRANSMISSION OF HARVESTING AND TRANSPORT MACHINERY	33
Kozin V. M., Zemlyak V. L. INCREASING THE EFFICIENCY ASCENT OF THE SUBMARINE VESSELS IN THE ICE COVER	38
Kozin V. M., Zemliak V. L., Vasilyev A. S., Radionov S. V. DESTRUCTION OF THE ICE COVER BY THE RESONANT METHOD DURING THE CRYVOLINEAR MOTION OF THE LOAD	47
Kozin V. M., Zemliak V. L., Radionov S. V., Ipatov K. I. IMPROVING THE EFFICIENCY OF DESTRUCTION OF ICE BY A RESONANT METHOD AIR CUSHION VEHICLES IN VARIOUS ICE CONDITIONS	52

PHYSICO-MATHEMATICAL SCIENCE.....	60
Goryushkin A. P. ON THE ALGORITHM FOR FINDING THE INDEX ON DOUBLE MODULE IN A FREE PRODUCT OF GROUPS	60
Fishman B. E. ABOUT THE EXPANSION OF REAL REESE'S SEMIGROUP OF THE MATRIX TYPE.....	66
PEDAGOGICAL SCIENCE	76
Bukhovtseva O. V. PEDAGOGICAL SUPPORT OPPORTUNITIES TO ENSURE EFFECTIVE ADAPTATION OF STUDENTS TO THE SOCIO-CULTURAL ENVIRONMENT OF THE UNIVERSITY	76
Fishman B. E., Lipovetskaya A. A. SYSTEM REPRESENTATION OF CONDITIONS PROVIDING PEDAGOGICAL SUPPORT SELF-DETERMINATION IN GENDER-ROLES OF TEENAGERS 11 – 14 YEARS	88
Shapovalova O. E. PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL STUDY OF THE FEATURES OF SPEECH DEVELOPMENT OF SCHOOLCHILDREN WITH INTELLECTUAL DISABILITIES.....	100
MESSAGES.....	106
Kandeya M. V., Nazarova V. P. METHOD OF HARVESTING GRAIN CROPS AND SOYBEANS	106
PROCEDURE FOR THE PUBLICATION OF ARTICLES IN THE JOURNAL	110

СТАТЬИ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 69.04

А. С. Васильев, В. П. Назарова

ИССЛЕДОВАНИЯ ПУСТОТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ НАПРЯЖЁННОГО СОСТОЯНИЯ

В данной статье выполнено исследование напряжённо-деформированного состояния пустотных плит. Представлены численные и аналитические расчёты пустотных плит. Аналитические расчёты выполнялись согласно нормативным документам. Численное моделирование выполнялось в ПК ANSYS. При этом в ANSYS выполнялось моделирование и расчёт как пустотной плиты в её естественной форме, так и расчёт этой же плиты, представленной в форме тавровой балки с уменьшением ширины сечения на сумму диаметров каждого пустотного отверстия в плите. В результате исследования были получены численные расчёты напряжённо-деформированного состояния пустотных плит на его различных стадиях. Цель данного исследования — выяснить, как и насколько будут отличаться результаты численных расчётов пустотной плиты при разрушающей нагрузке, моделируя её в естественной и упрощённой тавровой форме. При этом расчёты выполнены в нелинейной постановке при разрушающей нагрузке, с образованием пластического шарнира в растянутой зоне сечения плиты. Приблизительная разрушающая нагрузка устанавливалась в результате аналитического расчёта. Сопоставление расчётов показывает, что представление усиленных плит в форме тавровых балок для расчётов имеет погрешности.

Ключевые слова: математическое моделирование; численное исследование; железобетонные конструкции; пустотная плита; напряжённо-деформированное состояние; прогиб; тавровая балка.

Введение

Пустотные плиты активно используются в строительстве и служат перекрытиями между этажами. Их основное преимущество — неболь-

Васильев Алексей Сергеевич — кандидат технических наук, доцент кафедры технических дисциплин (Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема, Биробиджан); e-mail: vasil-grunt@mail.ru.

Назарова Вероника Павловна — студент (Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема, Биробиджан); e-mail: student.nika1661@mail.ru.

© Васильев А. С., Назарова В. П., 2019

шой вес в сравнении с обычными плитами, что позволяет увеличивать их длину для перекрытия относительно больших пролётов.

Проблемой нелинейных расчётов железобетонных конструкций занимались в разное время многие авторы, такие как В. С. Уткин и К. А. Карпушова [10], Е. В. Авласко [1], А. В. Сербиновский [8, 9]. В различных работах рассмотрено множество проблем и способы их решения. К примеру, в работе С. Д. Семенюк, Ю. Г. Болошенко «Экспериментальные исследования железобетонных плит, опёртых по контуру и усиленных наращиванием бетона сжатой зоны» [7]. Проводилась программа испытаний кубов, призм и опытных балок, усиленных в сжатой зоне сталефибробетоном, мелкозернистым бетоном, мелкозернистым бетоном и арматурой в зоне без предварительного нагружения.

В данной работе выполняется исследование пустотных плит при действии разрушающей нагрузки, усиленных и без усиления. Для аналитического расчёта пустотная плита была представлена в форме тавровой балки с уменьшением ширины сечения на сумму диаметров каждого пустотного отверстия в плите. В ПК ANSYS плита моделируется как в естественной форме, так и в упрощённой, в форме тавра [3], [4], [11]. Отметим, что представление пустотных плит в форме тавровой балки применяется, например, в ПК ЛИРА — известной программе для расчёта строительных конструкций на основе метода конечных элементов. Важный вопрос — насколько целесообразно представлять таким способом пустотные плиты при расчёте и насколько велико будет отклонение. Приблизительная разрушающая нагрузка устанавливалась в результате аналитического расчёта с использованием нормативной документации [2], [5], [6].

Сопоставление расчётов показывает, что прогибы, напряжения в арматуре, нормальные напряжения в бетоне по высоте сечения разнятся в зависимости от того, как представлена плита: в форме двутавра или в её естественной форме.

Методы исследования

Проектирование плит выполнялось в модуле программы ANSYS Design Modeller. Затем осуществлялся расчёт в ANSYS Mechanical. Для железобетона использовался конечный элемент Solid 65, позволяющий выполнять нелинейные расчёты с учётом модели разрушения Willam-Warnke. Для отображения трещин была добавлена пользовательская функция в форме деформационного критерия Базанта, позволяющего учитывать трещинообразование в плитах и визуализировать этот процесс средствами ANSYS. Также по краям были смоделированы опоры, на которых держится плита. Конечно-элементная сетка использовала КЭ в форме гексаэдра с максимальным размером 20 мм, показана на рисунке 1. Распределённая нагрузка, действующая на плиту, была приблизительно получена из аналитических расчётов. В результате выполнялось

нагружение плит фиксированной нагрузкой. На первом шаге приложения разрушающей нагрузки образовывался пластический шарнир, происходило смещение нейтральной оси в сжатую зону и перераспределение усилий внутри плиты, обусловленное ползучестью бетона. На следующем шаге происходило непосредственно разрушение, обусловленное превышением предела текучести в арматуре и разрушением плиты.

Для исследования взята пустотная плита (по типу ПБ 41-9-8) со следующими характеристиками: номинальные размеры плиты в плане — $0,8 \times 4$ м ($L = 4000$ мм, $b = 800$ мм); высота $h = 200$ мм; бетон тяжёлый, подвергнутый тепловой обработке, класса В25 ($R_{b1} = 14,5$ МПа, $R_{bt1} = 1,05$ МПа, $E_{b1} = 3 \cdot 10^4$ МПа); рабочая продольная арматура А-400 ($R_s = 365$ МПа, $E_s = 2 \cdot 10^5$ МПа) стержневая 3 штуки диаметром 18 мм ($R_s = 365$ МПа). Геометрические характеристики приведены на рисунке 1.

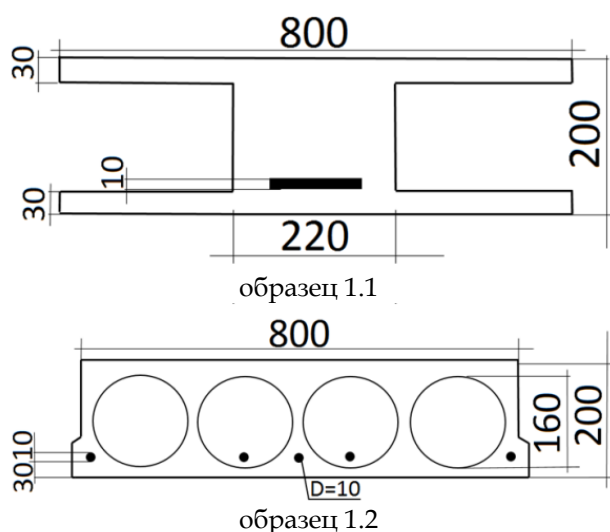


Рис. 1. Сечения пустотных плит в форме двутавра (образец 1.1) и в естественной форме (образец 1.2)

Исследование плит без усиления при разрушающих нагрузках

На рисунках ниже представлены максимальные прогибы пустотных плит перекрытий для различных форм представления поперечного сечения.

Как можно заметить на рисунке 2, образец 1.1 имеет максимальный прогиб 19,4 мм, образец 1.2 — 18,4 мм. Отклонение прогиба составляет 5,4 %, за эталон взята плита в естественной форме.

На рисунке 3 образец 1.1 имеет максимальные напряжения в арматуре 377 МПа, образец 1.2 — 362 МПа. Отклонение максимального напряжения в арматуре составляет 4,1 %, при этом за эталон взята плита в естественной форме.

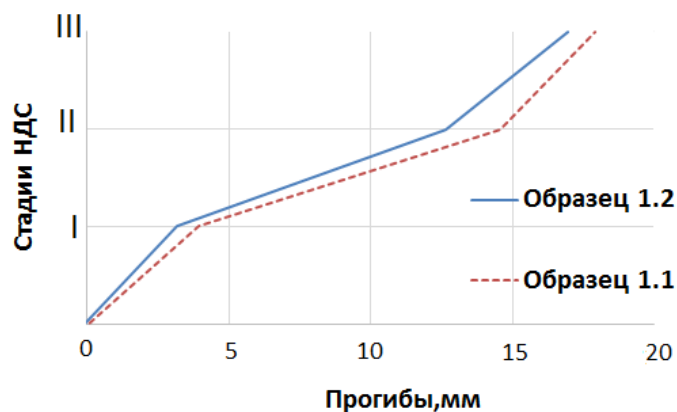


Рис. 2. Сопоставление прогиба для образцов 1.2 и 1.1 на стадиях НДС

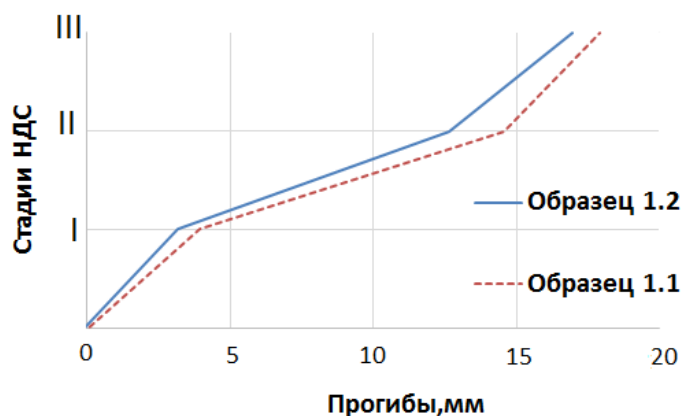


Рис. 3. Сопоставление напряжения в арматурных стержнях

Численное исследование выполнялось в ПК ANSYS. Разрушающая нагрузка для плиты без усиления составляет 22 кН, делим на грузовую площадь плиты, получая значение $6,875 \text{ кН/м}^2$.

Сопоставление нормальных напряжений в середине сечения по высоте плиты для образцов 1.2 и 1.1 на второй и третьей стадиях НДС показаны на рисунке 4.

Как видно на графиках рисунка 4а, распределения напряжения по высоте сечения плиты на второй стадии для образца 1.2 составили около $0,95 \text{ МПа}$ при растяжении и $-2,57 \text{ МПа}$ при сжатии волокон, для образца 1.1 составили около $0,79 \text{ МПа}$ при растяжении и $-2,74 \text{ МПа}$ при сжатии волокон. На рисунке 4б показаны распределения напряжения по высоте сечения плиты на третьей стадии: для образца 1.2 составили около $0,13 \text{ МПа}$ при растяжении и $-8,7 \text{ МПа}$ при сжатии волокон, для образца 1.1 составили около $0,12 \text{ МПа}$ при растяжении и $-10,0 \text{ МПа}$ при сжатии волокон. Разрушение произойдет быстрее в образце 1.1.

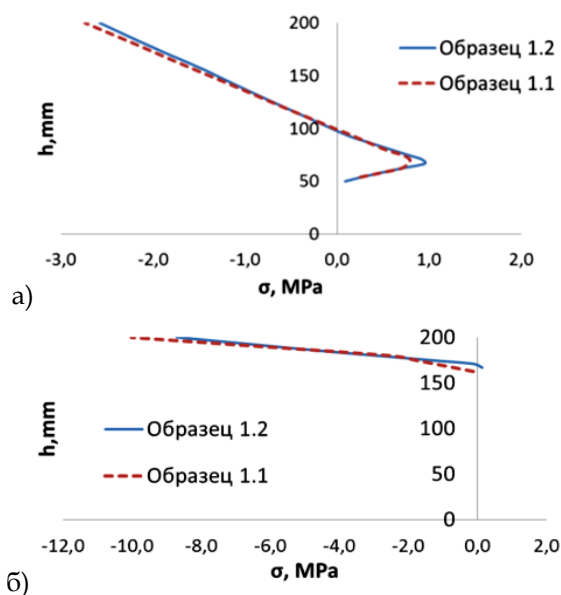


Рис. 4. Сопоставление нормальных напряжений по высоте сечения для образцов 1.2 и 1.1: а) на второй стадии НДС; б) на третьей стадии НДС

На рисунке 5 показан максимальный прогиб плиты образца 1.2. Значение максимального прогиба для образца 1.2 составило 18,4 мм, для образца 1.1 составило 19,3 мм. Отклонение прогиба образца 1.2 от образца 1.1 составляет 4,6 %, за эталон взят образец 1.2.

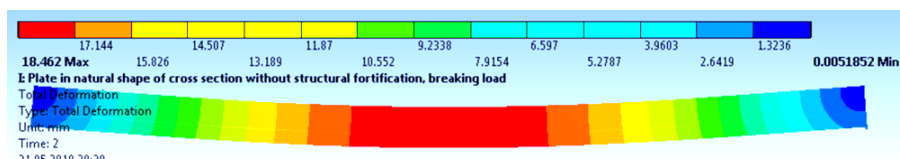


Рис. 5. Максимальный прогиб образца 1.2

На рисунке 6 показаны напряжения в арматурных стержнях образца 1.2 на третьей стадии НДС. Наибольшие напряжения 377 МПа имеет образец 1.1. Отклонение напряжения в арматуре образца 1.2 от образца 1.1 составляет 5,6 %, за эталон взят образец 1.2.

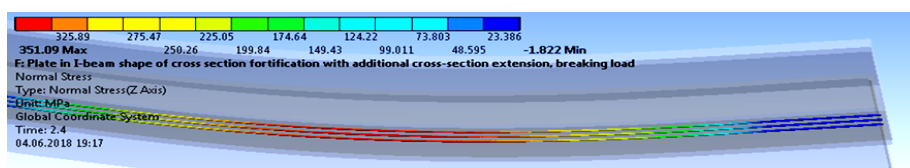


Рис. 6. Напряжения в арматурных стержнях образца 1.2 на этапе перед разрушением

Аналитический расчёт плиты без усиления

Определяем несущую способность нормального сечения плиты.

Рабочая высота сечения плиты определяется по (1), мм:

$$h_0 = h - a \quad (1)$$

$$h_0 = 200 - 35 = 165,$$

где

$$a = a_{s,\min} + \frac{d_s}{2} = 30 + \frac{10}{2} = 35.$$

Находим положение нейтральной оси из условия (1), кНм:

$$R_s \cdot A_s \leq R_b \cdot b_f' \cdot h_f', \quad (2)$$

Площадь дополнительной арматуры определяется по (3) A_{s1} , мм²

$$A_s = r^2 \cdot \pi \cdot n, \quad (3)$$

где n- количество стержней в плите

$$A_s = 5^2 \cdot 3,14 \cdot 3$$

$$365 \cdot 10^3 \cdot 763 \cdot 10^{-6} = 278,49 \leq 14,5 \cdot 10^3 \cdot 0,80 \cdot 0,030 = 313,2.$$

Условие (1) выполняется, нейтральная ось находится в полке.

Определяем высоту сжатой зоны сечения, используя (4), мм:

$$x = \frac{R_s \cdot A_s}{R_b \cdot b} \quad (4)$$

$$x = \frac{365 \cdot 235,5}{14,5 \cdot 800} = 7,41.$$

Относительная высота сжатой зоны сечения определяется по (5) ξ :

$$\xi = \frac{x}{h_0} \quad (5)$$

$$\xi = \frac{7,41}{165} = 0,044.$$

Коэффициент ξ_R определяется по (6):

$$\xi_R = \frac{0,8}{1 + \frac{R_s}{700}} \quad (6)$$

$$\xi_R = \frac{0,8}{1 + \frac{365}{700}} = 0,525.$$

Выполняется условие (3):

$$\xi = 0,04 < \xi_R = 0,525. \quad (3)$$

Условие (3) выполняется.

Несущая способность нормального сечения определяется по (7) М, кНм:

$$M = \alpha_m \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2 \quad (7)$$

$$M = 0,039 \cdot 14,5 \cdot 10^3 \cdot 0,80 \cdot 0,165^2 = 12,31$$

Определение нагрузки, действующей на плиту по (8), кН/м

$$q = \frac{M \cdot 8}{l^2} \quad (8)$$

$$q = \frac{12,31 \cdot 8}{4^2} = 6,1$$

Перевод разрушающей нагрузки в погонную по (9), кН/м²

$$q_n = \frac{q}{b} \quad (9)$$

$$q_n = \frac{6,1}{0,8} = 7,6$$

Аналитический расчёт момента трещинообразования

Момент инерции сечения полки бетона определяется по (10), мм⁴:

$$I_{np1} = \frac{b \cdot h_1^3}{12} \quad (10)$$

$$I_{np1} = \frac{0,8 \cdot 0,03^3}{12} = 1,8 \cdot 10^{-6}$$

Площадь полки бетона определяется по (11) A_{np1} , мм²:

$$A_{\text{пр1}} = b \cdot h_1 \quad (11)$$

$$A_{\text{пр1}} = 0,8 \cdot 0,03 = 0,024$$

Момент инерции полки бетона определяется по (12), мм:

$$I_1 = I_{\text{пр1}} + y_1^2 \cdot A_{\text{пр1}} \quad (12)$$

$$I_1 = 1,8 \cdot 10^{-6} + 0,085^2 \cdot 0,024 = 0,175$$

Площадь ребра бетона определяется по (13) $A_{\text{пр2}}$, мм²:

$$A_{\text{пр2}} = b_2 \cdot h_2 \quad (13)$$

$$A_{\text{пр2}} = 0,22 \cdot 0,14 = 0,031$$

Момент инерции сечения ребра бетона определяется по (14), м⁴:

$$I_2 = \frac{b_2 \cdot h_2^3}{12} \quad (14)$$

$$I_2 = \frac{0,22 \cdot 0,14^3}{12} = 5,031 \cdot 10^{-5}$$

Приведённый момент инерции всего сечения определяется по (15), м⁴:

$$I = 2 \cdot I_1 + I_2 \quad (15)$$

$$I = 2 \cdot 0,18 \cdot 10^{-4} + 5,031 \cdot 10^{-5} = 4,1 \cdot 10^{-4}$$

Момент инерции арматуры определяется по (16), м⁴:

$$I_{\text{арм}} = \frac{\pi \cdot D^4}{64} \cdot n \quad (16)$$

$$I_{\text{арм}} = \frac{3,14 \cdot 0,01^4}{64} \cdot 3 = 1,4 \cdot 10^{-9}$$

Площадь арматуры определяется по (17), м:

$$A_{\text{арм}} = 3 \cdot \pi \cdot r^2 \quad (17)$$

$$A_{\text{арм}} = 3 \cdot 3,14 \cdot 0,005^2 = 2,35 \cdot 10^{-4}$$

Приведённый момент инерции арматуры всего сечения определяется по (18), м⁴:

$$I_s = I_{арн} + b_s^2 \cdot A_{арн} \quad (18)$$

$$I_s = 1,4 \cdot 10^{-9} + 0,065^2 \cdot 2,35 \cdot 10^{-4} = 9,97 \cdot 10^{-7}$$

Коэффициент приведения арматуры к бетону определяется по (19):

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} \quad (19)$$

$$\alpha = \frac{2,0 \cdot 10^{11}}{3,0 \cdot 10^{11}} = 0,667$$

Момент инерции приведённого сечения относительно его центра тяжести, определяемый по (20) м⁴:

$$I_{rsd} = I + I_s \cdot \alpha \quad (20)$$

$$I_{rsd} = 4,1 \cdot 10^{-4} + 9,97 \cdot 10^{-7} \cdot 0,667 = 4,014 \cdot 10^{-4}$$

Момент сопротивления, определяемый по (21):

$$w = \frac{I_{rsd}}{y_t} \quad (21)$$

$$w = \frac{4,014 \cdot 10^{-4}}{0,1} = 4,014 \cdot 10^{-3}$$

Момент образования трещин, определяемый по (22) Н/м:

$$M_{crc} = R_{btser} \cdot w \quad (22)$$

$$M_{crc} = 1,55 \cdot 10^6 \cdot 4,014 \cdot 10^{-3} = 6,22 \cdot 10^3$$

Нагрузка трещинообразования, определяемая по (23) Н/м:

$$q = \frac{M_{crc} \cdot 8}{L^2} \quad (23)$$

$$q = \frac{6,22 \cdot 10^3 \cdot 8}{16^2} = 3,11 \cdot 10^3$$

Нагрузка трещинообразования, переведенная в погонную, определяемая по (24) кН/м²:

$$q_n = \frac{q}{b} \quad (24)$$

$$q_n = \frac{3,11 \cdot 10^3}{0,8} = 3,88$$

Значит, разрушающая нагрузка на пустотную плиту составила 3,88 кН/м².

Заключение

Отклонение прогиба составляет 5,4 %, за эталон взята плита в естественной форме. Отклонение максимального напряжения в арматуре составляет 4,1 %, за эталон взята плита в естественной форме.

Наибольшие напряжения 377 МПа имеет образец 1.1. Отклонение напряжения в арматуре составляет 5,6 %, за эталон взята плита в естественной форме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авласко Е. В., Лазовский Д. Н. Экспериментальные исследования многопустотных железобетонных плит безопалубочного формования при совместном действии изгиба с кручением // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Республики Беларусь: сборник трудов XVIII междунар. научно-метод. семинара (Новополоцк, 28–29 ноября 2012 г.): в 2 томах. Новополоцк: Полоцкий государственный университет, 2012. Т. 1. С. 187–191.
2. Климов С. В., Юрина Т. В., Бугаев С. Л. Проектирование и расчёт железобетонных многопустотных плит перекрытий. Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008. 79 с.
3. Клованич С. Ф., Безушко Д. И. Метод конечных элементов в расчётах пространственных железобетонных конструкций. Одесса: Изд-во ОНМУ, 2009. 89 с.
4. Клованич С. Ф., Мироненко И. Н. Метод конечных элементов в механике железобетона. Одесса: [б. и.], 2007. 111 с.
5. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжёлого бетона без предварительного напряжения арматуры (к СП 52-101-2003) / ЦНИИПромзданий, НИИЖБ. М.: ОАО ЦНИИПромзданий, 2005. 214 с.
6. Рекомендации по усилению и ремонту строительных конструкций инженерных сооружений / под рук. А. М. Туголукова. М.: ЦНИИ промзданий, 1997. 178 с.
7. Семенюк С. Д., Болошенко Ю. Г. Методика экспериментальных исследований работы железобетонных плит, опёртых по контуру и усиленных наращиванием бетона сжатой зоны // Вестник Белорусско-Российского университета. 2008. № 2 (19). С. 137–143.
8. Сербиновский А. В. Достоинства и недостатки различных вариантов усиления многопустотных железобетонных плит [Электронный ресурс] / А. В. Сербиновский, С. С. Пиневиц, Е. А. Сербиновский, Е. А. Песоцкий // Инженерный вестник Дона. 2015. № 1-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dostoinstva-i-nedostatki-razlichnyh-variantov-usileniya-mnogopustotnyh-zhelezobetonnyh-plit> (дата обращения: 01.02.2019).

9. Сербиновский А. В., Сербиновский А. В., Маляин Д. Р. Новые конструкции усиления многопустотных железобетонных плит [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. 2015. № 4-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/novyye-konstruktsii-usileniya-mnogopustotnyh-zhelezobetonnyh-plit> (дата обращения: 01.02.2019).
10. Уткин В. С., Карпушова К. А. Расчёт надёжности железобетонной балки по критерию прочности рабочей арматуры при образовании нормальной трещины в растянутой зоне бетона // Экология и строительство. 2016. № 2. С. 4–8.
11. Lee H. H. Finite Element Simulations with ANSYS Workbench 14. Theory, Applications, Case Studies. SDC Publications, 2012. 608 p. URL: <https://www.sdcpublications.com/Textbooks/Finite-Element-Simulations-ANSYS-Workbench/> ISBN/978-1-58503-725-4/

* * *

Vasilyev Alexey S., Nazarova Veronica P.
RESEARCH OF HOLLOW REINFORCED CONCRETE SLABS
AT VARIOUS STAGES OF STRESS STATE

(Sholom-Aleichem Priamursky State University, Birobidzhan)

In this paper, the stress-strain state of hollow plates is investigated. Numerical and analytical calculations of hollow plates are presented. Analytical calculations were carried out in accordance with regulatory documents. Numerical simulation was performed in ANSYS PC. In ANSYS, simulation and calculation of a hollow slab in its natural form and calculation of the same plate in the form of a T-beam with a reduction in the cross-sectional width by the sum of the diameters of each hollow hole in the slab were performed. As a result of the study, numerical calculations of the stressed-deformed state of the hollow plates in two representations. The purpose of this research is to find out how and how much the results of numerical calculations of a hollow slab with a destructive load in simulation in a natural and simplified T-shape will differ. In this case, the calculations are performed in a nonlinear setting with a breaking load, with the formation of a plastic hinge in the stretched section of the slab. An approximate destructive load was established as a result of an analytical calculation. Comparison of calculations shows that the representation of reinforced plates in the form of T-beams for calculations has inaccuracies. And this error can be different depending on the method of strengthening the design.

Keywords: mathematical modeling; numerical research; reinforced concrete structures; hollow plate; stress-strain state; deflection; t-beam.

REFERENCES

1. Avlasko E. V., Lazovskij D. N. Experimental research of hollow concrete off-shutter slabs under combined action of bending and torsion [Jeksperimental'nye issledovaniya mnogopustotnyh zhelezobetonnyh плит bezopalubochnogo formovaniya pri sovmestnom dejstvii izgiba s krucheniem], *Perspektivy razvitiya novykh tekhnologij v stroitel'stve i podgotovke inzhenernyh kadrov Respubliki Belarus': sbornik trudov XVIII mezhdunarodnogo nauchno-metodicheskogo seminara* (Prospects for the development of new technologies in the construction and training of engineering personnel of the Republic of Belarus: Collection of works XVIII international scientific and methodological seminar), in 2 vol. Vol. 1. Novopolock, 2012, pp. 187–191.
2. Klimov S. V., Yurina T. V., Bugaev S. L. *Proektirovanie i raschjot zhelezobetonnyh mnogopustotnyh плит perekrytij* (Design and analysis of reinforced concrete hollow-core slabs), Perm, 2008. 79 p.
3. Klovanih S. F., Bezushko D. I. *Metod konechnykh jelementov v raschjotah prostranstvennyh zhelezobetonnyh konstrukcij* (The finite element Method in the calculations of spatial concrete structures), Odessa, 2009. 89 p.

4. Klovanih S. F., Mironenko I. N. *Metod konechnykh jelementov v mehanike zhelezobetona* (Finite element Method in mechanics of reinforced concrete), Odessa, 2007. 111 p.
5. *Posobie po proektirovaniju betonnykh i zhelezobetonnykh konstrukcij iz tjazhjologo betona bez predvaritel'nogo naprjazhenija armatury (k SP 52-101-2003)* (Manual for the design of concrete and reinforced concrete structures of heavy concrete without prestressing reinforcement (SP 52-101-2003)), Moscow, 2005. 214 p. (In Russ.).
6. Tugolukova A. M. (ed.) *Rekomendacii po usileniju i remontu stroitel'nykh konstrukcij inzhenernykh sooruzhenij* (Recommendations for strengthening and repair of building structures of engineering structures), Moscow, 1997. 178 p.
7. Semenjuk S. D., Boloshenko Ju. G. Experimental studies of reinforced concrete slabs, simply supported on the contour and enhanced capacity of the concrete compression area [Metodika jeksperimental'nykh issledovanij raboty zhelezobetonnykh plit, opjortyh po konturu i usilennykh narashhivaniem betona szhatoj zony], *Vestnik Belorussko-Rossijskogo universiteta*, 2008, no. 2 (19), pp. 137 – 143.
8. Serbinovskij A. V., Pinevich S. S., Serbinovskij E. A., Pesockij E. A. Advantages and disadvantages of the various options of reinforcement hollow-core concrete slabs [Dostoinstva i nedostatki razlichnykh variantov usilenija mnogopustotnykh zhelezobetonnykh plit], *Inzhenernyj vestnik Dona*, 2015, no. 1-1. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/dostoinstva-i-nedostatki-razlichnykh-variantov-usileniya-mnogopustotnykh-zhelezobetonnykh-plit> (accessed 1 February 2019).
9. Serbinovskij A. V., Serbinovskij A. V., Mailjan D. R. A New design for the amplification of hollow-core concrete slabs [Novye konstrukcii usilenija mnogopustotnykh zhelezobetonnykh plit], *Inzhenernyj vestnik Dona*, 2015, no. 4-1. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/novye-konstruktsii-usileniya-mnogopustotnykh-zhelezobetonnykh-plit> (accessed 1 February 2019).
10. Utkin V. S., Karpushova K. A. Calculation of reinforced concrete beams reliability by the criterion of the strength of the working reinforcement in the formation of normal cracks in the stretched zone of concrete [Raschjot nadjozhnosti zhelezobetonnoj balki po kriteriju prochnosti rabochej armatury pri obrazovanii normal'noj treshhiny v rastjanutoj zone betona], *Jekologija i stroitel'stvo*, 2016, no. 2, pp. 4 – 8.
11. Lee H. H. *Finite Element Simulations with ANSYS Workbench 14. Theory, Applications, Case Studies*. SDC Publications, 2012. 608 p. Available at: <https://www.sdcpublishations.com/Textbooks/Finite-Element-Simulations-ANSYS-Workbench/ISBN/978-1-58503-725-4/> (accessed 1 February 2019)

* * *

УДК 69.04

А. С. Васильев, В. П. Назарова**ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПУСТОТНЫХ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПРИ УСИЛЕНИИ
НАРАЩИВАНИЕМ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ**

В настоящее время существует множество научных работ, являющих своей целью исследование напряжённо-деформированного состояния железобетонных конструкций, в частности, плит перекрытий. Как выяснилось, не все аспекты теорий и методов расчёта исследованы достаточно полно и хорошо, в связи с этим и возникает необходимость в исследовании влияния представления формы поперечного сечения усиленных пустотных плит на результаты их расчётов. В работе выполнено численное исследование несущей способности и деформируемости усиленных пустотных плит при разрушающих эксплуатационных нагрузках. Моделирование и расчёты выполнялись в программном комплексе ANSYS. На различных стадиях напряжённо-деформированного состояния, в упругой зоне, а также при появлении пластического шарнира выявлены отклонения в напряжениях по высоте сечения усиленных плит.

Ключевые слова: математическое моделирование; численное исследование; усиление; железобетонные конструкции; пустотная плита; напряжённо-деформированное состояние; прогиб; тавровая балка.

Введение

В строительстве для перекрытия между этажами широко применяют пустотные плиты, т. к. их небольшой вес даёт возможность увеличивать их длину для перекрытия больших пролётов. В этом и заключается основное преимущество пустотных плит, в сравнении с обычными. Необходимость усиления пустотных плит может быть обусловлена рядом причин. Довольно распространёнными причинами являются: увеличение нагрузок на несущие элементы в результате замены, усилением вышерасположенных конструкций (перестройка помещений, надстройка зданий); модернизация технологического оборудования в реконструируемом здании, технологических процессов.

Существуют различные методы усиления железобетонных плит, что позволяет выбрать из многообразия необходимый вариант конкретного усиления. В данной работе рассматриваются плиты, усиленные дополнительным наращиванием сечения (набетонка).

Васильев Алексей Сергеевич — кандидат технических наук, доцент кафедры технических дисциплин (Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема, Биробиджан); e-mail: vasil-grunt@mail.ru.

Назарова Вероника Павловна — студент (Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема, Биробиджан); e-mail: student.nika1661@mail.ru.

© Васильев А. С., Назарова В. П., 2019

Для аналитического расчёта пустотная плита была представлена в форме тавровой балки с уменьшением ширины сечения на сумму диаметров каждого пустотного отверстия в плите. В ПК ANSYS плита моделируется как в естественной форме, так и в упрощённой, в форме тавра [4], [5], [12]. Отметим, что представление пустотных плит в форме тавровой балки применяется, например, в ПК ЛИРА — известной программе для расчёта строительных конструкций на основе метода конечных элементов. Важный вопрос — насколько целесообразно представлять таким способом пустотные плиты при расчёте и насколько велико будет отклонение. Приблизительная разрушающая нагрузка устанавливалась в результате аналитического расчёта с использованием нормативной документации [3], [7], [8].

Анализом напряжённо-деформированного состояния пустотных железобетонных плит занималось множество авторов. Семенюк С. Д., Шаховская Г. С. анализируют «Прочность нормальных сечений многопустотных железобетонных плит, усиленных созданием неразрезности», результатом анализа является исследование несущей способности многопустотных железобетонных плит, усиленных созданием неразрезности, по сжатой зоне сечения и по растянутой арматуре. После создания неразрезности выделяется три зоны усиленных конструкций, для которых в общем виде и конкретизированном приводится расчёт прочности нормальных сечений усиленных плит [9].

Сербиновский А. В., Пиневич С. С., Сербиновский П. А., Песоцкий Е. А. исследуют тему «Достоинства и недостатки различных вариантов усиления многопустотных железобетонных плит», приведены варианты усиления нормальных сечений и опорных зон многопустотных железобетонных плит. Анализ достоинств и недостатков конструкций усиления, обеспечивающих безопасную эксплуатацию, произведён исходя из технической целесообразности и экономичности [10].

Сербиновский П. А., Сербиновский А. В., Маилян Д. Р. ставят вопрос об усилении многопустотных железобетонных плит в статье «Новые конструкции усиления многопустотных железобетонных плит», ответом на вопрос являются приведённые варианты усиления железобетонных многопустотных плит. Сущность предлагаемых решений заключается в установке стержня в паз, располагающийся ниже пустоты плиты. Рассмотрены области рационального использования, а также конструкция и технология изготовления данных вариантов усиления [11].

Курочка К. С. рассматривает метод численного решения в статье «Метод численного решения краевых задач нелинейной теории упругости», автор предлагает итерационный метод решения краевых задач нелинейной теории упругости, проведён сравнительный анализ наиболее часто используемых методов решения краевых задач нелинейной теории упругости на основании метода конечных элементов на примере решения задачи о нахождении деформаций фрагмента перекрытия, со-

стоящего из армированных многопустотных плит под действием вертикальной равномерно-распределённой нагрузки. Результаты расчётов сравниваются с экспериментальными данными [6].

Зулпуев А. М., Бактыгулов К. выполнили «Расчёт на прочность сборных железобетонных плит перекрытий, опёртых по контуру», в статье рассмотрены следующие вопросы: расчёт на несущую способность по методу предельного равновесия сборных железобетонных плит перекрытий, опёртых по контуру многоэтажных зданий; установление механизма их разрушения от воздействия внешних нагрузок [2].

Габрусенко В. В. изучал тему «Усиление многопустотных плит перекрытия, ослабленных технологическими отверстиями», как известно, в строительстве стали проблемой повреждения многопустотных междуэтажных плит перекрытия в результате прокладки вертикальных коммуникаций. Однако на практике бетон чаще всего не просверливают, а пробивают перфоратором. В таком случае, даже при сохранении целостности арматуры, неизбежным становится явление лучеобразного расхождения трещин вокруг устроенного отверстия. В результате зона повреждения бетона значительно увеличивается вместе с риском поражения арматуры коррозией, особенно в условиях повышенной влажности. В данной статье на реальном примере рассчитано усиление данного вида проблемы [1].

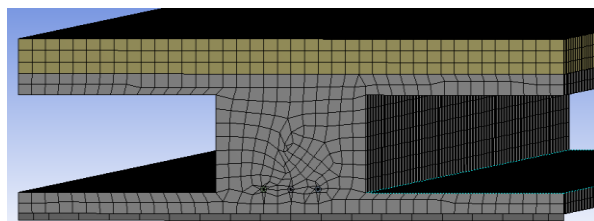
Методы исследования

Проектирование плит выполнялось в модуле программы ANSYS Design Modeller. Затем осуществлялся расчёт в ANSYS Mechanical. Для железобетона использовался конечный элемент Solid 65, позволяющий выполнять нелинейные расчёты с учётом модели разрушения Willam-Warnke. Для отображения трещин была добавлена пользовательская функция в форме деформационного критерия Базанта, позволяющего учитывать трещинообразование в плитах и визуализировать этот процесс средствами ANSYS. Также по краям были смоделированы опоры, на которых держится плита. Конечно-элементная сетка использовала КЭ в форме гексаэдра с максимальным размером 20 мм, показана на рисунке 1. Распределённая нагрузка, действующая на плиту, была приблизительно получена из аналитических расчётов. В результате выполнялось нагружение плит фиксированной нагрузкой. На первом шаге приложения разрушающей нагрузки образовывался пластический шарнир, происходило смещение нейтральной оси в сжатую зону и перераспределение усилий внутри плиты, обусловленное ползучестью бетона. На следующем шаге происходило непосредственно разрушение, обусловленное превышением предела текучести в арматуре и разрушением плиты.

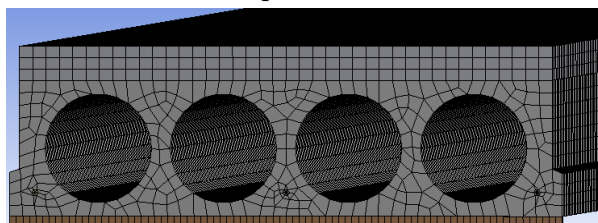
Для исследования взята пустотная плита (по типу ПБ 41-9-8) со следующими характеристиками: номинальные размеры плиты в плане — $0,8 \times 4$ м ($L = 4000$ мм, $b = 800$ мм); высота $h = 200$ мм; бетон тяжёлый, под-

вергнутый тепловой обработке, класса В25 ($R_{b1} = 14,5$ МПа, $R_{bt1} = 1,05$ МПа, $E_{b1} = 3 \cdot 10^4$ МПа); рабочая продольная арматура А-400 ($R_s = 365$ МПа, $E_s = 2 \cdot 10^5$ МПа) стержневая 3 штуки диаметром 18 мм ($R_s = 365$ МПа). Дискретные модели плит представлены на рисунке 1. Данные об усилении: наращивание бетона толщиной 50 мм на верхней части плиты. Характеристики: бетон класса В30 ($R_{b2} = 17$ МПа, $R_{bt2} = 1,15$ МПа, $E_{b2} = 33 \cdot 10^4$ МПа).

Смоделированную плиту в форме тавра с наращиванием дополнительного сечения будем называть образцом 2.1, плиту в естественной форме – образцом 2.2.



образец 2.1



образец 2.2

Рис. 1. Дискретные модели сечения пустотных плит, усиленных дополнительным наращиванием сечения, в форме двутавра (образец 2.1) и в естественной форме (образец 2.2)

Исследование плит, усиленных наращиванием сечения при разрушающих нагрузках

Ниже представлены результаты расчётов усиленных железобетонных плит в форме двутавра и в естественной форме и сопоставление полученных результатов.

Из рисунка 2 образец 2.1 имеет прогиб 14,1 мм, образец 2.2 – 14,0 мм. Отклонение прогиба составляет 0,7 %, за эталон взята плита в естественной форме.

На рисунке 3 образец 2.1 имеет максимальные напряжения в арматуре 366 МПа, образец 2.2 – 368 МПа. Отклонение максимального напряжения арматуры составляет 0,5 %, при этом за эталон взята плита в естественной форме.

Численное исследование выполнялось в ПК ANSYS. Разрушающая нагрузка для плиты, усиленной наращиванием сечения, составляет 30 кН, делим её на грузовую площадь плиты, получая значение 9,375 кН/м².

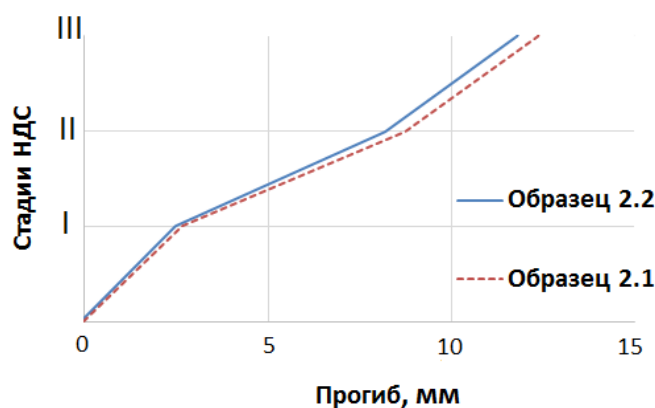


Рис. 2. Сопоставление прогибов образцов 2.2 и 2.1

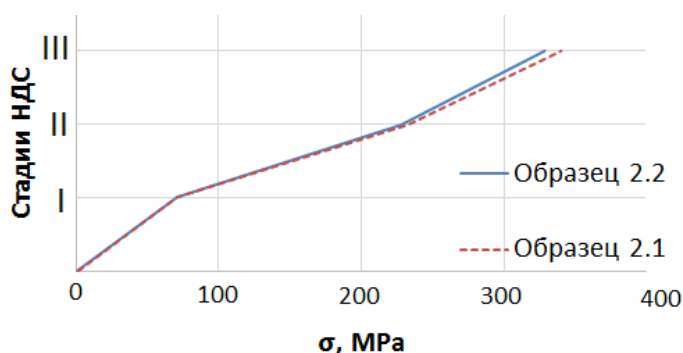


Рис. 3. Сопоставление напряжения в арматуре образцов 2.2 и 2.1 на стадиях НДС

Сопоставление нормальных напряжений в середине сечения по высоте плиты для образцов 2.2 и 2.1 на 2-ой и 3-ей стадии НДС показаны на рисунке 4. Как показано на графиках рисунка 4а, распределения напряжения по высоте сечения плиты на 2-ой стадии для образца 2.2 составили около 0,65 МПа при растяжении и -0,94 МПа при сжатии волокон, для образца 1.1 составили около 0,95 МПа при растяжении и -0,98 МПа при сжатии волокон. На рисунке 4б показаны распределения напряжения по высоте сечения плиты на 3-ей стадии, для образца 2.2 составили около 0,63 МПа при растяжении и -0,89 МПа при сжатии волокон, для образца 1.1 составили около 0,66 МПа при растяжении и -0,90 МПа при сжатии волокон. Разрушение произойдёт быстрее в образце 2.1, из-за наибольших напряжений.

На рисунке 5 показан максимальный прогиб плиты образца 2.2. Значение максимального прогиба для образца 2.2 составило 14,02 мм, для образца 2.1 составило 14,11 мм. Отклонение прогиба образца 2.2 от образца 2.1 составляет 0,6 %, за эталон взят образец 2.2.

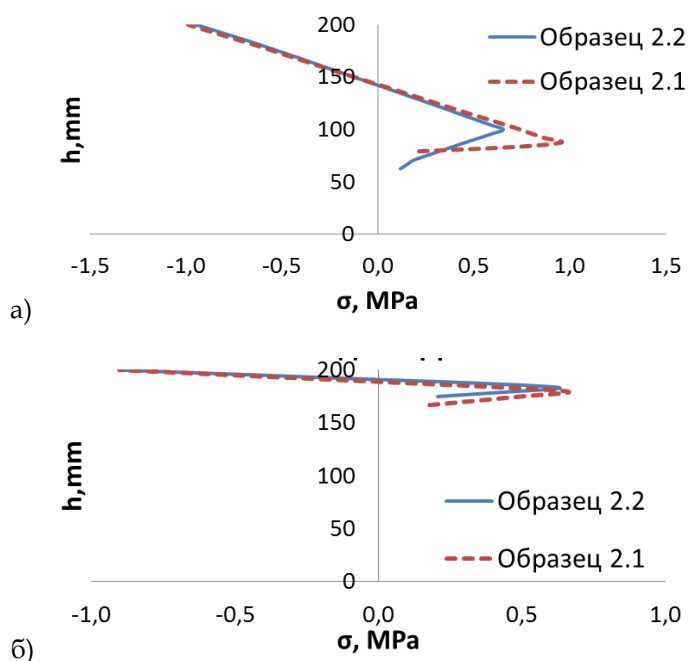


Рис. 4. Сопоставление нормальных напряжений по высоте сечения для образцов 2.2 и 2.1:
а) на второй стадии НДС; б) на третьей стадии НДС

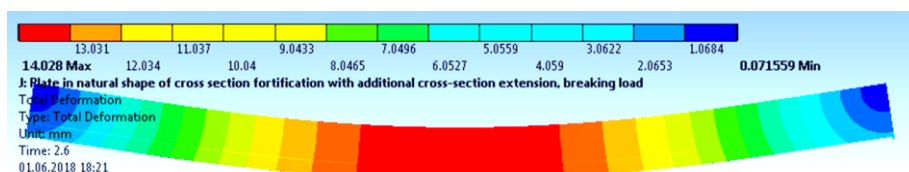


Рис. 5. Максимальный прогиб образца 2.2

На рисунке 6 показаны напряжения в арматурных стержнях образца 2.2 на 3-ей стадии НДС. Наибольшие напряжения 368 МПа имеет образец 2.1. Отклонение напряжения в арматуре образца 2.2 от образца 2.1 составляет 0,6 %, за эталон взят образец 2.2.

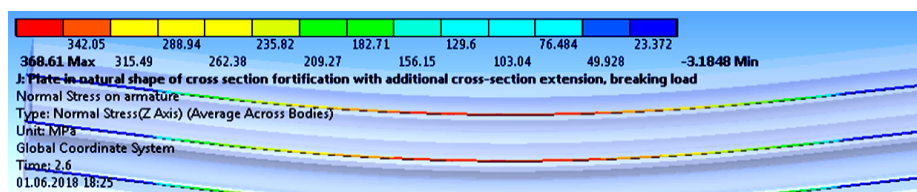


Рис. 6. Максимальные напряжения в арматурных стержнях образца 2.2 перед разрушением

Аналитический расчёт

Определим высоту сжатой зоны по (1), предполагая, что нейтральная ось находится в пределах толщины нового бетона x_1 , мм:

$$x_1 = \frac{R_s \cdot A_s}{R_{b1} \cdot \gamma_{b1} \cdot b_f'} \quad (1)$$

$$x_1 = \frac{365 \cdot 235,5}{17,0 \cdot 800 \cdot 0,9} = 7,02.$$

Рассчитаем толщину набетонки с учётом её догружающего действия из выражения по (2) $h_{0,red}$, мм:

$$h_{0,red} = h_0 - a \quad (2)$$

$$h_{0,red} = 250 - 35 = 215$$

Относительная высота сжатой зоны сечения определяется по (3) ξ :

$$\xi = \frac{7,02}{215} = 0,032. \quad (3)$$

Выполняется условие (4):

$$\xi = 0,032 < \xi_R = 0,525. \quad (4)$$

Несущая способность нормального сечения определяется по (5) M , кНм:

$$M = \alpha_m \cdot R_{b2} \cdot \gamma_{b1} \cdot b \cdot h_{0,red}^2 \quad (5)$$

$$M = 0,030 \cdot 17,0 \cdot 10^3 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,215^2 = 16,97$$

Определение нагрузки, действующей на плиту по (6), кН

$$q = \frac{16,97 \cdot 8}{4^2} = 8,4 \quad (6)$$

Перевод разрушающей нагрузки в погонную по (7), кН/м²

$$q_n = \frac{8,4}{0,8} = 10,6 \quad (7)$$

Аналитический расчёт момента трещинообразования

Момент инерции сечения полки бетона определяется по (8), мм⁴:

$$I_{\text{пр1}} = \frac{0,8 \cdot 0,03^3}{12} = 1,8 \cdot 10^{-6} \quad (8)$$

Площадь полки бетона определяется по (9) $A_{\text{пр1}}$, мм²:

$$A_{\text{пр1}} = 0,8 \cdot 0,03 = 0,024 \quad (9)$$

Момент инерции полки бетона определяется по (10), мм:

$$I_1 = 1,8 \cdot 10^{-6} + 0,085^2 \cdot 0,024 = 1,752 \cdot 10^{-4} \quad (10)$$

Площадь ребра бетона определяется по (11) $A_{\text{пр2}}$, мм²:

$$A_{\text{пр2}} = 0,22 \cdot 0,14 = 0,031 \quad (11)$$

Момент инерции сечения ребра бетона определяется по (12), м⁴:

$$I_{\text{пр2}} = \frac{0,22 \cdot 0,14^3}{12} = 5,031 \cdot 10^{-5} \quad (12)$$

Приведённый момент инерции всего сечения определяется по (13), м⁴:

$$I = 2 \cdot 8,82 \cdot 10^{-5} + 6,95 \cdot 10^{-5} = 4,00 \cdot 10^{-4} \quad (13)$$

Момент инерции арматуры определяется по (14), м⁴:

$$I_{\text{арм}} = \frac{3,14 \cdot 0,01^4}{64} \cdot 3 = 1,47 \cdot 10^{-9} \quad (14)$$

Площадь арматуры определяется по (15), м:

$$A_{\text{арм}} = 3 \cdot 3,14 \cdot 0,005^2 = 2,35 \cdot 10^{-4} \quad (15)$$

Приведённый момент инерции арматуры всего сечения определяется по (16), м⁴:

$$I_s = 1,4 \cdot 10^{-9} + 0,065^2 \cdot 2,35 \cdot 10^{-4} = 9,97 \cdot 10^{-6} \quad (16)$$

Момент инерции полки бетона определяется по (12), мм:

$$I_b = 1,47 \cdot 10^{-9} + 0,125^2 \cdot 2,35 \cdot 10^{-4} = 3,68 \cdot 10^{-6}$$

Коэффициент приведения арматуры к бетону определяется по (17):

$$a_2 = \frac{E_{b2}}{E_{b1}} \quad (17)$$

$$a_2 = \frac{32,5 \cdot 10^9}{3,0 \cdot 10^{10}} = 1,083$$

Момент инерции приведённого сечения относительно его центра тяжести, определяемый по (18), м⁴:

$$I_{red} = I + I_s \cdot a + I_b \cdot a_2 \quad (18)$$

$$I_{red} = 4,5 \cdot 10^{-4} + 1,91 \cdot 10^{-6} \cdot 0,667 + 3,68 \cdot 10^{-6} \cdot 1,083 = 4,018 \cdot 10^{-4}$$

Момент сопротивления, определяемый по (19):

$$W = \frac{4,018 \cdot 10^{-4}}{0,1} = 4,08 \cdot 10^{-3} \quad (19)$$

Момент образования трещин, определяемый по (20), Н/м:

$$M_{crc} = 1,75 \cdot 10^6 \cdot 4,08 \cdot 10^{-3} = 7,031 \cdot 10^3 \quad (20)$$

Нагрузка трещинообразования, определяемая по (21), Н/м:

$$q = \frac{7,031 \cdot 10^3 \cdot 8}{16^2} = 3,51 \cdot 10^3 \quad (21)$$

Нагрузка трещинообразования, переведённая в погонную, определяемая по (22), кН/м²:

$$q_{п} = \frac{3,51 \cdot 10^3}{0,8} = 4,4 \quad (22)$$

Заключение

1. Исследование прогибов усиленных пустотных плит от разрушающей нагрузки, рассчитанных в ПК ANSYS для пустотной плиты в натуральной форме и в форме тавра, а также аналитические расчёты показали, что результат прогибов плиты в той или иной форме различен. Отклонение расчёта прогибов в ANSYS натуральной плиты от расчёта ANSYS плиты в форме тавра для плиты, усиленной наращением сечения, составило 0,7 %. Это значит, что в действительности плита, представляемая в естественной форме для расчётов, более жёсткая, чем представленная в форме двутавра.

2. Отклонения напряжения в арматуре расчёта в ANSYS натуральной пустотной плиты от расчёта в ANSYS плиты в форме тавра для плиты, усиленной наращением сечения, составило 0,6 %.

3. Напряжения в бетоне на разных стадиях также больше в плите в форме двутавра в среднем на 10 %. Это значит, что прочностные характеристики плиты при представлении её в естественной форме немного выше.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Габрусенко В. В., Конов В. С. Усиление пустотных плит, ослабленных отверстиями // Проектирование и строительство в Сибири. 2007. № 1 (37). С. 13 – 15.
2. Зултуев А. М., Бактыгулов К. Расчёт на прочность сборных железобетонных плит перекрытий, опёртых по контуру // Территория науки. 2016. № 1 С. 63 – 68.
3. Климов С. В., Юрина Т. В., Бугаев С. Л. Проектирование и расчёт железобетонных многпустотных плит перекрытий. Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008. 79 с.
4. Клованич С. Ф., Безушко Д. И. Метод конечных элементов в расчётах пространственных железобетонных конструкций. Одесса: Изд-во ОНМУ, 2009. 89 с.
5. Клованич С. Ф., Мироненко И. Н. Метод конечных элементов в механике железобетона. Одесса: [б. и.], 2007. 111 с.
6. Курочка К. С. Метод численного решения краевых задач нелинейной теории упругости // Вестник Гомельского государственного технического университета им. П. О. Сухого. 2005. № 1(26). С. 49 – 57.
7. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжёлого бетона без предварительного напряжения арматуры (к СП 52-101-2003) / ЦНИИПромзданий, НИИЖБ. М.: ОАО ЦНИИПромзданий, 2005. 214 с.
8. Рекомендации по усилению и ремонту строительных конструкций инженерных сооружений / под рук. А. М. Туголукова. М.: ЦНИИ промзданий, 1997. 178 с.
9. Семенюк С. Д., Шаховская Г. С. Прочность нормальных сечений многпустотных железобетонных плит, усиленных созданием неразрезности // Вестник Белорусско-Российского университета. 2009. № 2 (23). С. 158 – 166.
10. Сербиновский А. В. Достоинства и недостатки различных вариантов усиления многпустотных железобетонных плит [Электронный ресурс] / А. В. Сербиновский, С. С. Пиневиц, Е. А. Сербиновский, Е. А. Песоцкий // Инженерный вестник Дона. 2015. № 1-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dostoinstva-i-nedostatki-razlichnyh-variantov-usileniya-mnogopustotnyh-zhelezobetonnyh-plit> (дата обращения: 01.02.2019).
11. Сербиновский А. В., Сербиновский А. В., Маляян Д. Р. Новые конструкции усиления многпустотных железобетонных плит [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. 2015. № 4-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/novye-konstruktsii-usileniya-mnogopustotnyh-zhelezobetonnyh-plit> (дата обращения: 01.02.2019).
12. Lee H. H. Finite Element Simulations with ANSYS Workbench 14. Theory, Applications, Case Studies. SDC Publications, 2012. 608 p. URL: <https://www.sdcpublications.com/Textbooks/Finite-Element-Simulations-ANSYS-Workbench/> ISBN/978-1-58503-725-4/

* * *

Vasilyev Alexey S., Nazarova Veronica P.
NUMERICAL INVESTIGATION OF HOLLOW CONCRETE SLABS WITH
THE STRENGTHENING OF THE CAPACITY OF THE ADDITIONAL SECTION
 (Sholom-Aleichem Priamursky State University, Birobidzhan)

Currently, there are many scientific papers, which aim to study the stress — strain state of reinforced concrete structures, in particular floor slabs. The performed literary review of scientific works allowed to

study the works of interest more specifically. As it turned out, not all aspects of theories and methods of calculation have been thoroughly and well studied, and therefore it is necessary to study the influence of the representation of the cross-sectional shape of reinforced hollow plates on the results of their calculations. In the work, a numerical study of the carrying capacity and deformability of reinforced hollow plates under destructive operating loads was performed. Simulation and calculations were performed in the ANSYS software package. At various stages of the stress-strain state, in the elastic zone, as well as with the appearance of a plastic hinge, deviations in stresses along the height of the cross section of reinforced plates were revealed.

Keywords: mathematical modeling; numerical research; strengthening; reinforced concrete structures; hollow plate; stress-strain state; deflection; t-beam.

REFERENCES

1. Gabrusenko V. V., Konov V. S. Reinforcement of hollow plates weakened by holes [Usilenie pustotnykh плит, oslablennykh otverstiiami], *Proektirovanie i stroitelstvo v Sibiri*, 2007, no. 1 (37), pp. 13 – 15.
2. Zulpuev A. M., Baktygulov K. The calculation of the strength of precast concrete floor slabs, simply supported on the contour [Raschet na prochnost sbornyykh zhelezobetonnykh плит perekrytii, opertykh po konturu], *Territoria nauki*, 2016, no. 1, pp. 63 – 68.
3. Klimov S. V., Yurina T. V., Bugaev S. L. *Proektirovanie i raschjot zhelezobetonnykh mnogopustotnykh плит perekrytij* (Design and analysis of reinforced concrete hollow-core slabs), Perm, 2008. 79 p.
4. Klovanič S. F., Bezushko D. I. *Metod konechnykh jelementov v raschjotah prostranstvennykh zhelezobetonnykh konstrukcij* (The finite element Method in the calculations of spatial concrete structures), Odessa, 2009. 89 p.
5. Klovanič S. F., Mironenko I. N. *Metod konechnykh jelementov v mehanike zhelezobetona* (Finite element Method in mechanics of reinforced concrete), Odessa, 2007. 111 p.
6. Kurochka K. S. Method of numerical solution of boundary value problems of non-linear theory of elasticity [Metod chislenogo reshenia kraevykh zadach nelineinoi teorii uprugosti], *Vestnik Gomelskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. P. O. Sukhogo*, 2005, no. 1 (26), pp. 49 – 57.
7. *Posobie po proektirovaniju betonnykh i zhelezobetonnykh konstrukcij iz tjazhjologo betona bez predvaritel'nogo naprjazhenija armatury (k SP 52-101-2003)* (Manual for the design of concrete and reinforced concrete structures of heavy concrete without prestressing reinforcement (SP 52-101-2003)), Moscow, 2005. 214 p. (In Russ.).
8. Tugolukova A. M. (ed.) *Rekomendacii po usileniju i remontu stroitel'nykh konstrukcij inzhenernykh sooruzhenij* (Recommendations for strengthening and repair of building structures of engineering structures), Moscow, 1997. 178 p.
9. Semeniuk S. D., Shakhovskaia G. S. Strength of normal cross-sections of multi-hollow reinforced concrete slabs, reinforced by the creation of indissolubility [Prochnost normalnykh sechenii mnogopustotnykh zhelezobetonnykh плит, usilennykh sozdaniem nerazreznosti], *Vestnik Belorussko-Rossiiskogo universiteta*, 2009, no. 2 (23), pp. 158 – 166.
10. Serbinovskij A. V., Pinevich S. S., Serbinovskij E. A., Pesockij E. A. Advantages and disadvantages of the various options of reinforcement hollow-core concrete slabs [Dostoinstva i nedostatki razlichnykh variantov usilenija mnogopustotnykh zhelezobetonnykh плит], *Inzhenernyj vestnik Dona*, 2015, no. 1-1. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/dostoinstva-i-nedostatki-razlichnykh-variantov-usileniya-mnogopustotnykh-zhelezobetonnykh-plit> (accessed 1 February 2019).

11. Serbinovskij A. V., Serbinovskij A. V., Mailjan D. R. A New design for the amplification of hollow-core concrete slabs [Novye konstrukcii usilenija mnogopustotnyh zhelezobetonnyh plit], *Inzhenernyj vestnik Dona*, 2015, no. 4-1. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/novye-konstruktsii-usileniya-mnogopustotnyh-zhelezobetonnyh-plit> (accessed 1 February 2019).
12. Lee H. H. *Finite Element Simulations with ANSYS Workbench 14. Theory, Applications, Case Studies*. SDC Publications, 2012. 608 p. Available at: <https://www.sdcpublications.com/Textbooks/Finite-Element-Simulations-ANSYS-Workbench/ISBN/978-1-58503-725-4/> (accessed 1 February 2019)

* * *

УДК 631.354.2

М. В. Канделя, В. П. Назарова

КОНСТРУКЦИИ КЛИНОРЕМЕННЫХ ПЕРЕДАЧ УБОРОЧНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

В статье рассмотрены запатентованные конструкции клиноременных вариаторов для передачи больших крутящих моментов как для выполнения технологических процессов обмолота всей биологической массы зерновых культур, так и для осуществления передвижения машин в тяжёлых почвенно-климатических условиях.

Ключевые слова: передаточное отношение, диапазон регулирования, бесступенчатое изменение, крутящий момент, клиновой ремень, шкивы.

В сельскохозяйственном машиностроении широко применяются клиноременные вариаторы, позволяющие передавать крутящий момент и плавно менять передаточное отношение. Так, к примеру, гусеничный рисозерноуборочный комбайн «Енисей-1200Р» (фото 1) имеет 4 вариаторных узла.



Фото 1.

Канделя Михаил Васильевич — кандидат технических наук, профессор (Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема, Биробиджан); e-mail: kandelya79@mail.ru.

Назарова Вероника Павловна — студент (Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема, Биробиджан); e-mail: student.nika1661@mail.ru.

© Канделя М. В., Назарова В. П., 2019

Вариатор мотовила (рис. 1) обеспечивает бесступенчатое изменение частоты вращения мотовила [3].

Для выделения зерна из всей биологической массы зерновых культур в современных комбайнах используются разного типа барабаны: бильные, штифтовые.

Механизм регулировки обеспечивает изменения частоты вращения барабана в пределах 500 – 1250 мин.⁻¹.

Привод барабанов осуществляется от главного контрпривода через гидрофицированный клиноремонтный вариатор (рис. 2) [2].

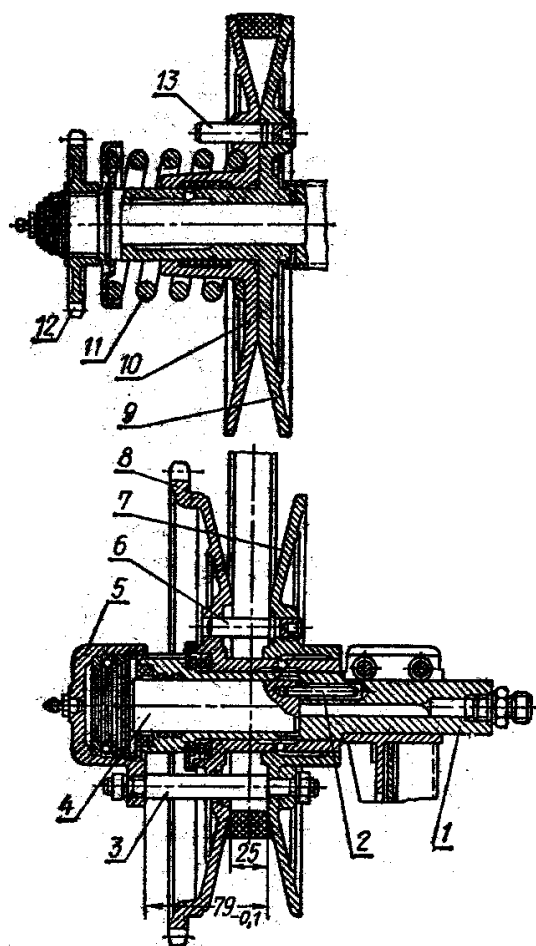


Рис. 1. Вариатор частоты вращения мотовила: 1 – гидроцилиндр;
2 и 3 – шпильки; 4 – плунжер; 5 – крестовина; 6 и 13 – пальцы;
7 и 10 – подвижные диски; 8 и 9 – неподвижные диски;
11 – пружина; 12 – звёздочка

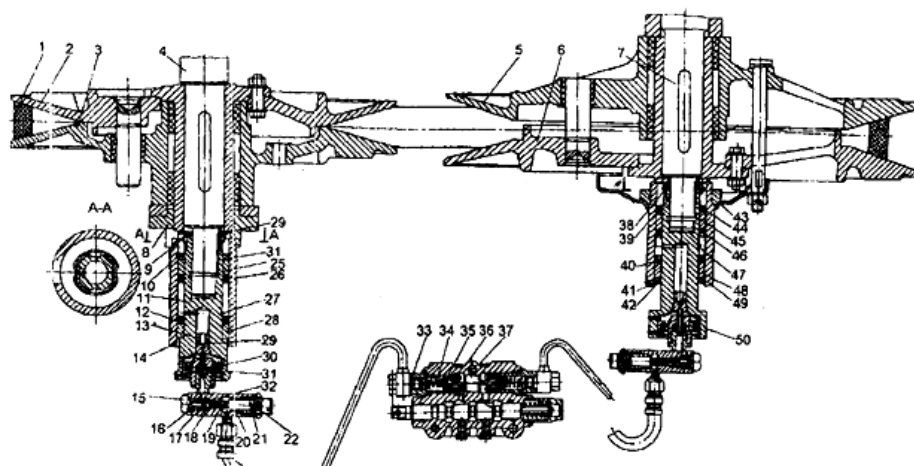


Рис. 2. Гидрофицированный вариатор барабана: 1 — ремень;
2 — диск малый неподвижный; 3 — диск малый подвижный; 4 — вал барабана;
5 — диск большой неподвижный; 6 — диск большой неподвижный;
7 — вал главного контрпривода; 8, 13, 25, 28, 45, 48 — втулки; 9, 24, 38 — шайбы замковые;
10, 41, 44 — кольца стопорные; 11, 19, 50 — штоки; 32, 26, 31, 40, 46 — манжеты;
14, 49 — гильзы; 15 — пробка; 16, 20, 29, 30, 32, 33, 35, 36 — кольца уплотнительные;
17, 22 — пружины; 18, 23, 39, 42 — шайбы; 21 — винт; 27, 47 — кольца;
34 — клапан запорный; 37 — шток; 43 — тарелка; 51 — поршень; 52 — болт

Для очистки зернового вороха воздушным потоком применяется вариатор вентилятора (рис. 3).

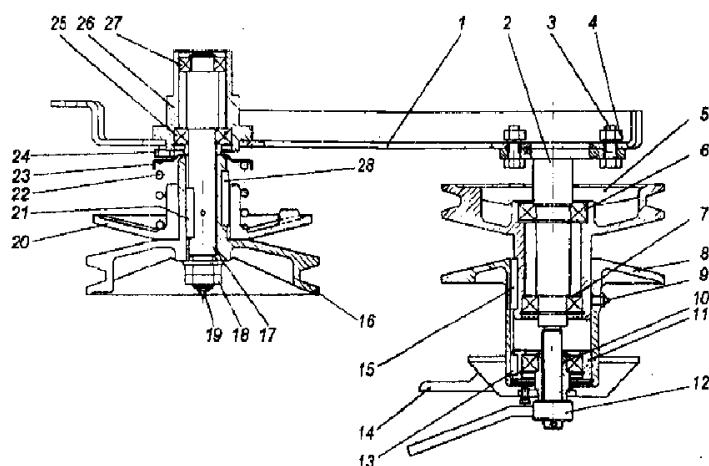


Рис. 3. Вариатор вентилятора: 1 — плита; 2 — ось; 3, 24 — болты; 4 — гайка;
5 — диск неподвижный ведущего блока; 6, 7, 25, 27 — шарикоподшипники;
8 — диск подвижный ведущего блока; 9, 19 — маслѐнки; 10 — резьбовая втулка;
11 — подшипниковый узел; 12 — стопорная гайка; 13, 15, 21 и 28 — шпонки призматические;
14 — штурвал; 16 — диск подвижный ведомого блока; 22 — пружина;
23 — шайба; 26 — корпус

С целью увеличения передаваемой мощности для осуществления передвижения комбайна в сложных почво-климатических условиях был разработан и запатентован многоручьевой клиноременный вариатор (рис. 4).

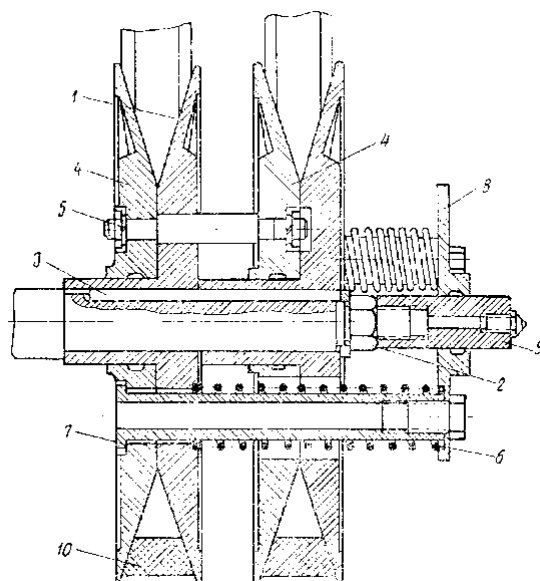


Рис. 4. Многоручьевой клиноременный вариатор

Известны многоручьевые шкивы клиноременных вариаторов, содержащие закреплённые на валу диски, а также подвижные диски, жёстко связанные между собой и установленные с возможностью осевого перемещения, размещённую на валу шайбу, взаимодействующую с ней упругое устройство и расположенные равномерно по окружности шпильки, соединяющие эту шайбу и наиболее удалённый от неё диск и проходящие через отверстия остальных дисков.

Предлагаемый шкив отличается тем, что упругое устройство выполнено в виде пружин, охватывающих шпильки, свободно расположенные в отверстиях всех дисков, кроме дисков, образующих наиболее удалённый от шайбы ручей и упирающихся в диск этого ручья, расположенный со стороны шайбы, причём подвижные диски соединены между собой при помощи дополнительных шпилек.

Такое выполнение шкива позволяет его использовать при передаче относительно больших мощностей.

На чертеже представлен продольный разрез предлагаемого шкива.

Шкив содержит неподвижные диски 1, которые при помощи шлицевого соединения и болта 2 закреплены на валу 3.

На ступицах неподвижных дисков уставлены подвижные диски 4, соединённые между собой шпильками 5. Пружины 6 удерживают под-

вижные диски 4 в левом крайнем положении, а ремни 10 на максимальном диаметре.

Работа шкива осуществляется следующим образом.

При переходе ремней на меньший диаметр перемещаются подвижные диски 4, сжимая пружины. Для совместного перемещения подвижных дисков 1 подвижные диски соединены между собой шпильками 5, проходящими через отверстия неподвижных дисков. Шпильки 7 одним концом закреплены в крайнем неподвижном диске 1, а вторым — в шайбе 8 [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Многоручьеvой шкив клиноремного вариатора: авторское свидетельство 394613 СССР; МПК F16h 55/32 / А. А. Унтеvский, Ю. В. Козаченко, М. В. Канделя, В. И. Смирнов. № 1479292/25-27; заявл. 28.09.1970; опубл. 22.08.1973, Бюл. № 34. 2 с.
2. Самоходный зерноуборочный комбайн «Енисей-1200М» и его модификации. Техническое описание и инструкция по эксплуатации / сост. Е. В. Ружицкий. Красноярск: ОАО ПО КЗК; ГОСНИТИ СФ, 2003. 275 с.
3. Труханович Г. В. Универсальная бесступенчатая передача // Изобретатель. 2010. № 5-6. С. 22 — 27.

* * *

Kandelya Mikhail V., Nazarova Veronika P.
DESIGNS OF V-BELT TRANSMISSION
OF HARVESTING AND TRANSPORT MACHINERY
 (Sholom-Aleichem priamursky State University, Birobidzhan)

The article describes the patented design of V-belt variators for the transmission of large torques as to perform the technological processes of threshing the entire biological mass of grain crops, and for the movement of machines in severe soil and climatic conditions.

Keywords: gear ratio, control range, the stepless change, torque, v-belt, pulleys.

REFERENCES

1. Antevski A. A., Kozachenko Yu. V., Candela M. V., Smirnov V. I. *Mnogoruch'evoy shkiy klinoremennogo variatora* (Multiple pulley V-belt variator), certificate of authorship 394613 SU, IPC F16h 55/32, publ. 08/22/1973, Bulletin No. 34. 2 p.
2. Ruzhitskiy E. V. *Samokhodnyy zernouborochnyy kombayn «Enisey-1200M» i ego modifikatsii. Tekhnicheskoe opisanie i instruktsiya po ekspluatatsii* (Self-propelled combine harvester "Yenisei 1200M" and its modifications. Technical description and instruction manual), Krasnoyarsk, 2003. 275 p.
3. Trukhanovich G. V. Universal stepless transmission [Universal'naya besstupenchataya peredacha], *Izobretatel'*, 2010, no. 5-6, pp. 22 — 27.

* * *

УДК 539.3

В. М. Козин, В. Л. Земляк

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВСПЛЫТИЯ ПОДВОДНЫХ СУДОВ В ЛЕДЯНОМ ПОКРОВЕ

Предложены устройства и методы для разрушения ледяного покрова, состоящие из подводного судна, снабжённого якорем, диаметр раскрытия лап которого должен быть больше длины рубки, обеспечивающим при помощи троса прикрепление судна ко льду, и балластными цистернами, заполнение которых забортной водой обеспечивает возникновение отрицательной силы плавучести, достаточной для разрушения ледяного покрова заданной толщины.

Ключевые слова: подводное судно, лёд, балластные цистерны.

Известно, что при традиционном методе всплытия подводного судна (ПС) ледяной покров разрушается его носовой оконечностью посредством создания дифферента на корму с последующим осушением балластных цистерн, т. е. с помощью возникающей положительной силы плавучести. Главным недостатком традиционного метода всплытия является ограничение толщины разрушаемого льда, которая зависит от объёма балластных цистерн ПС. Для повышения эффективности и безопасности всплытия ПС могут быть использованы различные решения.

При возникновении необходимости всплытия в сплошном льду судно 1 без хода прилепляются с дифферентом на корму ψ и начинают продувать балластные цистерны 2. Если их объём окажется недостаточным для разрушения ледяного покрова верхней палубой, то судно с помощью предварительно установленных в кормовой оконечности якоря 5, троса 6 и лебёдки прикрепляют ко льду. После выхода якоря из-под льда его лапы автоматически раскрываются, а слабина троса устраняется натяжным устройством 7. Периодическое натяжение и ослабление троса обеспечит килевую качку с размахом и частотой ψ_1 , равной частоте резонансных изгибно-гравитационных волн (ИГВ), и возбуждение в ледяном покрове 3 ИГВ максимальной амплитуды 8. При прохож-

Козин Виктор Михайлович — доктор технических наук, профессор (Институт машиноведения и металлургии ДВО РАН, Комсомольск-на-Амуре); e-mail: vellkom@list.ru.

Земляк Виталий Леонидович — кандидат физико-математических наук, доцент, проректор по научной работе и инновациям (Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема, Биробиджан); e-mail: vellkom@list.ru.

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда (проект № 16-19-10097).

© Козин В. М., Земляк В. Л., 2019

дении вершиной ИГВ 9 места контакта субмарины со льдом их сила взаимодействия уменьшится, а носовая оконечность начнёт приподниматься вслед за льдом, ПС получит вертикальное ускорение и скорость. Следующая за вершиной подошва ИГВ встретит на своём пути препятствие в виде перемещающейся по инерции вверх носовой оконечности судна. В результате к указанным выше нагрузкам добавится ударное взаимодействие подошвы ИГВ с носовой оконечностью судна. При этом размах качки должен обеспечивать безопасность осуществления способа, т. е. исключать возможность касания рубкой ледяного покрова и опасного уменьшения остойчивости судна (рис. 1) [2].

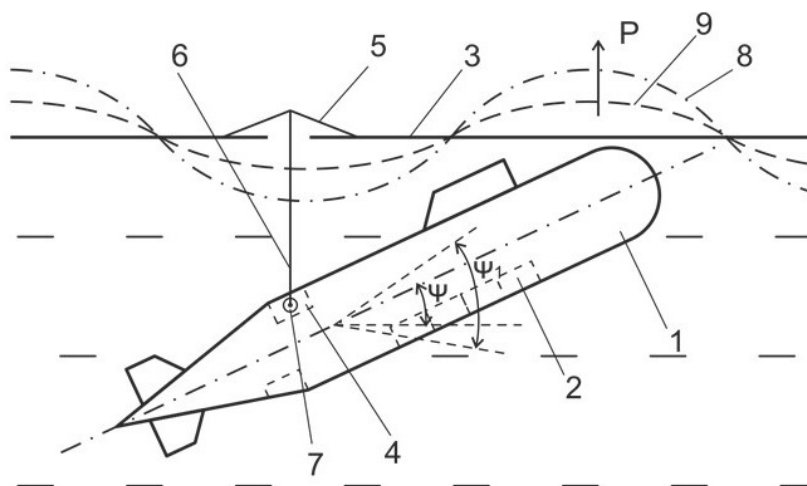


Рис. 1. Схема способа разрушения ледяного покрова
(патент на изобретение РФ № 2650292)

Выстреливаемый якорь может находиться в средней части ПС. Тогда при возникновении необходимости всплытия субмарина подвсплывает на безопасное заглубление H . После выхода якоря из-под льда 3 его лапы 4 раскрываются до диаметра d , который больше длины рубки l . Далее балластные цистерны 5 заполняют водой до тех пор, пока не произойдёт разрушение ледяного покрова под якорем за счёт натяжения якорного троса 6, которое возникает от создания отрицательной силы плавучести D . Точка крепления троса O совпадает с центром величины объёмного водоизмещения ПС C . Если создаваемое усилие недостаточно для разрушения ледяного покрова, то балластные цистерны начинают периодически наполнять и осушать с частотой, равной частоте резонансных ИГВ. В результате между нижней поверхностью ледяного покрова и верхней частью судна при перемещении субмарины вверх будет возникать область повышенного давления 7, а при перемещении вниз — область пониженного давления 8. Это приведёт к формированию верши-

ны 9 и подошвы 10 возбуждаемых ИГВ. В момент остановки погружения ПС в якорном тросе возникнет дополнительное к отрицательной силе плавучести D усилие P . В результате суммарная нагрузка на ледяной покров возрастёт (рис. 2) [3].

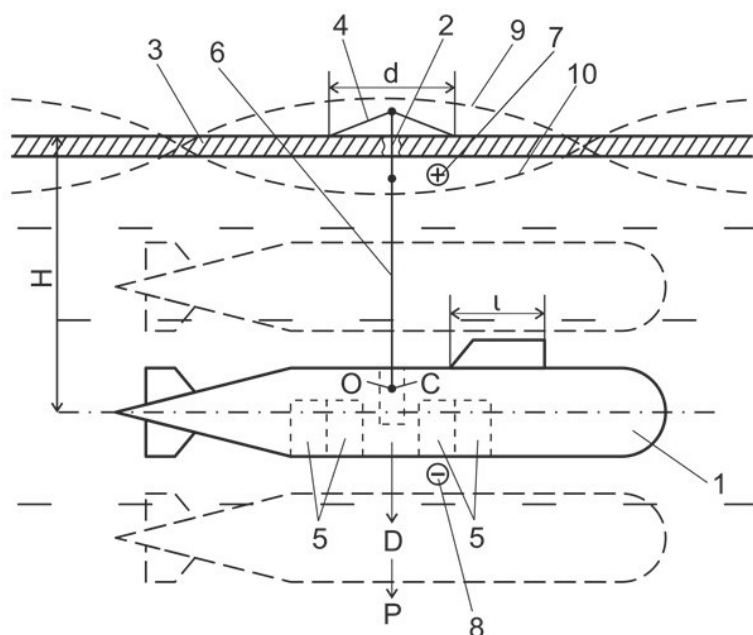


Рис. 2. Схема способа разрушения ледяного покрова
(патент на изобретение РФ № 2651329)

Для повышения эффективности разрушения льда на якорном тросе может быть установлен насос 7, при включении которого подо льдом возникнет область пониженного давления 8. Прогибы ледяного покрова возрастут, что увеличит изгибные напряжения и толщину разрушаемого льда при неизменной отрицательной силе плавучести D . Поскольку диаметр раскрытия якоря d больше длины рубки l , то при последующем всплытии судна из-под льда после осушения балластных цистерн в образовавшейся майне рубка будет взаимодействовать только с битым льдом, который не окажет значительного сопротивления при всплытии (рис. 3) [5].

Известно [1], что с уменьшением плотности воды (или объёмного веса воды) прогиб ледяного покрова под нагрузкой возрастает. В этом случае к якорному тросу может быть предварительно прикреплён планг 7, обеспечивающий подачу жидкости (эфира) 9, плотность которой меньше плотности забортной воды, в месте установки якоря. В результате прогиб ледяного покрова возрастёт, что увеличит изгибные напряжения во льду и толщину разрушаемого льда (рис. 4) [6].

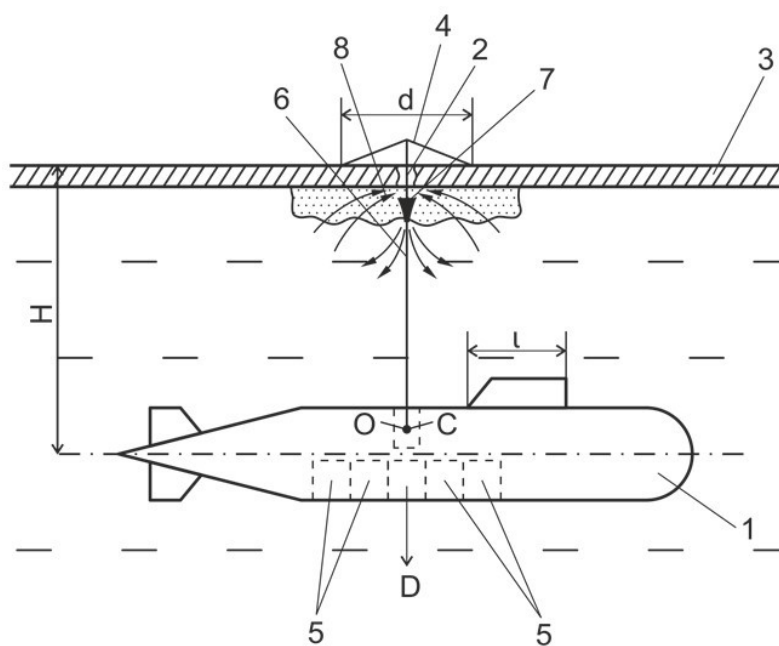


Рис. 3. Схема устройства для разрушения ледяного покрова
(патент на изобретение РФ № 2650290)

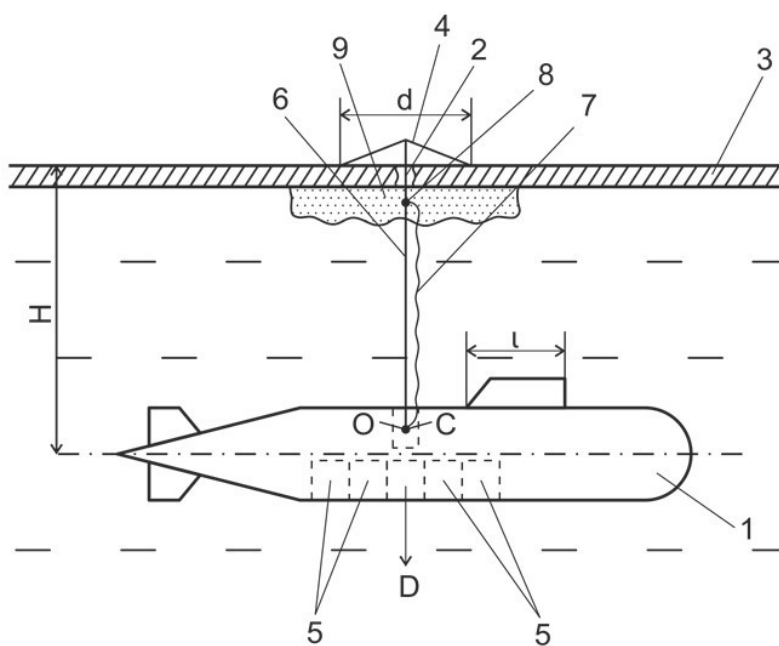


Рис. 4. Схема устройства для разрушения ледяного покрова
(патент на изобретение РФ № 2650291)

Для создания области с пониженной плотностью также может быть использован химический реагент 8 (например, карбид кальция), размещенный на якорном тросе в контейнере 7. При его взаимодействии с водой начнётся химическая реакция с выделением ацетилена и большого количества теплоты. В результате подо льдом в месте установки якоря возникнет область воды с меньшей плотностью (рис. 5) [9].

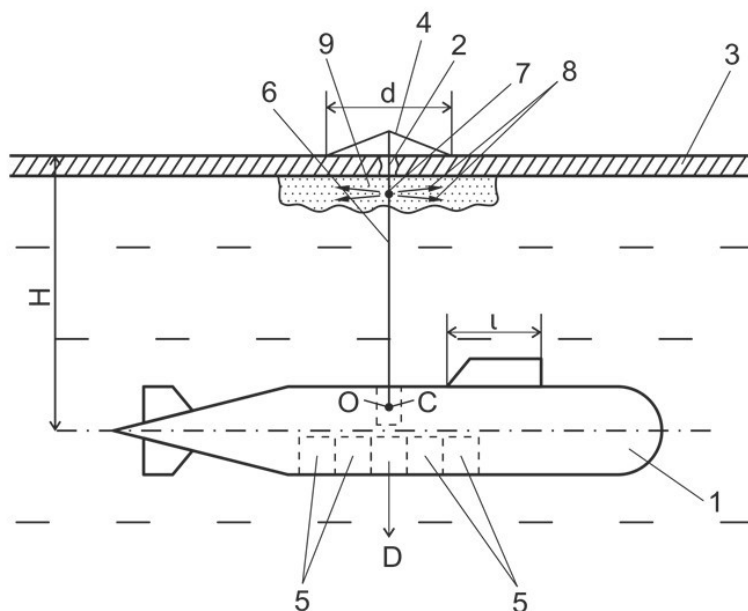


Рис. 5. Схема устройства для разрушения ледяного покрова
(патент на изобретение РФ № 2651324)

Если под место расположения якоря подать сжатый воздух по предварительно установленному на якорном тросе шлангу 8, подключенному к баллонам со сжатым воздухом 7, то возникнет воздушно-водяная область 9 (двухфазная среда), плотность которой будет меньше плотности воды, что приведёт к возрастанию прогибов льда (рис. 6) [8].

Для повышения эффективности разрушения льда на лапах якоря предварительно закрепляют прочную воздухонепроницаемую ткань 9, по краям которой устанавливают уплотняющий элемент, выполненный из легкодеформируемого материала. Под ткань, закреплённую на лапах якоря и имеющую на краях уплотнительный элемент, подают сжатый воздух. В результате в месте установки якоря на поверхности ледяного покрова возникнет купол, под который продолжают подавать воздух под давлением, величина которого, измеренная высотой водяного столба, должна быть больше суммы толщин ледяного и снежного покровов в месте образования купола $h_n > h_x + h_c$ (h_x — толщина ледяного покрова; h_c — толщина снежного покрова).

Если на якорный трос предварительно установить на расстоянии друг от друга, равном половине длины волны статического прогиба льда 7, катод 9 и анод 10 и подать напряжение от источника постоянного электрического тока 8, возникнет электролиз и начнётся разложение воды на кислород и водород. Возникнет область с пониженной плотностью 11, что приведёт к возрастанию прогибов льда (рис. 9) [10].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Панфилов Д. Ф. Приближённый метод расчёта грузоподъёмности ледяного покрова // Известия Всесоюзного научно-исследовательского института ледотехники. 1960. Т. 65. С. 221 – 224.
2. Способ разрушения ледяного покрова: патент 2650292 РФ: МПК В63В 35/08, В63G 8/00 / В. М. Козин, В. Л. Земляк, А. В. Погорелова [и др.]. № 2016141719; заявл. 24.10.2016; опубл. 11.04.2018. Бюл. № 11. 4 с.
3. Способ разрушения ледяного покрова: патент 2651329 РФ: МПК В63В 35/08, В63G 8/00 / В. М. Козин, В. Л. Земляк, А. В. Погорелова [и др.]. № 2016141727; заявл. 24.10.2016; опубл. 19.04.2018. Бюл. № 11. 4 с.
4. Способ разрушения ледяного покрова: патент 2662909 РФ: МПК В63В 35/08, В63G 8/00 / В. М. Козин, В. Л. Земляк, А. В. Погорелова [и др.]. № 2016141724; заявл. 24.10.2016; опубл. 31.07.2018. Бюл. № 22. 4 с.
5. Устройство для разрушения ледяного покрова: патент 2650290 РФ: МПК В63В 35/08, В63G 8/00 / В. М. Козин, В. Л. Земляк, Е. Г. Рогожникова [и др.]. № 2017100067; заявл. 09.01.2017; опубл. 11.04.2018. Бюл. № 11. 4 с.
6. Устройство для разрушения ледяного покрова: патент 2650291 РФ: МПК В63В 35/08, В63G 8/00 / В. М. Козин, В. Л. Земляк, А. В. Погорелова [и др.]. № 2017100072; заявл. 09.01.2017; опубл. 11.04.2018. Бюл. № 11. 4 с.
7. Устройство для разрушения ледяного покрова: патент 2651321 РФ: МПК В63В 35/08, В63G 8/00 / В. М. Козин, В. Л. Земляк, Е. Г. Рогожникова [и др.]. № 2017100065; заявл. 09.01.2017; опубл. 19.04.2018. Бюл. № 11. 4 с.
8. Устройство для разрушения ледяного покрова: патент 2651322 РФ: МПК В63В 35/08, В63G 8/00 / В. М. Козин, В. Л. Земляк, Е. Г. Рогожникова [и др.]. № 2017100066; заявл. 09.01.2017; опубл. 19.04.2018. Бюл. № 11. 4 с.
9. Устройство для разрушения ледяного покрова: патент 2651324 РФ: МПК В63В 35/08, В63G 8/00 / В. М. Козин, В. Л. Земляк, А. В. Погорелова [и др.]. № 2017100071; заявл. 09.01.2017; опубл. 19.04.2018. Бюл. № 11. 4 с.
10. Устройство для разрушения ледяного покрова: патент 2669332 РФ: МПК В63В 35/08, В63G 8/00 / В. М. Козин, В. Л. Земляк, А. В. Погорелова [и др.]. № 2017100070; заявл. 09.01.2017; опубл. 10.10.2018. Бюл. № 28. 4 с.

* * *

Kozin Victor M., Zemlyak Vitaly L.
INCREASING THE EFFICIENCY ASCENT
OF THE SUBMARINE VESSELS IN THE ICE COVER

(Institute of Machining and Metallurgy, FEB RAS, Komsomolsk-on-Amur;
Sholom-Aleichem Priamursky State University, Birobidzhan)

Device and method for the destruction of the ice cover consisting of a submarine vessel equipped with an anchor is proposed, the diameter of the paws opening must be greater than the length of the cockpit, with the help of a cable providing attachment of the vessel to the ice, and ballast tanks, which filling with the outboard water provides occurrence of the negative buoyancy, sufficient to destroy the ice cover of a given thickness.

Keywords: submarine vessels, ice, ballast cisterns.

REFERENCES

1. Panfilov D. F. An approximate method for calculating the ice cover carrying capacity [Priblizhennyi metod rascheta gruzopod'emnosti ledyanogo pokrova], *Izvestiya Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ledotekhniki*, 1960, vol. 65, pp. 221 – 224.
2. Kozin V. M., Zemlyak V. L., Pogorelova A. V. [et al.]. *Sposob razrusheniya ledyanogo pokrova* (Method of breaking the ice cover), Patent No. 2650292 RU, IPC B63B 35/08, B63G 8/00, publ. 04/11/2018, Bull. No. 11, 4 p.
3. Kozin V. M., Zemlyak V. L., Pogorelova A. V. [et al.]. *Sposob razrusheniya ledyanogo pokrova* (Method of breaking the ice cover), Patent No. 2651329 RU, IPC B63B 35/08, B63G 8/00, publ. 04/19/2018, Bull. No. 11, 4 p.
4. Kozin V. M., Zemlyak V. L., Pogorelova A. V. [et al.]. *Sposob razrusheniya ledyanogo pokrova* (Method of breaking the ice cover), Patent No. 2662909 RU, IPC B63B 35/08, B63G 8/00, publ. 07/31/2018, Bull. No. 22, 4 p.
5. Kozin V. M., Zemlyak V. L., Rogozhnikova E. G. [et al.]. *Ustrojstvo dlya razrusheniya ledyanogo pokrova* (Ice-breaking assembly), Patent No. 2650290 RU, IPC B63B 35/08, B63G 8/00, publ. 04/11/2018, Bull. No. 11, 4 p.
6. Kozin V. M., Zemlyak V. L., Pogorelova A. V. [et al.]. *Ustrojstvo dlya razrusheniya ledyanogo pokrova* (Ice-breaking assembly), Patent No. 2650291 RU, IPC B63B 35/08, B63G 8/00, publ. 04/11/2018, Bull. No. 11, 4 p.
7. Kozin V. M., Zemlyak V. L., Rogozhnikova E. G. [et al.]. *Ustrojstvo dlya razrusheniya ledyanogo pokrova* (Ice-breaking assembly), Patent No. 2651321 RU, IPC B63B 35/08, B63G 8/00, publ. 04/19/2018, Bull. No. 11, 4 p.
8. Kozin V. M., Zemlyak V. L., Rogozhnikova E. G. [et al.]. *Ustrojstvo dlya razrusheniya ledyanogo pokrova* (Ice-breaking assembly), Patent No. 2651322 RU, IPC B63B 35/08, B63G 8/00, publ. 04/19/2018, Bull. No. 11, 4 p.
9. Kozin V. M., Zemlyak V. L., Pogorelova A. V. [et al.]. *Ustrojstvo dlya razrusheniya ledyanogo pokrova* (Ice-breaking assembly), Patent No. 2651324 RU, IPC B63B 35/08, B63G 8/00, publ. 04/19/2018, Bull. No. 11, 4 p.
10. Kozin V. M., Zemlyak V. L., Pogorelova A. V. [et al.]. *Ustrojstvo dlya razrusheniya ledyanogo pokrova* (Ice-breaking assembly), Patent No. 2669332 RU, IPC B63B 35/08, B63G 8/00, publ. 10/10/2018, Bull. No. 28, 4 p.

* * *

УДК 539.3

В. М. Козин, В. Л. Земляк, А. С. Васильев, С. В. Радионов**РАЗРУШЕНИЕ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА
РЕЗОНАНСНЫМ МЕТОДОМ
ПРИ КРИВОЛИНЕЙНОМ ДВИЖЕНИИ НАГРУЗКИ**

Предложен способ разрушения ледяного покрова, при котором судно на воздушной подушке одновременно с поступательной скоростью в выбранном направлении, равной резонансной, перемещают по синусоидальной траектории. Причём при движении судна по синусоидальной траектории ему обеспечивают крен в сторону центров кривизны траектории.

Ключевые слова: судно на воздушной подушке, лёд, резонансный метод.

В настоящее время судно на воздушной подушке (СВП) является самым производительным и высокоэффективным средством разрушения льда на мелководье, для чего может быть использован резонансный метод разрушения ледяного покрова [2]. Разрушение льда СВП на малых глубинах, где не может работать ни одно другое ледокольное судно, может предотвращать заторообразования на реках и разрушительные наводнения. Одним из наиболее существенных достоинств резонансного способа является высокая скорость разрушения льда, что целесообразно использовать для раннего вскрытия рек и водохранилищ. Проводка судов во льдах при использовании этого способа может оказаться также эффективной, если при движении с критической скоростью СВП сделает два-три прохода, разрушая и измельчая лёд перед сравнительно медленно идущими транспортными судами.

Весьма эффективным при разрушении ледяных нагромождений и заторов оказалось и зигзагообразное движение СВП, т. е. движение

Козин Виктор Михайлович — доктор технических наук, профессор (Институт машиноведения и металлургии ДВО РАН, Комсомольск-на-Амуре); e-mail: vellkom@list.ru.

Земляк Виталий Леонидович — кандидат физико-математических наук, доцент, проректор по научной работе и инновациям (Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема, Биробиджан); e-mail: vellkom@list.ru.

Васильев Алексей Сергеевич — кандидат технических наук, доцент кафедры технических дисциплин (Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема, Биробиджан); e-mail: vasil-grunt@mail.ru.

Радионов Сергей Владимирович — студент (Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема, Биробиджан); e-mail: vellkom@list.ru.

Исследование выполнено за счёт гранта Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-38-20030).

© Козин В. М., Земляк В. Л., Васильев А. С., Радионов С. В., 2019

примерно по синусоидальной траектории. В 1975 г., ликвидируя угрозу наводнения в районе Монреаля, СВП «Вояджер», двигаясь перпендикулярными галсами, за 7 часов разрушило на мелкие куски ледяной остров 400×150 м с толщиной наслоений льда до 5 м. Тем же способом судно за 20 часов разрушило ещё один остров длиной 4,8 км с наслоением льда 2,4 м. Улучшение ледоразрушающих свойств судна при таком маневрировании объясняется благоприятной интерференцией волн [1].

Недостатком данного способа является незначительное увеличение ледоразрушающей способности СВП. Для повышения ледокольных качеств судну при его движении по синусоидальной траектории обеспечивают крен в сторону центров кривизны траектории.

Известно [4], что наличие и возрастание угла дифферента СВП приводит к увеличению волновой составляющей сопротивления. Возрастание амплитуды изгибно-гравитационных волн (ИГВ), возбуждаемых СВП, и, соответственно, их ледоразрушающей способности при наличии у судна дифферента отмечено в экспериментальных исследованиях [3]. Аналогичные явления будут происходить при наличии у СВП крена и его движении боковым дрейфом на циркуляции. Для этого СВП 1 выводят на лёд 2 и начинают перемещать с резонансной скоростью по синусоидальной траектории 4, сохраняя неизменной скорость поступательного движения 3 и обеспечивая крен в сторону центра кривизны траектории (позиция 5, рис. 1). При движении по синусоидальной траектории СВП обеспечивают угол крена θ в сторону центров кривизны C_1 (вид А-А рис. 1) и C_2 (вид Б-Б рис. 1) траектории.

Если под вершиной изгибно-гравитационной волны при движении СВП с помощью электрогидравлического водомёта повысить давление воды, то это приведёт к увеличению амплитуды прогиба ледяной поверхности и к большей вероятности разлома ледяного покрова [6]. Недостатком использования электрогидравлического водомёта является сложность его конструкции и низкая эффективность, т. к. работу на разрушение ледяного покрова приходится совершать против сил тяжести льда, т. е. тратить её не только на разрушение, но и на подъём обломков льда.

Известно [8], что наличие под ледяным покровом потока воды уменьшает гидростатическое давление под ним. Тогда, при создании с помощью водомёта под подошвой ИГВ потока воды прогиб ледяного покрова увеличится, т. е. изгибные напряжения возрастут и увеличится толщина разрушаемого льда. Для этого по свободной поверхности воды вдоль кромки ледяного покрова начинают перемещать СВП с резонансной скоростью.

Одновременно с движением нагрузки при помощи водомёта, расположенного в корпусе судна, под максимальной впадиной изгибно-гравитационных волн создают поток воды, что приведёт к понижению давления на ледяной покров со стороны воды и к более эффективному разрушению льда [7].

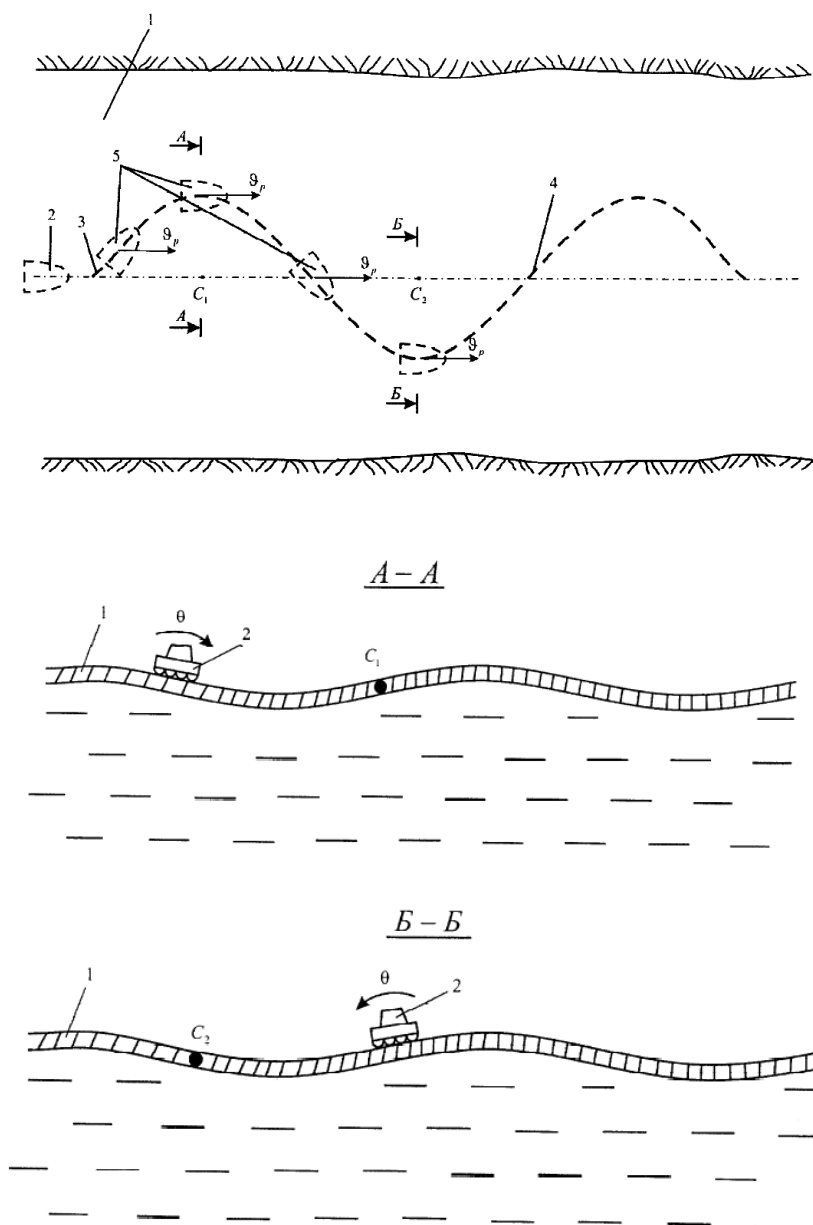


Рис. 1. Способ разрушения ледяного покрова
(патент на изобретение РФ № 2507104)

Дополнительную периодическую нагрузку можно создать и с помощью гидропушки 6, выстреливающей в направлении движения СВП 2 порции воды с частотой ω , равной частоте резонансных изгибно-

гравитационных волн 3 на расстоянии, равном $\frac{3}{4}$ длины резонансных ИГВ λ_p от места нахождения нагрузки (рис. 2) [5].

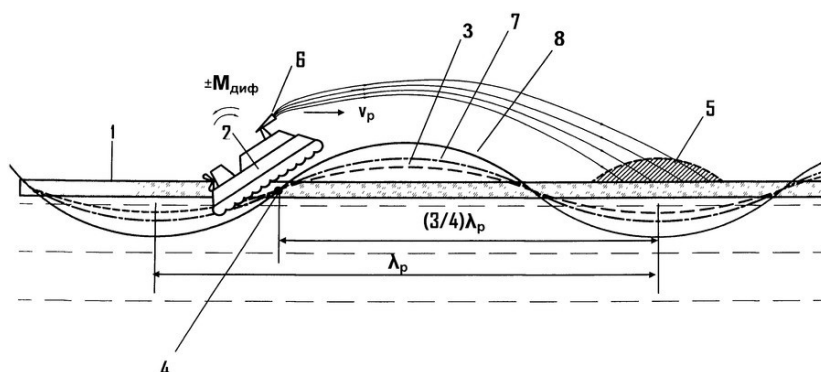


Рис. 2. Способ разрушения ледяного покрова
(патент на изобретение РФ № 2506194)

Такое расстояние и частота выстрелов обеспечат гидроудары 5 по первой впадине ИГВ, возбуждаемых от движения СВП, центр масс которого должен располагаться над узлом ИГВ 4, что приведёт к возникновению дополнительной системы резонансных ИГВ 7. Их наложение приведёт к благоприятной интерференции – сложению амплитуд 8. Поскольку температура воды выше температуры льда 1, то по впадине ИГВ одновременно также будут наноситься и тепловые удары, ослабляющие прочность льда, а значит, дополнительно увеличивающие суммарную амплитуду ИГВ. Периодичность выстрелов гидропушки приведёт к появлению у судна дополнительного знакопеременного дифферента M , что также будет способствовать росту амплитуды ИГВ. Массу порции воды выбирают достаточной для создания максимально безопасного дифферента судна на корму, возникающего от выстрела гидропушки при заданной высоте её установки на судне (рис. 2) [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зуев В. А., Козин В. М. Использование судов на воздушной подушке для разрушения ледяного покрова. Владивосток: Изд-во ДВГУ, 1988. 128 с.
2. Козин В. М. Обоснование исходных данных для выбора основных параметров СВП, предназначенных для разрушения ледяного покрова резонансным способом: дис. ... канд. техн. наук. Горький, 1983. 314 с.
3. Козин В. М. Резонансный метод разрушения ледяного покрова. Изобретения и эксперименты. М.: Академия Естествознания, 2007. 355 с.
4. Основы теории судов на воздушной подушке / Ю. Ю. Бенуа, В. К. Дьяченко, Б. А. Колызаев [и др.]. Л.: Судостроение, 1970. 455 с.
5. Способ разрушения ледяного покрова: патент 2506194 РФ: МПК В63В 35/08, Е02В 15/02 / В. М. Козин, В. Л. Земляк, Л. С. Гринкруг [и др.]. № 2012145912/11; заявл. 26.10.2012; опубл. 10.02.2014. Бюл. № 4. 4 с.

6. Устройство для разрушения ледяного покрова: патент 2245274 РФ: МПК B63B 35/08 / В. М. Козин, А. В. Погорелова. № 2003135468/11; заявл. 04.12.2003; опубл. 27.01.2005. Бюл. № 3. 2 с.
7. Устройство для разрушения ледяного покрова: патент 2457976 РФ: МПК B63B 35/08 / В. М. Козин, А. В. Погорелова, В. Л. Земляк [и др.]. № 2010153802/11; заявл. 27.12.2010; опубл. 10.08.2012. Бюл. № 22. 2 с.
8. Хейсин Д. Е. Динамика ледяного покрова. Л.: Гидрометеиздат, 1967. 216 с.

* * *

Kozin Victor M., Zemliak Vitaly L., Vasilyev Alexey S., Radionov Sergey V.
DESTRUCTION OF THE ICE COVER BY THE RESONANT METHOD DURING
THE CRYVOLINEAR MOTION OF THE LOAD

⁽¹⁾Institute of Machining and Metallurgy, FEB RAS, Komsomolsk-on-Amur;

^{2, 3, 4}Sholom-Aleichem Priamursky State University, Birobidzhan)

Proposed method comprises displacing air-cushion ship is displaced in selected direction at preset speed and, at a time, in sinusoidal path. Note here that in displacement in sinusoidal path, the craft is tilted to centers of curvature of said path.

Keywords: air cushion vehicles, ice, resonant method.

REFERENCES

1. Zuev V. A., Kozin V. M. *Ispol'zovanie sudov na vozdushnoy podushke dlya razrusheniya ledyanogo pokrova* (The use of hovercraft for the destruction of the ice cover), Vladivostok, DVGU Publ., 1988. 128 p.
2. Kozin V. M. *Obosnovanie iskhodnykh dannykh dlya vybora osnovnykh parametrov SVP, prednaznachennykh dlya razrusheniya ledyanogo pokrova rezonansnym sposobom* (Substantiation of Initial Data for Choosing Basic Parameters for Hovercraft Designed for Breaking Ice Cover by Resonant Method), Gorky, 1983. 314 p.
3. Kozin V. M. *Rezonansnyy metod razrusheniya ledyanogo pokrova. Izobreteniya i eksperimenty* (Resonant method of breaking ice. Inventions and Experiments), Moscow, Akademiya Estestvoznaniya Publ., 2007. 355 p.
4. Benua Yu. Yu., D'yachenko V. K., Kolyzaev B. A. [et al.]. *Osnovy teorii sudov na vozdushnoy podushke* (Fundamentals of the theory of hovercraft), Leningrad, 1970. 455 p.
5. Kozin V. M., Zemlyak V. L., Grinkrug L. S. [et al.]. *Sposob razrusheniya ledyanogo pokrova* (Method of breaking the ice cover), Patent No. 2506194 RU, IPC B63B 35/08, E02B 15/02, publ. 02/10/2014, Bull. No. 4, 4 p.
6. Kozin V. M., Pogorelova A. V. *Ustrojstvo dlya razrusheniya ledyanogo pokrova* (Ice-breaking assembly), Patent No. 2245274 RU, IPC B63B 35/08, publ. 01/27/2005, Bull. No. 3, 2 p.
7. Kozin V. M., Pogorelova A. V., Zemlyak V. L. [et al.]. *Ustrojstvo dlya razrusheniya ledyanogo pokrova* (Ice-breaking assembly), Patent No. 2457976 RU, IPC B63B 35/08, publ. 08/10/2012, Bull. No. 22, 2 p.
8. Kheysin D. E. *Dinamika ledyanogo pokrova* (Dynamics of Ice Cover), Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1967. 216 p.

* * *

УДК 539.3

В. М. Козин, В. Л. Земляк, С. В. Радионов, К. И. Ипатов**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРУШЕНИЯ ЛЬДА
РЕЗОНАНСНЫМ МЕТОДОМ СУДНОМ
НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ
В РАЗЛИЧНЫХ ЛЕДОВЫХ УСЛОВИЯХ**

Предложен способ разрушения ледяного покрова на мелководье, который включает в себя перемещение судна на воздушной подушке вдоль кромки льда. Вдоль кромки льда перемещают два судна, при этом первое судно перемещают по свободной воде, а второе — по сплошному льду сзади первого на расстоянии от него, равном четверти длины резонансной изгибно-гравитационной волны.

Ключевые слова: судно на воздушной подушке, лёд, резонансный метод.

При движении судна вдоль кромки льда генерируемая им гравитационная волна будет воздействовать на ледяной покров, что в итоге может привести к его частичному или полному разрушению [9]. Для повышения ледоразрушающей способности гравитационных волн судно подвергают искусственной качке путём перекачки воды в балластных отсеках. При этом создаются две системы волн: основная от поступательного движения судна и дополнительная от искусственно создаваемой качки корабля. В результате наложения двух систем волн, основной и дополнительной, возникает волновая система большей интенсивности. Таким образом, при неизменной мощности главных двигателей судно за счёт искусственной качки способно возбудить гравитационные волны большей амплитуды. В результате при возбуждении волн во льду возникнут большие напряжения, что приведёт к разрушению ледяного покрова большей толщины.

Козин Виктор Михайлович — доктор технических наук, профессор (Институт машиноведения и металлургии ДВО РАН, Комсомольск-на-Амуре); e-mail: vellkom@list.ru.

Земляк Виталий Леонидович — кандидат физико-математических наук, доцент, проректор по научной работе и инновациям (Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема, Биробиджан); e-mail: vellkom@list.ru.

Радионов Сергей Владимирович — студент (Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема, Биробиджан); e-mail: vellkom@list.ru.

Ипатов Константин Игоревич — аспирант (Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема, Биробиджан); e-mail: lpatov-1992@list.ru.

Исследование выполнено за счёт гранта Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-38-20030).

© Козин В. М., Земляк В. Л., Радионов С. В., Ипатов К. И., 2019

Предложенный метод невозможно реализовать в узкостях и на мелководье, т. е. на таких участках рек, где наиболее высока вероятность возникновения заторошенных участков, что в итоге может привести к подтоплению окружающей территории. В узких местах надводное судно не способно двигаться вдоль кромки затора, которая, как правило, ориентирована перпендикулярно береговой линии, в течение времени, достаточном для возбуждения гравитационных волн максимальной амплитуды. Ограниченность глубины акватории часто делает невозможным использование для осуществления предложенного способа ледоколов. Подвижка масс льда после разрушения затора может привести к повреждениям корпуса судна, его выбросу на мель или берег.

Известно, что при весеннем ледоходе вероятность заторообразований довольно высока в узкостях, на крутых поворотах руслов рек и перед гидротехническими сооружениями, при этом за нижней по течению реки кромкой затора, как правило, образуются чистые ото льда участки воды. Критическая скорость судна на мелководье, при которой волновое сопротивление достигает максимального значения, равна $u = \sqrt{gH}$ (где: g — ускорение силы тяжести; H — глубина воды) [3]. Этому же значению равно значение критической скорости C_p при распространении свободных изгибно-гравитационных волн (ИГВ) в ледяном покрове на мелководье [11]. Если критические периоды ИГВ близки к периоду гравитационных волн на чистой воде, то это приводит к эффективному (резонансному) раскачиванию ледяного покрова и взлому припайных льдов.

Для реализации метода может быть использовано амфибийное судно на воздушной подушке (СВП), которое доставляется в район возникшего затора к его свободной кромке. Поскольку движение СВП по заторошенному льду небезопасно в силу высокой вероятности повреждения юбки, судно вблизи кромки заторошенного ледяного покрова начинают перемещать по круговой траектории с критической скоростью на чистой воде:

$$u = \sqrt{gH}.$$

Период колебаний будет равен:

$$T_p = \frac{2\pi}{gH} \sqrt{\frac{D}{\rho_l h}},$$

где D — цилиндрическая жёсткость ледяного покрова; ρ_l — плотность льда; h — толщина ледяного покрова.

В результате частота гравитационных волн, возбуждаемых с максимальной амплитудой, будет равна критической частоте ИГВ, т.к. их скорости распространения одинаковы, что приведёт к резонансному раска-

чиванию заторощенного ледяного покрова и, как следствие, увеличению эффективности его разрушения [6].

Если СВП движется по свободной воде в непосредственной близости и вдоль кромки сплошного ледяного покрова, а затем начинает перемещаться по ней, то подобное маневрирование создаёт дополнительно к волновой нагрузке на лёд нагрузку от веса судна, что увеличивает деформации ледяного покрова и облегчает процесс его разрушения [8].

Описанный способ разрушения льда имеет ряд недостатков:

- быстрая затухаемость гравитационных волн, что связано с их трансформацией в ИГВ и отражением от кромки льда, а это требует для поддержания их максимальной интенсивности частого повторения маневров СВП;

- перемещение по кромке приводит к быстрому изнашиванию гибкого ограждения СВП;

- нестационарность режимов движения нагрузки при маневрировании повышает расход топлива;

- низкая управляемость СВП на малых резонансных скоростях усложняет маневрирование вдоль кромки льда и требует использования энергоёмких подруливающих устройств;

- при перемещении СВП по кромке льда для последующего движения судна вдоль неё и развития гравитационных и изгибно-гравитационных волн максимальной амплитуды необходимо затрачивать определённое время, в течение которого происходит уменьшение колебаний, т. к. подкачка энергии в колеблющуюся систему лёд-вода в эти периоды не осуществляется.

Для увеличения нагрузки на лёд может быть использована благоприятная интерференция (суммирование максимальных амплитуд) двух волновых систем: гравитационной, возникающей при движении судна по свободной воде, и изгибно-гравитационной, возникающей при движении судна по ледяному покрову.

Известно [5], что на мелководье при критической скорости судна, равной горбовой скорости, амплитуда возбуждаемых волн становится максимальной, а на мелководье скорость резонансных ИГВ равна $u = \sqrt{gH}$. Длина волн определяется выражением:

$$\lambda_p = 2\pi \sqrt{\frac{D}{\rho_{\lambda} h g H}}.$$

В работе [2] экспериментально установлено, что при выполнении ледокольных работ двумя СВП наиболее эффективным режимом является движение фронтом. Поскольку вода является более податливой средой, чем ледяной покров, то движение СВП по свободной воде вдоль кромки льда, а не по льду приводит к возбуждению ИГВ большей амплитуды [1].

Если при движении СВП вдоль кромки ледяного покрова с резонансной скоростью его масса оказывается недостаточной для возбуждения ИГВ и разрушения льда, то на лёд выводят второе СВП. Первое судно 2 перемещается по свободной воде 1 с критической (горбовой) скоростью вдоль свободной кромки 3 льда 4, а второе судно 5 — по кромке ледяного покрова параллельным курсом с резонансной скоростью (рис. 1). Поскольку в условиях мелководья эти скорости равны друг другу, то возникнет благоприятная интерференция возбуждаемых гравитационных и изгибно-гравитационных волн.

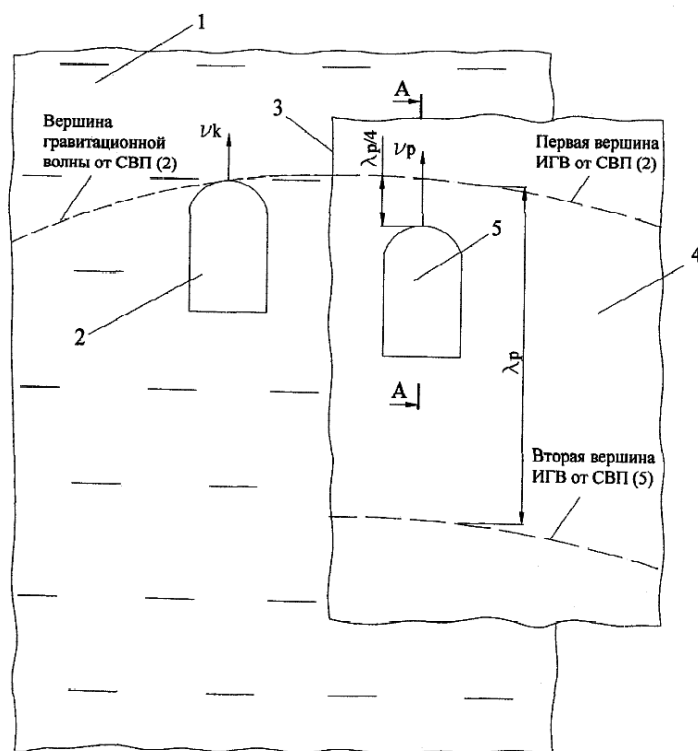


Рис. 1. Способ разрушения ледяного покрова на мелководье
(патент на изобретение РФ № 2457975)

Для достижения суммарных ИГВ наибольшей амплитуды второе СВП перемещают сзади от первого на расстоянии от него, равном $\lambda_p/4$ (рис. 2). В результате второе СВП будет перемещаться в пучности ИГВ, возникающих от движения первой нагрузки. В этом случае волновое сопротивление второго СВП станет максимальным и, соответственно, амплитуда суммарных ИГВ — наибольшей, что приведёт к разрушению ледяного покрова [7].

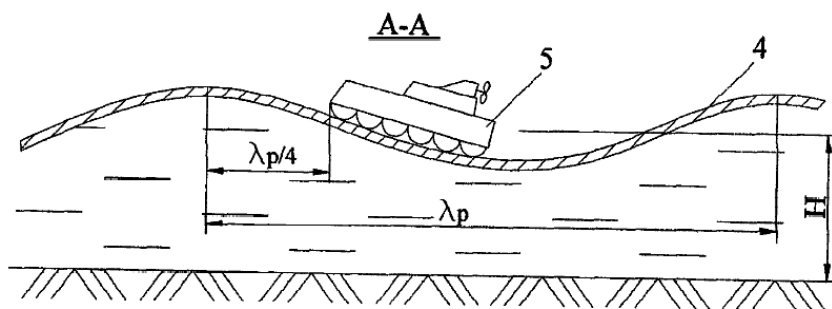


Рис. 2. Способ разрушения ледяного покрова на мелководье
(патент на изобретение РФ № 2457975)

Возбуждение во льду 1 резонансных ИГВ можно добиться при движении СВП 2 с критической скоростью вдоль вблизи расположенной береговой линии во время морского отлива. Расстояние от кромки льда 3, примёрзшего к берегу, до нагрузки должно быть равно полудлине волны статического прогиба 4 ледяного покрова $\lambda_{ст} = 2\pi^4 \sqrt{\frac{D}{\rho g}}$, при этом СВП сообщают поперечные перемещения $\pm S$ с амплитудой, не превышающей половину длины волны $\lambda_{ст}$ с частотой $\omega_p = \frac{1}{\pi\sqrt{2}} \left[\frac{\rho g^5}{D} \right]^{1/8}$, равной частоте резонансных ИГВ (рис. 3) [11]. Поперечные перемещения, т. е. движение бортом к берегу и от него, и сопутствующий крен $\pm\theta_{max}$ приведут к возбуждению дополнительной системы резонансных ИГВ (рис. 4) [10].

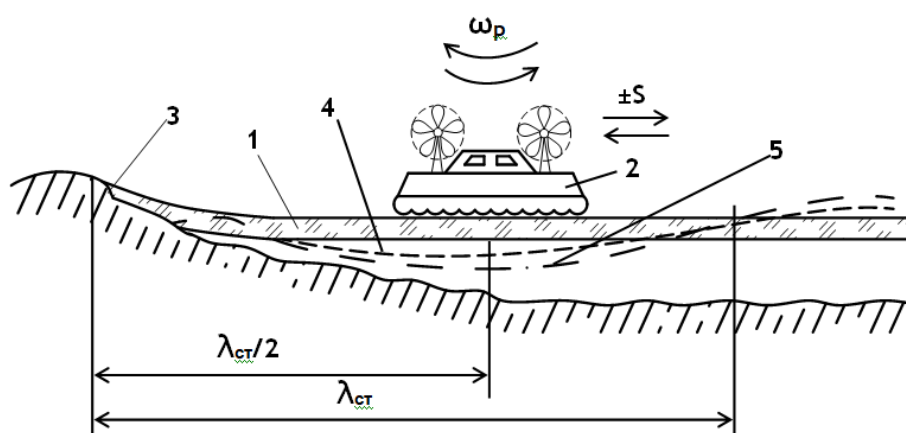


Рис. 3. Способ разрушения ледяного покрова на мелководье
(патент на изобретение РФ № 2531857)

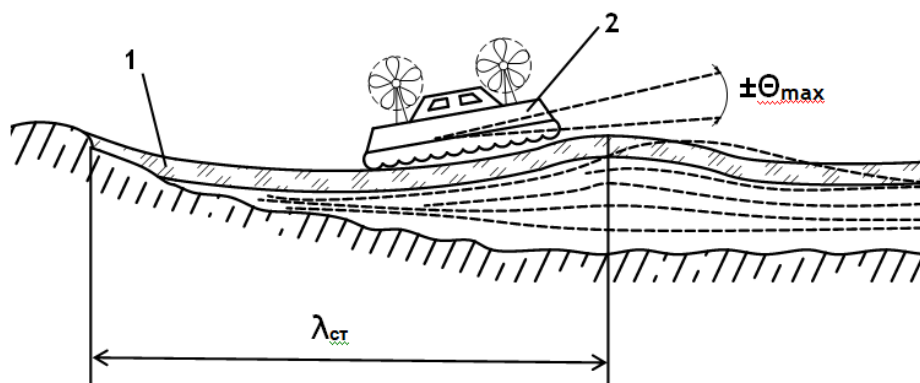


Рис. 4. Способ разрушения ледяного покрова на мелководье
(патент на изобретение РФ № 2531857)

У генерируемых волн при приближении к берегу, при выходе на ярко выраженное мелководье длина волны будет уменьшаться, а высота — увеличиваться. В результате наложение этой волновой системы на систему ИГВ от поступательного движения СВП вдоль береговой линии приведёт к увеличению высоты суммарных ИГВ, что увеличит их ледоразрушающую способность. Периодические перемещения судна с амплитудой, не превышающей половину длины волны статического прогиба, т. е. в пределах чаши волны статического прогиба льда от веса СВП, будут способствовать генерации более интенсивных дополнительных ИГВ, так как смещение от подошвы к вершине волны будет сопровождаться появлением у судна знакопеременного максимального крена. Как известно [4], появление у судна дифферента приводит к увеличению его волнового сопротивления, т. е. увеличению амплитуды возбуждаемых волн. Очевидно, что аналогичные явления будут происходить и при наличии у судна крена при его движении бортом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жёсткая В. Д., Козин В. М. Исследования возможностей разрушения ледяного покрова амфибийными судами на воздушной подушке. Владивосток: Дальнаука, 2003. 161 с.
2. Козин В. М. Резонансный метод разрушения ледяного покрова. Изобретения и эксперименты. М.: Академия Естествознания, 2007. 355 с.
3. Костюков А. А. Сопротивление воды движению судов. Л.: Судостроение. 1965. 448 с.
4. Основы теории судов на воздушной подушке / Ю. Ю. Бенуа, В. К. Дьяченко, Б. А. Колызаев [и др.]. Л.: Судостроение, 1970. 455 с.
5. Павленко Г. Е. Сопротивление воды движению судов. М.: Морской транспорт, 1956. 508 с.

6. Способ разрушения заторошенного ледяного покрова: патент 2389635 РФ: МПК В63В 35/08 / В. М. Козин, А. В. Погорелова, В. Ю. Верещагин [и др.]. № 2008116061/11; заявл. 23.04.2008; опубл. 20.05.2010. Бюл. № 14. 4 с.
7. Способ разрушения ледяного покрова на мелководье: патент 2457975 РФ: МПК В63В 35/08 / В. М. Козин, А. В. Погорелова, В. Ю. Верещагин [и др.]. № 2010153801/11; заявл. 27.12.2010; опубл. 10.08.2012. Бюл. № 22. 6 с.
8. Способ разрушения ледяного покрова: авторское свидетельство СССР 1781968: МПК В63В 35/08 / В. М. Козин, И. Д. Новолодский. Опубл. 15.08.1992. 4 с.
9. Способ разрушения ледяного покрова: патент 2081025 РФ: МПК В63В 35/08 / А. Д. Бурменский, В. М. Козин. № 94 94008992; заявл. 15.03.1994; опубл. 10.06.1997.
10. Способ разрушения ледяного покрова: патент 2531857 РФ: МПК В63В 35/08, В60В 3/06, Е02В 15/02 / В. М. Козин, В. Л. Земляк, В. Ю. Верещагин [и др.]. № 2013140918/11; заявл. 05.09.2013; опубл. 27.10.2014. Бюл. № 30. 6 с.
11. Хейсин Д. Е. Динамика ледяного покрова. Л.: Гидрометеиздат, 1967. 216 с.

* * *

Kozin Victor M., Zemliak Vitaly L., Radionov Sergey V., Ipatov Konstantin I.
IMPROVING THE EFFICIENCY OF DESTRUCTION OF ICE
BY A RESONANT METHOD AIR CUSHION VEHICLES
IN VARIOUS ICE CONDITIONS

(¹Institute of Machining and Metallurgy, FEB RAS, Komsomolsk-on-Amur;
^{2,3,4}Sholom-Aleichem Priamursky State University, Birobidzhan)

Proposed method comprises displacing air-cushion ship along ice cover edges. Two ships move along ice cover edges. One of said ship moves in free water while another ship moves in ice field, behind the first one, at distance equal to quarter the length of resonance bending-gravity wave.

Keywords: air cushion vehicles, ice, resonant method.

REFERENCES

1. Zhestkaya V. D., Kozin V. M. *Investigation of possibilities for the destruction of ice cover by amphibious hovercrafts* [Issledovaniya vozmozhnostey razrusheniya ledyanogo pokrova amfibiynymi sudami na vozdushnoy podushke], Vladivostok, Dal'nauka Publ., 2003. 161 p.
2. Kozin V. M. *Rezonansnyy metod razrusheniya ledyanogo pokrova. Izobreteniya i eksperimenty* (Resonant method of breaking ice. Inventions and Experiments), Moscow, Akademiya Estestvoznaniya Publ., 2007. 355 p.
3. Kostyukov A. A. *Soprotivleniye vody dvizheniyu sudov* (Water resistance to vessel moving), Leningrad, Sudostroenie Publ., 1965. 448 p.
4. Benua Yu. Yu., D'yachenko V. K., Kolyzaev B. A. [et al.]. *Osnovy teorii sudov na vozdushnoy podushke* (Fundamentals of the theory of hovercraft), Leningrad, 1970. 455 p.
5. Pavlenko G. E. *Soprotivleniye vody dvizheniyu sudov* (Water resistance to the movement of ships), Moscow, Morskoy transport Publ., 1956. 508 p.
6. Kozin V. M., Pogorelova A. V., Vereshchagin V. Yu. [et al.]. *Sposob razrusheniya zatoroshennogo ledyanogo pokrova* (Method to destruct hummocked ice cover), Patent No. 2389635 RU, IPC B63B 35/08, publ. 05/20/2010, Bull. No. 14, 4 p.
7. Kozin V. M., Pogorelova A. V., Vereshchagin V. Yu. [et al.]. *Sposob razrusheniya ledyanogo pokrova na melkovod'e* (Method of ice breaking in shallow water), Patent No. 2457975 RU, IPC B63B 35/08, publ. 08/10/2012, Bull. No. 22, 6 p.

8. Kozin V. M., Novolodskiy I. D. *Sposob razrusheniya ledyanogo pokrova* (Method of breaking the ice cover), Copyright certificates No. 1781968 RU, IPC B63B 35/08, publ. 08/15/1992, 4 p.
9. Burmenskiy A. D., Kozin V. M. *Sposob razrusheniya ledyanogo pokrova* (Method of breaking the ice cover), Patent No. 2081025 RU, IPC B63B 35/08, publ. 06/10/1997.
10. Kozin V. M., Zemlyak V. L., Vereshchagin V. Yu. [et al.]. *Sposob razrusheniya ledyanogo pokrova* (Method of breaking the ice cover), Patent No. 2531857 RU, IPC B63B 35/08, B60V 3/06, E02B 15/02, publ. 10/27/2014, Bull. No. 30, 6 p.
11. Kheysin D. E. *Dinamika ledyanogo pokrova* (Dynamics of Ice Cover), Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1967. 216 p.

* * *

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 512.24

А. П. Горюшкин

ОБ АЛГОРИТМЕ ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ ИНДЕКСА ПО ДВОЙНОМУ МОДУЛЮ В СВОБОДНОМ ПРОИЗВЕДЕНИИ ГРУПП

Устанавливается, что для свободно разложимой группы проблема вычисления индекса по двойному модулю равносильна проблеме вхождения.

Ключевые слова: группа, подгруппа, разложение по двойному модулю, свободное произведение, алгоритмическая проблема, разрешимость, проблема вхождения, проблема индекса, проблема двойного индекса

Проблема вхождения для конечно определённой группы G состоит в отыскании или доказательстве невозможности алгоритма, который по любому конечному множеству элементов $h_i (i = 1, 2, \dots, m)$ и элементу w узнавал бы, принадлежит или нет элемент w подгруппе $H = \langle h_1, h_2, \dots, h_m \rangle$, порождённой элементами h_i .

Проблема индекса для конечно определённой группы G состоит в отыскании алгоритма, который по любому конечному множеству элементов $h_i (i = 1, 2, \dots, m)$ группы G узнавал бы, конечный или бесконечный индекс в G имеет подгруппа $H = \langle h_1, h_2, \dots, h_m \rangle$, порождённая этим множеством. Заметим, что если известно, что индекс конечный, то его точное значение можно найти по единому алгоритму.

Установлено, что для некоторых, достаточно больших классов групп эти две алгоритмические проблемы разрешимы или неразрешимы одновременно [1–3]. В частности, в [2] доказано, что для группы, разложимой в свободное произведение, проблема индекса равносильна проблеме вхождения.

Если G — произвольная группа, H, P — её подгруппы и g — элемент из G , то комплекс $HxP = \{pgp \mid h \in H, p \in P\}$ называют *двойным смежным клас-*

Горюшкин Александр Петрович — кандидат физико-математических наук, доцент, профессор кафедры математики и физики (Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга, Петропавловск-Камчатский); e-mail: as2021@mail.ru.

© Горюшкин А. П., 2019

сом. Группа G распадается на непересекающиеся двойные смежные классы; это называется *разложением* G по двойному модулю (H, P) . Мощность фактор-множества $\{HxP \mid x \in G\}$ двойных смежных классов в разложении группы G по $\text{mod } (H, P)$ называют *двойным индексом* (H, P) в группе G и обозначают символом $[G : (H, P)]$. Двойной индекс является обобщением простого индекса: если E – единичная подгруппа, то $[G : (H, E)] = [G : H]$. Таким образом, разложение группы по двойному модулю является естественным обобщением разложения группы по подгруппе.

Разложение по двойному модулю играет особую роль для свободных произведений. Формулировка и доказательство теоремы Куроша о подгруппах свободного произведения существенно используют свойства двойных смежных классов.

Частным случаем свободного произведения являются свободные группы: исследованию двойных смежных классов в свободных группах посвящены работы [5] и [6].

Проблема двойного индекса для конечно определённой группы G состоит в отыскании алгоритма, который по любым конечным множествам элементов $\{h_\alpha\}$ и $\{p_\beta\}$ группы G узнавал бы, конечен или бесконечен индекс $[G : (\text{гр}(h_\alpha), \text{гр}(p_\beta))]$.

В предлагаемой работе устанавливается, что в группе, разложимой в свободное произведение, проблема двойного индекса равносильна проблеме вхождения.

Доказательство этого утверждения для двойного модуля (H, P) зависит от того, является или нет вторая группа в модуле свободным множителем группы. Поэтому рассмотрим сначала частный случай, когда вторая группа в модуле – свободный множитель группы $G = A * B$. Будем считать далее, что свободное произведение нетривиально, т. е. каждая из групп A и B содержит не менее двух элементов.

Теорема 1. В группе $G = A * B$ проблема индекса для двойного модуля (H, P) , где P – свободный множитель группы G , а H – произвольная конечно порождённая подгруппа из G , равносильна проблеме вхождения.

Доказательство. Пусть для определённости $P = A$. В свободно разложимой группе проблема индекса и проблема вхождения равносильны, и, таким образом, требуется показать, что наличие алгоритма для вычисления индекса подгруппы H позволяет вычислить и двойной индекс $[G : (H, A)]$ и, наоборот, зная двойной индекс, можно вычислить и обычный индекс.

Двойной смежный класс HxP является объединением некоторого множества левых смежных классов по H . Поэтому если индекс H в группе G конечен, то конечен и двойной индекс $[G : (H, A)]$.

Пусть индекс $[G : H]$ бесконечен. Покажем, что тогда и двойной индекс $[G : (H, A)]$ тоже бесконечен. Доказательство проведём методом от

противного, т. е. предположим, что $[G : (H, A)] = m$, где мощность m — конечное число:

$$G = Hg_1A + Hg_2A + \dots + Hg_mA.$$

Разложим группу G и по двойному модулю (H, B) :

$$G = Hu_1B + Hu_2B + \dots + Hu_kB,$$

где $k = [G : (H, B)]$. Мощность k может оказаться конечной или бесконечной. Покажем теперь, что каждое из двух утверждений: «мощность k — конечна» и «мощность k — бесконечна» — приводит к противоречию.

В представлении Куроша подгруппы H из свободного произведения участвуют так называемые функции Маклейна — представители смежных классов по модулю (H, A) и представители по модулю (H, B) с особыми свойствами (см., например, [7]). Выберем в качестве представителей двойных смежных классов g_i, p_j значения маклейновских функций $s_A(HgA)$ и $s_B(HgB)$, соответственно, положим при этом $g_1 = p_1 = 1$. По свойству маклейновских представителей все $g_2, g_3, \dots, g_m$ оканчиваются только на B -слоги, а $p_2, p_3, \dots, p_k$ заканчиваются только на A -слоги.

Теперь построим полную систему представителей смежных классов для правостороннего разложения группы G по подгруппе H . Сделаем это двумя способами. Сначала будем использовать разложение G по модулю (H, A) , а потом воспользуемся разложением по модулю (H, B) . Разложим группу A по подгруппе $g_i^{-1}Hg_i \cap A$. Пусть множество $\{a_{i\alpha}\}$, $i = 1, 2, \dots, m$, элементов из A является полной системой представителей этого разложения. Представителем $g_i^{-1}Hg_i \cap A$ для всех g_i будем считать единицу.

Тогда множество

$$V = \bigcup_i \{g_i a_{i\alpha}\}$$

является полной системой представителей правых смежных классов $G \bmod H$.

Аналогично, множества $\{b_{j\beta}\}$, $j = 1, 2, \dots, k$ образуют полную систему разложения группы B по $\bmod (p_i^{-1}Hp_i \cap B)$, причём единица принадлежит каждому из этих множеств.

Множество

$$W = \bigcup_j \{g_j a_{j\beta}\}$$

также является полной системой представителей правых смежных классов $G \bmod H$. Следовательно, мощности множеств V и W совпадают и равны $[G : H]$. В множестве V все элементы, кроме $g_2, g_3, \dots, g_m$, оканчиваются на A -слоги. Если k конечно, то для некоторого j из $\{1, 2, \dots, k\}$ множе-

ство $\{b_{j\beta}\}$ бесконечно и $W_1 = \{p_j b_{j\beta}\}$ — бесконечное подмножество из W , и каждый элемент из W_1 оканчивается на B -слог.

Пусть $w_1, w_2, \dots, w_{m-1}$ — элементы из W , сравнимые по $\text{mod } H$ с элементами $g_2, g_3, \dots, g_m$. Тогда множество $R = W_1 \setminus \{w_1, w_2, \dots, w_{m-1}\}$ состоит из представителей двухконцевых правых смежных классов по подгруппе H , так как каждый элемент v из V , сравнимый по $\text{mod } H$ с элементом из R , оканчивается на A -слог. Существование такого множества противоречит конечной порождённости подгруппы H (Б. Баумслаг ([4])). Это значит, что число k конечным быть не может.

Пусть k — бесконечно. Подгруппа H — конечно порождена, а это значит, что лишь для конечного числа элементов p_j подгруппы $p_i^{-1} H p_i \cap B$ отличны от единичной подгруппы. Следовательно, существует бесконечное множество $P \subset \{p_1, p_2, \dots, p_k\}$ такое, что для каждого p_j из P пересечение $p_i^{-1} H p_i \cap B = E$. Но для каждого такого p_j индекс $p_i^{-1} H p_i \cap B$ в группе B больше единицы. Поэтому для каждого p_j из P множество $\{b_{j\beta}\}$ состоит более чем из одного элемента. Но тогда множество $W_2 = \{p_j b_{j\beta} \mid p_j \in P\}$ бесконечно, и все его элементы оканчиваются на B -слоги. Существование такого множества снова противоречит конечной порождённости подгруппы H .

Из теоремы 1 следует, что если G — нетривиальное свободное произведение $A * B$ и H — конечно порождённая подгруппа в G , то оба индекса $[G : (H, A)]$ и $[G : (H, B)]$ конечны или бесконечны одновременно.

Теорема 2. В нетривиальном свободном произведении $G = A * B$ проблема двойного индекса равносильна проблеме вхождения.

Доказательство. Пусть H и P две конечно порождённые подгруппы из нетривиального свободного произведения $G = A * B$, и ни одна из этих подгрупп не является свободным множителем в G .

Если хотя бы одна из этих подгрупп имеет конечный индекс в группе G , то и двойной индекс $[G : (H, P)]$ тоже конечен. Покажем, что если H и P обе имеют бесконечный индекс в G , то бесконечен и индекс $[G : (H, P)]$.

Заметим сначала, что внутренний автоморфизм сохраняет значение двойного индекса:

$$[G : (H, P)] = [G : (H^g, P^g)]$$

для любого элемента g из G .

Далее рассмотрим два случая в зависимости от порядков множителей. Пусть один из множителей, скажем, A является бесконечной группой. Тогда найдётся такой элемент g из G , что все элементы из H^g и из P^g оканчиваются только на B -слоги. Но это значит, что все элементы из A попарно несравнимы по $\text{mod } (H^g, P^g)$. Действительно, пусть a_1, a_2 принадлежат A , и p из P^g , и h из H^g . Так как неединичные элементы из P^g и H^g начинаются и оканчиваются на B -слоги, из равенства $a_1 p a_2^{-1} h = 1$ следует $p = h = a_1 a_2^{-1} = 1$.

Иначе говоря, если $a_1 \neq a_2$, то элементы a_1, a_2 не сравнимы по модулю (H^s, P^s) , и поэтому из бесконечности группы A следует бесконечность индекса $[G : (H^s, P^s)]$.

Пусть теперь группа G — свободное произведение $A * B$ конечных групп A и B . Если G — диэдральная группа, то H и P — конечные группы и утверждение теоремы 2 верно. Поэтому можно считать, что порядок хотя бы одного из множителей A, B больше двух. Пусть $K = [A, B]$ — взаимный коммутант подгрупп A и B . Группа K — свободная и нециклическая. Рассмотрим пересечения подгруппы K с подгруппами H и P , пусть $R = K \cap H$, $Q = K \cap P$. Подгруппы R, Q являются конечно порождёнными подгруппами бесконечного индекса в K . Поскольку K — свободная группа ранга, большего единицы, мы оказываемся в условиях рассмотренного уже случая, и, следовательно, индекс (R, Q) в K бесконечен. С другой стороны, индекс R в H и индекс Q в P конечны. Рассмотрим правостороннее разложение $H \bmod R$ и левостороннее разложение $P \bmod Q$:

$$\begin{aligned} H &= Rr_1 + Rr_2 + \dots + Rr_m; \\ P &= q_1Q + q_2Q + \dots + q_nQ. \end{aligned}$$

Двойной смежный класс HgP является объединением конечного числа двойных смежных классов по $\bmod (R, Q)$ вида $Rr_i g q_j Q$, $i = 1, 2, \dots, m$; $j = 1, 2, \dots, n$. Поэтому из конечности $[G : (H, P)]$ следует конечность $[G : (R, Q)]$. Но из того, что $[G : (R, Q)] \geq [K : (R, Q)]$, а число $[K : (R, Q)]$ бесконечно, получаем бесконечность индекса (H, P) в G .

Следовательно, для свободных произведений проблема двойного индекса равносильна проблеме обычного индекса, которая, в свою очередь, равносильна проблеме вхождения.

В заключение отметим, что до сих пор неизвестно, является ли разрешимость проблемы индекса в свободных множителях необходимым и достаточным условием для разрешимости этой проблемы в свободном произведении. В представлении Куроша-Маклейна для подгруппы из свободного произведения участвуют представители двойных смежных классов, и поэтому более естественным представляется сформулировать такую задачу для двойного индекса: Верно ли, что в группе $A * B$ разрешима проблема двойного индекса тогда и только тогда, когда эта проблема разрешима в группах A и B ?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горюшкин А. П. Нахождение индекса подгруппы и проблема вхождения // Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. науки. 2016. № 1(12). С. 15-25.
2. Горюшкин А. П. О нахождении индекса подгруппы в свободном произведении // Наука, образование, инновации: пути развития: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции, 24–26 мая 2016 г. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. С. 31–35.

3. Горюшкин А. П. Об алгоритме для вычисления индекса подгруппы в группе, разложимой в прямое произведение // Вестник Приамурского гос. ун-та им. Шолом-Алейхема, 2016. № 1(22). С. 93–99.
4. Baumslag B. Free groups and free products – some aping theorems // Communications on Pure and Applied Mathematics. 1967. Vol. 20. No. 4. P. 635–645.
5. Frenkel E., Remeslennikov V. N. Double cosets in free groups // International Journal of Algebra and Computation. 2013. Vol. 23. No. 5. P. 1225–1241.
6. Gitik R., Rips E. On double cosets in free groups // arXiv preprint arXiv:1306.0033. 2013. URL: <https://arxiv.org/abs/1306.0033v1>
7. MacLane S. A proof of the subgroup theorem for free products // Mathematika. 1958. No. 5. P. 13–19.

* * *

Goryushkin Alexander P.**ON THE ALGORITHM FOR FINDING THE INDEX
ON DOUBLE MODULE IN A FREE PRODUCT OF GROUPS**

(Vitus Bering Kamchatka State University, Petropavlovsk Kamchatskiy)

It is established that for a freely decomposable group the problem of finding the index on double module is equivalent to the occurrence problem.

Keywords: group, subgroup, double module decomposition, free product, algorithmic problem, solvability, occurrence problem, index problem, double index problem.

REFERENCES

1. Goryushkin A. P. Finding the index of a subgroup and the occurrence problem [Nakhogdenie indeksa podgruppi i pronlema vchogdeniya], *Herald KRAUNC, Fiz.-mat. Nauki*, 2016, № 1(12), pp. 12–55.
2. Goryushkin A. P. On finding subgroup index in free product [O nachogdenii indeksa podgruppi v svobodnom proizvedenii], *Nauka, obrazovanie, innovaczii: puti razvitiya, Material Sedmoy vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy rjnfereczii, 24-26 maya 2016 g.* (Science, education, innovations: ways of development: materials of the VII All-Russian Scientific and Practical Conference, May 24–26, 2016), Petropavlovsk-Kamchatskiy, 2016, pp. 31–35.
3. Goryushkin A. P. On an algorithm for calculating subgroup index in a group which can be decompose into a direct product [Ob algoritme dlya vichisleniya indeksa podruppi v gruppe, razlogimoy v pryamoe prozvedenie], *Vestnik Priamurskogo gosudarstvennogo universiteta im. Sholom-Aleihema*, 2016, no. 1(22), pp. 93–99.
4. Baumslag B. Free groups and free products – some aping theorems, *Communications on Pure and Applied Mathematics*, 1967, vol. 20, no. 4, pp. 635–645.
5. Frenkel E., Remeslennikov V. N. Double cosets in free groups, *International Journal of Algebra and Computation*, 2013, vol. 23, no. 5, pp. 1225–1241.
6. Gitik R., Rips E. On double cosets in free groups, *arXiv preprint arXiv:1306.0033*. 2013. Available at: <https://arxiv.org/abs/1306.0033v1>
7. MacLane S. A proof of the subgroup theorem for free products // *Mathematika*. 1958. No. 5. P. 13–19.

* * *

УДК 512.54

Б. Е. Фишман

О РАСШИРЕНИИ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОЙ
РИСОВСКОЙ ПОЛУГРУППЫ МАТРИЧНОГО ТИПА

Рассмотрено расширение рисовской полугруппы матричного типа над множеством трёх элементов $\{-1, 0, 1\}$ с единичным по модулю определителем, полученное за счёт умножения всех матриц полугруппы на число. Показано, что такое расширение означает появление в составе расширенной полугруппы матриц с мнимыми матричными элементами $-i$ и i . Полученное дополнение исходной полугруппы не содержит абелевых подгрупп.

Ключевые слова: рисовская полугруппа матричного типа, расширение состава полугруппы, умножение матриц полугруппы на число, единичный по модулю определитель, абелевы подгруппы.

Введение

Рассмотрим введённое в статье [2] множество $\{A\}$, элементы которого (архоны) определяются следующими условиями:

- 1) они представимы в виде матриц 2×2 ;
- 2) они имеют матричные элементы, содержащиеся во множестве $\{-1, 0, 1\}$;
- 3) они удовлетворяют условию $|\det A| = 1$.

Основной операцией, выполнимой на множестве $\{A\}$, является умножение матриц. Пусть $\{N\}$ — это расширение множества $\{A\}$, к которому приводит умножение его элементов на некоторое число, причём все полученные элементы удовлетворяют первому и третьему условиям из приведённых выше.

При умножении матрицы 2×2 на число λ определитель полученной матрицы в λ^2 раз больше, чем определитель исходной матрицы [2]. Учитывая третье условие, можно записать следующее ограничение для допустимых значений λ , приводящих к расширению множества $\{A\}$ до множества $\{N\}$:

$$|\lambda^2| = 1. \quad (1)$$

Отсюда следует, что имеются только четыре допустимых значения λ :

$$\lambda_1 = 1; \quad \lambda_2 = -1; \quad \lambda_3 = i; \quad \lambda_4 = -i. \quad (2)$$

Фишман Борис Ентильевич — кандидат физико-математических наук, доктор педагогических наук, профессор (Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема, Биробиджан); e-mail: bef942@mail.ru.

© Фишман Б. Е., 2019

Таким образом, элементы расширенного множества $\{N\}$ определяются следующими условиями:

- 1) они представимы в виде матриц 2×2 ;
- 2) они имеют матричные элементы, содержащиеся во множествах $\{-1, 0, 1\}$ или $\{-i, 0, +i\}$;
- 3) они удовлетворяют условию $|\det A| = 1$.

Рассмотрим компоненты расширенного множества $\{N\}$. Если символ $\{(A)_{\lambda_i}\}$ обозначает множество элементов, которое получено в результате умножения элементов множества $\{A\}$ на число λ_i , то

$$\{N\} = \{(A)_{\lambda_1}\} \cup \{(A)_{\lambda_2}\} \cup \{(A)_{\lambda_3}\} \cup \{(A)_{\lambda_4}\}. \quad (3)$$

1. Расширение множества $\{A\}$, обязанное умножению элементов на λ_1 и λ_2

В формуле (3) учтено, что умножение элементов множества $\{A\}$ на λ_1 осуществляет тождественное преобразование $\{(A)_{\lambda_1}\} \equiv \{A\}$.

Из определения элементов множества архонов $\{A\}$, данного в [2], можно получить следующий результат умножения элементов этого множества на λ_2 :

$$\begin{cases} (\bar{A}_1^+)_{\lambda_2} = (\bar{A}_1^+) \times \lambda_2 = \bar{A}_3^+, & (\bar{A}_2^+)_{\lambda_2} = (\bar{A}_2^+) \times \lambda_2 = \bar{A}_4^+, \\ (\bar{A}_3^+)_{\lambda_2} = (\bar{A}_3^+) \times \lambda_2 = \bar{A}_1^+, & (\bar{A}_4^+)_{\lambda_2} = (\bar{A}_4^+) \times \lambda_2 = \bar{A}_2^+, \end{cases} \quad (4a)$$

$$\begin{cases} (\bar{A}_1^-)_{\lambda_2} = (\bar{A}_1^-) \times \lambda_2 = \bar{A}_3^-, & (\bar{A}_2^-)_{\lambda_2} = (\bar{A}_2^-) \times \lambda_2 = \bar{A}_4^-, \\ (\bar{A}_3^-)_{\lambda_2} = (\bar{A}_3^-) \times \lambda_2 = \bar{A}_1^-, & (\bar{A}_4^-)_{\lambda_2} = (\bar{A}_4^-) \times \lambda_2 = \bar{A}_2^-, \end{cases} \quad (4b)$$

$$\begin{cases} (\bar{A}_1^+(1))_{\lambda_2} = \bar{A}_1^+(1) \times \lambda_2 = \bar{A}_5^+(1), & (\bar{A}_2^+(1))_{\lambda_2} = \bar{A}_2^+(1) \times \lambda_2 = \bar{A}_6^+(1), \\ (\bar{A}_3^+(1))_{\lambda_2} = \bar{A}_3^+(1) \times \lambda_2 = \bar{A}_7^+(1), & (\bar{A}_4^+(1))_{\lambda_2} = \bar{A}_4^+(1) \times \lambda_2 = \bar{A}_8^+(1), \\ (\bar{A}_5^+(1))_{\lambda_2} = \bar{A}_5^+(1) \times \lambda_2 = \bar{A}_1^+(1), & (\bar{A}_6^+(1))_{\lambda_2} = \bar{A}_6^+(1) \times \lambda_2 = \bar{A}_2^+(1), \\ (\bar{A}_7^+(1))_{\lambda_2} = \bar{A}_7^+(1) \times \lambda_2 = \bar{A}_3^+(1), & (\bar{A}_8^+(1))_{\lambda_2} = \bar{A}_8^+(1) \times \lambda_2 = \bar{A}_4^+(1), \end{cases} \quad (4в)$$

$$\begin{cases} (\bar{A}_1^+(2))_{\lambda_2} = \bar{A}_1^+(2) \times \lambda_2 = \bar{A}_5^+(2), & (\bar{A}_2^+(2))_{\lambda_2} = \bar{A}_2^+(2) \times \lambda_2 = \bar{A}_6^+(2), \\ (\bar{A}_3^+(2))_{\lambda_2} = \bar{A}_3^+(2) \times \lambda_2 = \bar{A}_7^+(2), & (\bar{A}_4^+(2))_{\lambda_2} = \bar{A}_4^+(2) \times \lambda_2 = \bar{A}_8^+(2), \\ (\bar{A}_5^+(2))_{\lambda_2} = \bar{A}_5^+(2) \times \lambda_2 = \bar{A}_1^+(2), & (\bar{A}_6^+(2))_{\lambda_2} = \bar{A}_6^+(2) \times \lambda_2 = \bar{A}_2^+(2), \\ (\bar{A}_7^+(2))_{\lambda_2} = \bar{A}_7^+(2) \times \lambda_2 = \bar{A}_3^+(2), & (\bar{A}_8^+(2))_{\lambda_2} = \bar{A}_8^+(2) \times \lambda_2 = \bar{A}_4^+(2), \end{cases} \quad (4г)$$

$$\begin{cases} (\bar{A}_1^-(1))_{\lambda_2} = \bar{A}_1^-(1) \times \lambda_2 = \bar{A}_5^-(1), & (\bar{A}_2^-(1))_{\lambda_2} = \bar{A}_2^-(1) \times \lambda_2 = \bar{A}_6^-(1), \\ (\bar{A}_3^-(1))_{\lambda_2} = \bar{A}_3^-(1) \times \lambda_2 = \bar{A}_7^-(1), & (\bar{A}_4^-(1))_{\lambda_2} = \bar{A}_4^-(1) \times \lambda_2 = \bar{A}_8^-(1), \\ (\bar{A}_5^-(1))_{\lambda_2} = \bar{A}_5^-(1) \times \lambda_2 = \bar{A}_1^-(1), & (\bar{A}_6^-(1))_{\lambda_2} = \bar{A}_6^-(1) \times \lambda_2 = \bar{A}_2^-(1), \\ (\bar{A}_7^-(1))_{\lambda_2} = \bar{A}_7^-(1) \times \lambda_2 = \bar{A}_3^-(1), & (\bar{A}_8^-(1))_{\lambda_2} = \bar{A}_8^-(1) \times \lambda_2 = \bar{A}_4^-(1), \end{cases} \quad (4д)$$

$$\begin{cases} (\bar{A}_1^-(2))_{\lambda_2} = \bar{A}_1^-(2) \times \lambda_2 = \bar{A}_5^-(2), (\bar{A}_2^-(2))_{\lambda_2} = \bar{A}_2^-(2) \times \lambda_2 = \bar{A}_6^-(2), \\ (\bar{A}_3^-(2))_{\lambda_2} = \bar{A}_3^-(2) \times \lambda_2 = \bar{A}_7^-(2), (\bar{A}_4^-(2))_{\lambda_2} = \bar{A}_4^-(2) \times \lambda_2 = \bar{A}_8^-(2), \\ (\bar{A}_5^-(2))_{\lambda_2} = \bar{A}_5^-(2) \times \lambda_2 = \bar{A}_1^-(2), (\bar{A}_6^-(2))_{\lambda_2} = \bar{A}_6^-(2) \times \lambda_2 = \bar{A}_2^-(2), \\ (\bar{A}_7^-(2))_{\lambda_2} = \bar{A}_7^-(2) \times \lambda_2 = \bar{A}_3^-(2), (\bar{A}_8^-(2))_{\lambda_2} = \bar{A}_8^-(2) \times \lambda_2 = \bar{A}_4^-(2), \end{cases} \quad (4e)$$

Таким образом, при умножении $\{\bar{A}\}$ на λ_2 новые элементы не появляются, но изменяется порядок элементов в кортежах $\{\bar{A}^+\}$, $\{\bar{A}^-\}$, $\{\bar{A}^+(1)\}$, $\{\bar{A}^-(1)\}$, $\{\bar{A}^+(2)\}$ и $\{\bar{A}^-(2)\}$. При этом не формируются новые абелевы подгруппы.

2. Расширение множества $\{\bar{A}\}$, обязанное умножению элементов на λ_3 и λ_4

Ясно, что умножение элементов множества $\{\bar{A}\}$ на λ_3 и λ_4 приводит к элементам, равным или $-i$, или 0 , или $+i$. Обозначим символом $\{\bar{B}\}$ множество бихонов, которое является результатом умножения множества архонов $\{\bar{A}\}$ на λ_3 . Так же, как было установлено в [2] для множества архонов $\{\bar{A}\}$, можно показать, что в составе множества $\{\bar{B}\}$ содержатся подмножества $\{\bar{B}^+\}$ и $\{\bar{B}^-\}$, причём у подмножества бихонов $\{\bar{B}^+\}$ два матричных элемента равны нулю, а у подмножества бихонов $\{\bar{B}^-\}$ один матричный элемент равен нулю.

Подмножество бихонов $\{\bar{B}^+\}$, в свою очередь, содержит два подмножества $\{\bar{B}^{++}\}$ и $\{\bar{B}^{+-}\}$, элементы которых определяются значением $\det \bar{B} = +1$ и $\det \bar{B} = -1$ соответственно.

Определим сначала 4 элемента подмножества бихонов $\{\bar{B}^+\}$

$$\bar{B}_1^+ = \begin{pmatrix} i & 0 \\ 0 & -i \end{pmatrix}, \quad \bar{B}_2^+ = \begin{pmatrix} 0 & i \\ i & 0 \end{pmatrix}, \quad \bar{B}_3^+ = \begin{pmatrix} -i & 0 \\ 0 & i \end{pmatrix}, \quad \bar{B}_4^+ = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ -i & 0 \end{pmatrix}. \quad (5)$$

Если при построении визуальных образов элементов этого подмножества использовать следующее правило: первая строка матрицы символически отображена сплошным вектором, а вторая строка — пунктирным вектором, то получим образы, представленные на рисунке 1.

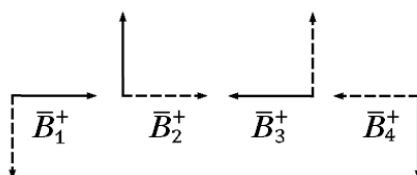


Рис. 1. Визуальное представление¹ элементов подмножества $\{\bar{B}^+\}$

¹ Все визуальные представления построены без применения специальных компьютерных программ.

Как и в предыдущих статьях [2] и [3], использовано следующее правило: первая строка матрицы символически отображена сплошным вектором, а вторая строка — пунктирным вектором. Заметим, что на рисунке 1 (и на всех последующих рисунках) единицей по осям абсцисс и ординат является i . Поскольку на рисунке представлены абстрактные образы элементов рассматриваемого подмножества, то смысловая интерпретация таких образов не имеет физического смысла¹.

Из определения элементов множества $\{A\}$, данного в [2], можно установить, что элементы подмножества бихонов $\{B^+\}$ образуются умножением элементов подмножества архонов $\{A^-\}$ на λ_3 :

$$\begin{cases} \bar{B}_1^+ = (\bar{A}_1^-) \times \lambda_3 = (\bar{A}_1^-)_{\lambda_3}, & \bar{B}_2^+ = (\bar{A}_2^-) \times \lambda_3 = (\bar{A}_2^-)_{\lambda_3}, \\ \bar{B}_3^+ = (\bar{A}_3^-) \times \lambda_3 = (\bar{A}_3^-)_{\lambda_3}, & \bar{B}_4^+ = (\bar{A}_4^-) \times \lambda_3 = (\bar{A}_4^-)_{\lambda_3}. \end{cases} \quad (6a)$$

Теперь определим 4 элемента подмножества $\{B^-\}$:

$$\bar{B}_1^- = \begin{pmatrix} i & 0 \\ 0 & i \end{pmatrix}, \quad \bar{B}_2^- = \begin{pmatrix} 0 & i \\ -i & 0 \end{pmatrix}, \quad \bar{B}_3^- = \begin{pmatrix} -i & 0 \\ 0 & -i \end{pmatrix}, \quad \bar{B}_4^- = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}. \quad (7)$$

Визуальные образы элементов этого подмножества представлены на рисунке 2.

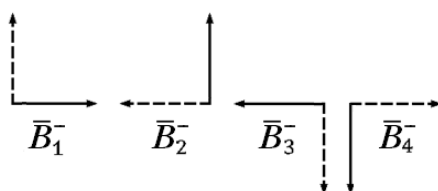


Рис. 2. Визуальное представление элементов подмножества $\{B^-\}$.

Можно показать, что элементы данного подмножества образуются умножением элементов подмножества $\{A^+\}$ на λ_3 :

$$\begin{cases} \bar{B}_1^- = (\bar{A}_1^+) \times \lambda_3 = (\bar{A}_1^+)_{\lambda_3}, & \bar{B}_2^- = (\bar{A}_2^+) \times \lambda_3 = (\bar{A}_2^+)_{\lambda_3}, \\ \bar{B}_3^- = (\bar{A}_3^+) \times \lambda_3 = (\bar{A}_3^+)_{\lambda_3}, & \bar{B}_4^- = (\bar{A}_4^+) \times \lambda_3 = (\bar{A}_4^+)_{\lambda_3}. \end{cases} \quad (6б)$$

Теперь можно рассмотреть подмножество $\{B\}$. Его элементы — это матрицы 2×2 , которые содержат один матричный элемент, равный нулю. Подмножество $\{B\}$ является объединением двух подмножеств $\{B^+\}$ и $\{B^-\}$, элементы которых определяются значением $\det \bar{B} = +1$ и $\det \bar{B} = -1$ соответственно.

¹ Вместе с тем рисунке 1 ясно указывает на то, что подмножество $\{B^+\}$ является кортежем, в котором порядок следования элементов задаётся следующим правилом. Первым считается элемент с ориентированным вправо вектором, условно представляющим первую строку матрицы $\bar{B}_1^+$. Номера всех последующих элементов определяются кратностью поворота этого вектора против часовой стрелки на дискретный угол $\pi/2$.

Анализируя подмножество бихонов $\{\mathcal{B}^+\}$ аналогично тому, как было выполнено в [2] по отношению к подмножеству $\{\mathcal{A}^+\}$, можно показать, что в состав подмножества $\{\mathcal{B}^+\}$ входят два подмножества $\{\mathcal{B}^+(1)\}$ и $\{\mathcal{B}^+(2)\}$. Принадлежность любой рассматриваемой матрицы 2×2 к одному из этих подмножеств определяется знаком её классификационной характеристики p , где

$$p = a_{1,1} \times a_{2,1} + a_{1,2} \times a_{2,2}, \quad (8)$$

а $a_{i,j}$ – матричный элемент рассматриваемой матрицы 2×2 , расположенный на пересечении i -й строки и j -го столбца.

Будем считать, что конкретная матрица 2×2 принадлежит подмножеству бихонов $\{\mathcal{B}^+(1)\}$, если для неё значение $p = +1$. Если же для матрицы 2×2 значение $p = -1$, то будем считать, что эта матрица принадлежит подмножеству бихонов $\{\mathcal{B}^+(2)\}$.

Рассмотрим 8 элементов подмножества $\{\mathcal{B}^+(1)\}$:

$$\left\{ \begin{array}{l} \tilde{\mathcal{B}}_1^+(1) = \begin{pmatrix} i & 0 \\ -i & -i \end{pmatrix}, \tilde{\mathcal{B}}_2^+(1) = \begin{pmatrix} i & i \\ 0 & -i \end{pmatrix}, \tilde{\mathcal{B}}_3^+(1) = \begin{pmatrix} 0 & i \\ i & -i \end{pmatrix}, \tilde{\mathcal{B}}_4^+(1) = \begin{pmatrix} -i & i \\ i & 0 \end{pmatrix}, \\ \tilde{\mathcal{B}}_5^+(1) = \begin{pmatrix} -i & 0 \\ i & i \end{pmatrix}, \tilde{\mathcal{B}}_6^+(1) = \begin{pmatrix} -i & -i \\ 0 & i \end{pmatrix}, \tilde{\mathcal{B}}_7^+(1) = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ -i & i \end{pmatrix}, \tilde{\mathcal{B}}_8^+(1) = \begin{pmatrix} i & -i \\ -i & 0 \end{pmatrix}. \end{array} \right. \quad (9a)$$

Визуальные образы элементов подмножества $\{\mathcal{B}^+(1)\}$ представлены на рисунке 3.

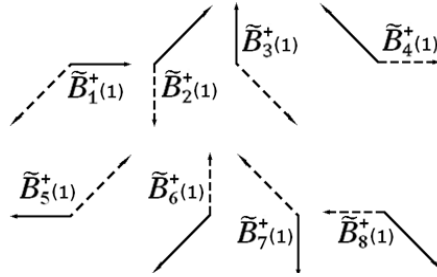


Рис. 3. Визуальное представление элементов подмножества $\{\mathcal{B}^+(1)\}$

Можно показать, что элементы данного подмножества бихонов $\{\mathcal{B}^+(1)\}$ образуются умножением элементов подмножества архонов $\{\mathcal{A}^-(2)\}$, определённого в [2], на λ_3 :

$$\left\{ \begin{array}{l} \tilde{\mathcal{B}}_1^+(1) = (\tilde{\mathcal{A}}_1^-(2)) \times \lambda_3, \quad \tilde{\mathcal{B}}_2^+(1) = (\tilde{\mathcal{A}}_2^-(2)) \times \lambda_3, \\ \tilde{\mathcal{B}}_3^+(1) = (\tilde{\mathcal{A}}_3^-(2)) \times \lambda_3, \quad \tilde{\mathcal{B}}_4^+(1) = (\tilde{\mathcal{A}}_4^-(2)) \times \lambda_3, \\ \tilde{\mathcal{B}}_5^+(1) = (\tilde{\mathcal{A}}_5^-(2)) \times \lambda_3, \quad \tilde{\mathcal{B}}_6^+(1) = (\tilde{\mathcal{A}}_6^-(2)) \times \lambda_3, \\ \tilde{\mathcal{B}}_7^+(1) = (\tilde{\mathcal{A}}_7^-(2)) \times \lambda_3, \quad \tilde{\mathcal{B}}_8^+(1) = (\tilde{\mathcal{A}}_8^-(2)) \times \lambda_3. \end{array} \right. \quad (6b)$$

Теперь рассмотрим 8 элементов подмножества бихонов $\{\tilde{\mathbf{B}}^+(2)\}$:

$$\left\{ \begin{array}{ll} \tilde{\mathbf{B}}_1^+(2) = \begin{pmatrix} i & 0 \\ i & -i \end{pmatrix}, & \tilde{\mathbf{B}}_2^+(2) = \begin{pmatrix} i & i \\ i & 0 \end{pmatrix}, \\ \tilde{\mathbf{B}}_3^+(2) = \begin{pmatrix} 0 & i \\ i & i \end{pmatrix}, & \tilde{\mathbf{B}}_4^+(2) = \begin{pmatrix} -i & i \\ 0 & i \end{pmatrix}, \\ \tilde{\mathbf{B}}_5^+(2) = \begin{pmatrix} -i & 0 \\ -i & i \end{pmatrix}, & \tilde{\mathbf{B}}_6^+(2) = \begin{pmatrix} -i & -i \\ -i & 0 \end{pmatrix}, \\ \tilde{\mathbf{B}}_7^+(2) = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ -i & -i \end{pmatrix}, & \tilde{\mathbf{B}}_8^+(2) = \begin{pmatrix} i & -i \\ 0 & -i \end{pmatrix}. \end{array} \right. \quad (9б)$$

Визуальные образы элементов подмножества бихонов $\{\tilde{\mathbf{B}}^+(2)\}$ представлены на рисунке 4.

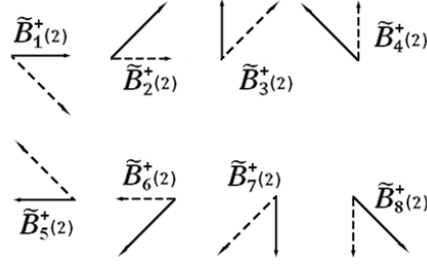


Рис. 4. Визуальное представление элементов подмножества $\{\tilde{\mathbf{B}}^+(2)\}$

Можно показать, что элементы подмножества бихонов $\{\tilde{\mathbf{B}}^+(2)\}$ образуются умножением элементов подмножества архонов $\{\tilde{\mathbf{A}}^-(1)\}$, определённого в [2], на λ_3 :

$$\left\{ \begin{array}{ll} \tilde{\mathbf{B}}_1^+(2) = (\tilde{\mathbf{A}}_1^-(1)) \times \lambda_3, & \tilde{\mathbf{B}}_2^+(2) = (\tilde{\mathbf{A}}_2^-(1)) \times \lambda_3, \\ \tilde{\mathbf{B}}_3^+(2) = (\tilde{\mathbf{A}}_3^-(1)) \times \lambda_3, & \tilde{\mathbf{B}}_4^+(2) = (\tilde{\mathbf{A}}_4^-(1)) \times \lambda_3, \\ \tilde{\mathbf{B}}_5^+(2) = (\tilde{\mathbf{A}}_5^-(1)) \times \lambda_3, & \tilde{\mathbf{B}}_6^+(2) = (\tilde{\mathbf{A}}_6^-(1)) \times \lambda_3, \\ \tilde{\mathbf{B}}_7^+(2) = (\tilde{\mathbf{A}}_7^-(1)) \times \lambda_3, & \tilde{\mathbf{B}}_8^+(2) = (\tilde{\mathbf{A}}_8^-(1)) \times \lambda_3. \end{array} \right. \quad (6г)$$

Анализируя подмножество бихонов $\{\tilde{\mathbf{B}}^-\}$, можно показать, что оно так же, как и подмножество бихонов $\{\tilde{\mathbf{B}}^+\}$, содержит два подмножества $\{\tilde{\mathbf{B}}^-(1)\}$ и $\{\tilde{\mathbf{B}}^-(2)\}$. При этом принадлежность какой-либо матрицы 2×2 к одному из указанных подмножеств определяется знаком p — классификационной характеристики рассматриваемой матрицы.

Рассмотрим 8 элементов подмножества бихонов $\{\tilde{\mathbf{B}}^-(1)\}$:

$$\left\{ \begin{array}{l} \tilde{\mathbf{B}}_1^-(1) = \begin{pmatrix} i & 0 \\ -i & i \end{pmatrix}, \tilde{\mathbf{B}}_2^-(1) = \begin{pmatrix} i & i \\ -i & 0 \end{pmatrix}, \tilde{\mathbf{B}}_3^-(1) = \begin{pmatrix} 0 & i \\ -i & -i \end{pmatrix}, \tilde{\mathbf{B}}_4^-(1) = \begin{pmatrix} -i & i \\ 0 & -i \end{pmatrix}, \\ \tilde{\mathbf{B}}_5^-(1) = \begin{pmatrix} -i & 0 \\ i & -i \end{pmatrix}, \tilde{\mathbf{B}}_6^-(1) = \begin{pmatrix} -i & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}, \tilde{\mathbf{B}}_7^-(1) = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & i \end{pmatrix}, \tilde{\mathbf{B}}_8^-(1) = \begin{pmatrix} i & -i \\ 0 & i \end{pmatrix}. \end{array} \right. \quad (9в)$$

Визуальные образы элементов подмножества бихонов $\{\mathcal{B}^-(1)\}$ представлены на рисунке 5.

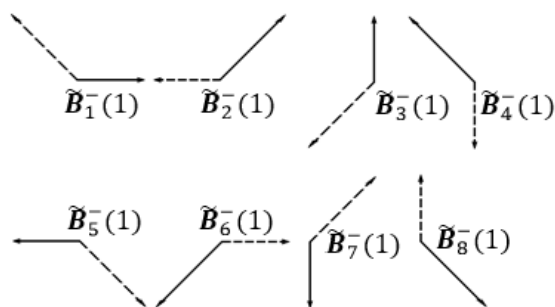


Рис. 5. Визуальное представление элементов подмножества $\{\mathcal{B}^-(1)\}$

Можно показать, что элементы подмножества бихонов $\{\mathcal{B}^-(1)\}$ образуются умножением элементов подмножества архонов $\{\mathcal{A}^+(2)\}$, определённого в [2], на λ_3 :

$$\begin{cases} \mathcal{B}_1^-(1) = (\mathcal{A}_1^+(2)) \times \lambda_3, & \mathcal{B}_2^-(1) = (\mathcal{A}_2^+(2)) \times \lambda_3, \\ \mathcal{B}_3^-(1) = (\mathcal{A}_3^+(2)) \times \lambda_3, & \mathcal{B}_4^-(1) = (\mathcal{A}_4^+(2)) \times \lambda_3, \\ \mathcal{B}_5^-(1) = (\mathcal{A}_5^+(2)) \times \lambda_3, & \mathcal{B}_6^-(1) = (\mathcal{A}_6^+(2)) \times \lambda_3, \\ \mathcal{B}_7^-(1) = (\mathcal{A}_7^+(2)) \times \lambda_3, & \mathcal{B}_8^-(1) = (\mathcal{A}_8^+(2)) \times \lambda_3. \end{cases} \quad (6д)$$

Теперь рассмотрим 8 элементов подмножества бихонов $\{\mathcal{B}^-(2)\}$:

$$\begin{cases} \tilde{\mathcal{B}}_1^-(2) = \begin{pmatrix} i & 0 \\ i & i \end{pmatrix}, \tilde{\mathcal{B}}_2^-(2) = \begin{pmatrix} i & i \\ 0 & i \end{pmatrix}, \tilde{\mathcal{B}}_3^-(2) = \begin{pmatrix} 0 & i \\ -i & i \end{pmatrix}, \tilde{\mathcal{B}}_4^-(2) = \begin{pmatrix} -i & i \\ -i & 0 \end{pmatrix}, \\ \tilde{\mathcal{B}}_5^-(2) = \begin{pmatrix} -i & 0 \\ -i & -i \end{pmatrix}, \tilde{\mathcal{B}}_6^-(2) = \begin{pmatrix} -i & -i \\ 0 & -i \end{pmatrix}, \tilde{\mathcal{B}}_7^-(2) = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & -i \end{pmatrix}, \tilde{\mathcal{B}}_8^-(2) = \begin{pmatrix} i & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}. \end{cases} \quad (9г)$$

Визуальные образы элементов подмножества бихонов $\{\mathcal{B}^-(2)\}$ представлены на рисунке 6.

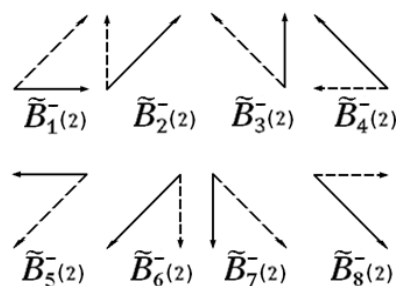


Рис. 6. Визуальное представление элементов подмножества $\{\mathcal{B}^-(2)\}$.

Можно показать, что элементы подмножества бихонов $\{\mathcal{B}^-(2)\}$ образуются умножением элементов подмножества архонов $\{\mathcal{A}^+(1)\}$, определённого в [2], на λ_3 :

$$\begin{cases} \mathcal{B}_1^-(2) = (\mathcal{A}_1^+(1)) \times \lambda_3, & \mathcal{B}_2^-(2) = (\mathcal{A}_2^+(1)) \times \lambda_3, \\ \mathcal{B}_3^-(2) = (\mathcal{A}_3^+(1)) \times \lambda_3, & \mathcal{B}_4^-(2) = (\mathcal{A}_4^+(1)) \times \lambda_3, \\ \mathcal{B}_5^-(2) = (\mathcal{A}_5^+(1)) \times \lambda_3, & \mathcal{B}_6^-(2) = (\mathcal{A}_6^+(1)) \times \lambda_3, \\ \mathcal{B}_7^-(2) = (\mathcal{A}_7^+(1)) \times \lambda_3, & \mathcal{B}_8^-(2) = (\mathcal{A}_8^+(1)) \times \lambda_3. \end{cases} \quad (6e)$$

Из определения элементов множества архонов $\{\mathcal{A}\}$, данного в [2], можно получить следующий результат умножения элементов этого множества на λ_4 :

$$\begin{cases} (\mathcal{A}_1^+)_{\lambda_4} = (\mathcal{A}_1^+) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_3^-, & (\mathcal{A}_2^+)_{\lambda_4} = (\mathcal{A}_2^+) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_4^-, \\ (\mathcal{A}_3^+)_{\lambda_4} = (\mathcal{A}_3^+) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_1^-, & (\mathcal{A}_4^+)_{\lambda_4} = (\mathcal{A}_4^+) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_2^-, \end{cases} \quad (10a)$$

$$\begin{cases} (\mathcal{A}_1^-)_{\lambda_4} = (\mathcal{A}_1^-) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_3^+, & (\mathcal{A}_2^-)_{\lambda_4} = (\mathcal{A}_2^-) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_4^+, \\ (\mathcal{A}_3^-)_{\lambda_4} = (\mathcal{A}_3^-) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_1^+, & (\mathcal{A}_4^-)_{\lambda_4} = (\mathcal{A}_4^-) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_2^+, \end{cases} \quad (10б)$$

$$\begin{cases} (\mathcal{A}_1^+(1))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_1^+(1) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_5^-(2), & (\mathcal{A}_2^+(1))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_2^+(1) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_6^-(2), \\ (\mathcal{A}_3^+(1))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_3^+(1) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_7^-(2), & (\mathcal{A}_4^+(1))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_4^+(1) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_8^-(2), \\ (\mathcal{A}_5^+(1))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_5^+(1) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_1^-(2), & (\mathcal{A}_6^+(1))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_6^+(1) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_2^-(2), \\ (\mathcal{A}_7^+(1))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_7^+(1) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_3^-(2), & (\mathcal{A}_8^+(1))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_8^+(1) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_4^-(2), \end{cases} \quad (10в)$$

$$\begin{cases} (\mathcal{A}_1^+(2))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_1^+(2) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_5^-(1), & (\mathcal{A}_2^+(2))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_2^+(2) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_6^-(1), \\ (\mathcal{A}_3^+(2))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_3^+(2) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_7^-(1), & (\mathcal{A}_4^+(2))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_4^+(2) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_8^-(1), \\ (\mathcal{A}_5^+(2))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_5^+(2) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_1^-(1), & (\mathcal{A}_6^+(2))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_6^+(2) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_2^-(1), \\ (\mathcal{A}_7^+(2))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_7^+(2) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_3^-(1), & (\mathcal{A}_8^+(2))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_8^+(2) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_4^-(1), \end{cases} \quad (10г)$$

$$\begin{cases} (\mathcal{A}_1^-(1))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_1^-(1) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_5^+(2), & (\mathcal{A}_2^-(1))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_2^-(1) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_6^+(2), \\ (\mathcal{A}_3^-(1))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_3^-(1) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_7^+(2), & (\mathcal{A}_4^-(1))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_4^-(1) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_8^+(2), \\ (\mathcal{A}_5^-(1))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_5^-(1) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_1^+(2), & (\mathcal{A}_6^-(1))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_6^-(1) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_2^+(2), \\ (\mathcal{A}_7^-(1))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_7^-(1) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_3^+(2), & (\mathcal{A}_8^-(1))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_8^-(1) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_4^+(2), \end{cases} \quad (10д)$$

$$\begin{cases} (\mathcal{A}_1^-(2))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_1^-(2) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_5^+(1), & (\mathcal{A}_2^-(2))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_2^-(2) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_6^+(1), \\ (\mathcal{A}_3^-(2))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_3^-(2) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_7^+(1), & (\mathcal{A}_4^-(2))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_4^-(2) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_8^+(1), \\ (\mathcal{A}_5^-(2))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_5^-(2) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_1^+(1), & (\mathcal{A}_6^-(2))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_6^-(2) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_2^+(1), \\ (\mathcal{A}_7^-(2))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_7^-(2) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_3^+(1), & (\mathcal{A}_8^-(2))_{\lambda_4} = \mathcal{A}_8^-(2) \times \lambda_4 = \mathcal{B}_4^+(1), \end{cases} \quad (10е)$$

Сравним формулы (6а) с формулами (10а), формулы (6б) с формулами (10б), ... , формулы (6е) с формулами (10е). Можно определить, что результаты умножения $\{A\}$ на λ_2 содержат те же элементы (бихоны), что и результаты умножения $\{A\}$ на λ_4 . Различия между результатами умножения сводятся к тому, что изменяется порядок следования элементов в кортежах $\{\bar{B}^+\}$, $\{\bar{B}^-\}$, $\{\bar{B}^+(1)\}$, $\{\bar{B}^-(1)\}$, $\{\bar{B}^+(2)\}$ и $\{\bar{B}^-(2)\}$.

Заключение

Выполненное расширение рисовской полугруппы матричного типа $\{A\}$ привело к рисовской полугруппе матричного типа $\{B\}$. Эта полугруппа $\{B\}$ не содержит абелевых подгрупп, поскольку в её составе отсутствует нейтральный элемент [1].

Полученные результаты позволяют сформулировать следующие вопросы для дальнейшего исследования:

– Какое множество элементов полугруппы $\{A\}$ нужно объединить с полугруппой $\{B\}$, чтобы в полученной полугруппе содержались абелевы подгруппы?

– Сколько и каких новых абелевых подгрупп имеется в объединении $\{B\}$ с $\{A\}$?

– К каким семействам принадлежат новые абелевы подгруппы по признаку генетического родства?

Разрешение указанных вопросов будет задачей дальнейшего исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Винберг Э. Б. Курс алгебры. 2-е изд., испр. и доп. М.: Факториал Пресс, 2001. 544 с.
2. Фишман Б. Е. Абелевы подгруппы в рисовской полугруппе матричного типа // Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема. № 4 (17). 2014. С. 92 – 103.
3. Фишман Б. Е. О составе и классификации абелевых подгрупп, содержащихся в рисовской полугруппе матричного типа // Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема. № 3 (20). 2015. С. 101 – 109.

* * *

Fishman Boris E.

ABOUT THE EXPANSION OF REAL REESE'S SEMIGROUP OF THE MATRIX TYPE

(Sholom-Aleichem Priamursky State University, Birobidzhan)

The extension of the Rees's semigroup of matrix type on the set of three elements $\{-1, 0, 1\}$ with a unit modulo determinant obtained by multiplying all matrices of the semigroup by a number is considered. It is shown that such an extension means the appearance in the composition of an extended semigroup of matrices with imaginary matrix elements $-i$ and i . The obtained complement of the original semigroup does not contain abelian subgroups.

Keywords: the Rees's semigroup of matrix type; expansion of the semigroup's composition; multiplication of matrices of a semigroup by a number; a unit modulo the matrix's determinant; abelian subgroups.

REFERENCES

1. Vinberg E. B. *Kurs algebry* (Algebra Course), 2nd ed., Corr. and add., Moscow, Factorial Press, 2001. 544 p.
2. Fishman B. E. Abelian subgroups Reese's semigroup of matrix type [Abelevy podgruppy v risovskoy polugruppe matrichnogo tipa], *Vestnik Priamurskogo gosudarstvennogo universiteta im. Sholom-Aleihema*, 2014, no. 4(17), pp. 92 – 103.
3. Fishman B. E. About the composition and classification of abelian subgroups contained in the rees's semigroupsof matrix type [O sostave i klassifikacii abelevykh podgrupp, soderzhashhihsja v risovskoj polugruppe matrichnogo tipa], *Vestnik Priamurskogo gosudarstvennogo universiteta im. Sholom-Aleihema*, 2015, no. 3 (20), pp. 101 – 109.

* * *

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 378.1

О. В. Буховцева

ВОЗМОЖНОСТИ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОЙ АДАПТАЦИИ СТУДЕНТОВ К СОЦИОКУЛЬТУРНОЙ СРЕДЕ ВУЗА

В статье описаны проблемы, с которыми сталкиваются студенты в процессе обучения в вузе. Обоснована необходимость содействовать студентам в формировании умений преодолевать трудности. Раскрыта сущность понятий «педагогическая помощь», «педагогическое воздействие», «педагогическая поддержка», «педагогическое сопровождение», «педагогическое обеспечение». Приведены особенности педагогического сопровождения. Рассмотрены условия результативности педагогического сопровождения результативной адаптации студентов к социокультурной среде вуза.

Ключевые слова: педагогическое сопровождение, результативная адаптация студентов, социокультурная среда вуза.

Успешная адаптация молодых людей к социокультурной среде вуза обеспечивает современное общество субъектами, которые считают себя частью этого общества в большей степени, чем те, кто не имеет студенческого опыта. Такая адаптация способствует дальнейшей успешной жизнедеятельности выпускников не только в профессиональной сфере, но и в других сферах человеческой активности.

Вместе с тем выпускники не всегда умеют выстраивать конструктивную коммуникацию с иными субъектами, испытывают трудности в решении жизненных и профессиональных задач, особенно в ситуации неопределённости. У некоторых студентов наблюдается низкая социально-психологическая адаптивность к различным изменениям, слабое умение устанавливать реальные контакты и регулировать отношения, низкий уровень собственной мотивации к учебной деятельности, недостаточный уровень принятия других. Это вытекает из того, что взаимо-

Буховцева Ольга Васильевна — кандидат педагогических наук, старший преподаватель кафедры педагогики (Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема, Биробиджан); e-mail: luxurygrase@mail.ru.

Автор благодарит доктора педагогических наук, профессора Б. Е. Фишмана за научное руководство при работе над статьей.

© Буховцева О. В., 2019

действие студентов с вузовской средой не всегда имеет необходимое воспитательное влияние, а существующая потребность в трансформации этой среды не удовлетворяется [4].

Межличностные отношения в группе студентов часто устанавливаются стихийно. Они не организованы, особенно в начальный период вузовского обучения. В связи с этим многие студенты испытывают трудности как в личностном развитии, так и в профессиональном самоопределении. К тому же сокращение на год времени получения высшего образования на уровне бакалавриата (по сравнению с подготовкой специалиста) привело к росту временных затрат студента на свою учебную деятельность в ущерб межличностным отношениям.

Описанные тенденции обуславливают необходимость содействия студентам в развитии умений справляться с трудностями. Они указывают на важность совершенствования воспитательной деятельности в вузах, в первую очередь работы кураторов. Такой результат вероятен только с помощью специальной деятельности, охватывающей все сферы жизнедеятельности студентов, способствующей их адаптации к среде вуза ещё на первом курсе.

Что касается первокурсников, то их специфическая роль в вузе предопределяет необходимость такой системы деятельности преподавателей, которая направлена на помощь в адаптации начинающих студентов к социокультурной среде вуза, на поддержку в освоении ими механизмов самоанализа, самооценки и самоконтроля. Для этого в рамках указанной системы необходимо создать условия, способствующие самоопределению, конкретизации смысла собственной жизни, формированию жизненной и профессиональной позиции.

В современной литературе раскрываются вопросы оказания помощи первокурсникам, особенно на этапах инициирования процесса их адаптации. При этом педагогическая помощь рассматривается как:

- процесс содействия человеку в решении проблем, а также создание специальных ситуаций, при которых осуществляется позитивное самораскрытие, повышение статуса, самопринятия;
- деятельность субъектов образовательного процесса, направленная на оказание помощи личности в её развитии; соучастие в жизненном самоопределении, подготовке к осуществлению выбора в кризисных ситуациях, самораскрытию и устранении субъективных препятствий развитию, укреплении психологического здоровья;
- создание позитивной атмосферы в группе, содействие в получении индивидом опыта продуктивного взаимодействия с окружающими, в приобретении опыта самовыражения.

Таким образом, под педагогической помощью понимается комплексная деятельность, в ходе которой создаются условия для содействия учащимся в самораскрытии, решении разнообразных проблем. Педагогическая помощь обычно оказывается с ориентацией на конкретные

направления (помощь людям с отклонениями в развитии, помощь отдельным категориям учащимся и т. д.). Чаще всего она реализуется в форме разовой деятельности, создающей условия для выхода из затруднительных ситуаций [1]. Однако именно такой не системный характер и «привязанность» направления деятельности к содержанию конкретной ситуации предопределяют недостаточность педагогической помощи для эффективного содействия адаптации первокурсников к социокультурной среде вуза.

Что касается педагогического воздействия, то исследователи рассматривают его как:

- особый вид деятельности педагога, цель которой — достижение позитивных изменений психологических характеристик воспитанника (потребностей, установок, отношений, состояний, моделей поведения);
- действия, направленные на формирование сознания личности в единстве с его поведением;
- активные действия педагога в отношении воспитанника, готовность воспитанника принять их и измениться под их влиянием;
- демонстрация педагогом применения известных образцов действия, алгоритмов деятельности, которым необходимо следовать.

Указанные характеристики педагогического воздействия означают, что для такой деятельности характерной чертой является доминирование педагога, предопределяющее преимущественную объектность учащегося.

Если говорить о поддержке куратором первокурсников, то она обозначается в литературе понятием «педагогическая поддержка», под которой понимается:

- система разноплановых мероприятий, проводимых в целях дифференциации по интересам, склонностям, жизненным устремлениям и направленных на их выявление и поддержку;
- система педагогической деятельности, раскрывающая личностный потенциал человека, включающая помощь учащимся, педагогам, родителям в преодолении педагогических, социальных, психологических, личностных трудностей;
- деятельность преподавателя, направленная на оказание оперативной помощи учащимся в решении их проблем для достижения позитивных результатов в обучении;
- работа по устранению препятствий, мешающих успешному самостоятельному продвижению субъекта развития в образовании;
- процесс, подразумевающий самораскрытие с обеих сторон, помощь учащемуся в осуществлении своей самости, в решении его проблем.

Таким образом, педагогическая поддержка представляет собой систему педагогического взаимодействия педагога и учащегося, направленную на помощь поддерживаемым в преодолении трудностей, а также в ситуациях самостоятельного индивидуального выбора [13].

Педагогическое сопровождение достаточно часто рассматривается исследователями как:

- специально организованный процесс приобщения субъектов образовательного процесса к взаимодействию, направленный на разрешение проблемных ситуаций, возникающих в процессе обучения;
- взаимодействие педагога и обучающегося, в ходе которого обучающийся осуществляет необходимые действия, а педагог обеспечивает условия для их выполнения и осмысления;
- целенаправленное развитие личности сопровождаемого, осуществляемое посредством специальных педагогических систем (образования, просвещения, воспитания, обучения) в их структурном оформлении;
- деятельность педагога, направленная на работу с субъектным опытом учащегося, анализ его познавательных и профессиональных интересов, намерений, потребностей, личных устремлений.

Таким образом, под педагогическим сопровождением понимается специально организованное взаимодействие педагога и обучающегося, реализуемое педагогическими средствами и методами и направленное на профилактику и/или решение проблемных ситуаций, возникающих в процессе обучения.

Сопровождение направлено на стимулирование осознанной, целенаправленной активности сопровождаемого в решении возникающих трудностей. Оно позволяет реализовать потенциал в самопроявлении сопровождаемого, стимулирует его успешное поведение [9].

В литературе также описано педагогическое обеспечение как отдельный вид деятельности. Оно представляется как:

- формирование условий, влияющих на ситуации, ценности, деятельность, общение и отношения, которые осваиваются учащимися;
- регулирование ситуации, опосредующей взаимодействие педагога и учащихся педагогическими средствами и технологиями;
- дополнительные действия по развитию учащегося с помощью специально организуемых приёмов и методов, средств и условий;
- специфический вид профессиональной деятельности, предполагающий активизацию собственных личностных и доступных институциональных ресурсов, необходимых для эффективности того или иного компонента педагогического процесса.

Отсюда следует, что педагогическое обеспечение – это деятельность педагога по активизации ресурсов, необходимых для развития учащегося. Такая деятельность носит ситуационный, ресурсно-обеспечивающий характер.

Таким образом, именно педагогическое сопровождение наиболее адекватно целям нашего исследования. Оно противоположно воздействию, которое опирается на принуждение, внушение, манипулирование, неприятие недостатков и ошибок [7]. В сравнении с педагогическим воздействием сопровождение предполагает субъектное, демократичное

взаимодействие педагога и учащихся. По сравнению с поддержкой, сопровождение осуществляется системно в течение длительного времени, в то время как поддержка чаще всего реализуется фрагментарно, в связи с необходимостью справиться с уже назревшими проблемами. Педагогическое сопровождение предполагает поощрение максимальной самостоятельности студентов при минимальном, по сравнению с поддержкой, участии сопровождающего.

Концепция педагогического сопровождения основывается на принципах педагогики сотрудничества, индивидуализации образования. Педагогическое сопровождение достаточно часто применяется в контексте воспитательной работы со студентами. Это форма педагогической деятельности, которая ориентируется на развитие личности, на оптимизацию процесса её адаптации к социокультурной среде вуза.

При поступлении в вуз вчерашние абитуриенты чаще всего попадают в стрессовую ситуацию. Для того, чтобы «без потерь» пережить трудности, возникающие на первых этапах обучения, требуется сопровождение со стороны педагогического сообщества. Необходимо создавать условия для развития личностных качеств, позволяющих каждому первокурснику органично вписаться в студенческую жизнь, стать подлинным субъектом образовательного процесса. В результате может сформироваться умение осознанно и самостоятельно разрешать возникающие проблемные ситуации.

Заметим, что при адекватной организации педагогического сопровождения отношения между студентами и педагогом приобретают субъект-субъектный характер. Педагогическое сопровождение субъективно ощущается сопровождаемым как «чувство надёжного плеча», как понимание того, что есть тот, кто рядом, на кого можно опереться [1]. Благодаря совместным усилиям кризисный этап в жизни первокурсников проходит наиболее гладко.

По мере протекания процесса адаптации к социокультурной среде вуза у студентов не исчезает потребность в соответствующем взаимодействии с педагогом. При этом важно, чтобы педагог находился «рядом» и, не подавляя инициативу студентов, не доминируя во взаимоотношениях, как бы следовал за ними, сопутствовал их индивидуальному развитию, интеграции в социокультурную среду вуза.

Педагогическое сопровождение как процесс заинтересованного наблюдения, консультирования, личного участия сопровождающего предполагает непрерывную, заранее спланированную деятельность. Её ориентация носит превентивный характер, задающий необходимость создания условий для формирования у сопровождаемых студентов умения самостоятельно справляться с трудностями, определять пути индивидуального развития и саморазвития. М. А. Забоева полагает, что сопровождение носит профилактический характер и позволяет предупредить появление различного рода проблем, связанных с процессом адаптации молодёжи к новым

условиям [3]. Кроме того, сопровождение способствует возрастанию умения сопровождаемого самостоятельно разрешать свои учебные и личностные проблемы. При педагогическом сопровождении степень вмешательства сопровождающего в процесс развития студента минимальна.

Что касается потенциала педагогического сопровождения, то он определяется способностью, возможностью и готовностью педагога к качественному выполнению этого вида профессиональной деятельности. В современных условиях сопровождение, направленное на личностное и социальное развитие студентов, осуществляют кураторы со специфическим набором функций.

Способность куратора к данному виду деятельности означает системную совокупность тех его свойств, которые в ходе собственной активной саморегуляции формируются, развиваются и проявляются в педагогическом сопровождении, обуславливая успешность его выполнения.

В педагогическом сопровождении особо нуждаются студенты, находящиеся в процессе адаптации к социокультурной среде вуза. Система педагогической деятельности, направленная на повышение результативности рассматриваемого процесса, подразумевает диагностику внутреннего состояния молодого человека, создание условий для его саморефлексии, содействие формированию у него умения справляться с трудностями, самостоятельно намечать свою образовательную и профессиональную траекторию.

Вместе с тем в практике отечественных вузов такая работа ведётся довольно редко. А. Я. Найн [11] полагает, что это связано с фрагментарным осуществлением педагогического сопровождения, оказанием помощи в связи с необходимостью справиться с уже назревшими проблемами, причём, как правило, в ходе учебного процесса. Поскольку для внеаудиторной деятельности не выделяются не то что достаточные, но хотя бы минимально необходимые ресурсы, то указанная деятельность систематически не осуществляется, а её потенциал практически не используется.

Говоря о педагогическом сопровождении, обычно полагают, что оно содействует самовыражению человека, развитию его индивидуальности при выполнении им социальных ролей. В ходе сопровождения реализуется специфическая проектная практика работы с каждым первокурсником, которая ориентирована на его индивидуальное развитие и саморазвитие. Разделяя точку зрения Е. И. Исаева и В. И. Слободчикова, можно утверждать, что следует создавать условия для осознанного и целенаправленного проектирования разнообразных жизненных ситуаций, в которых становится возможным результативная адаптация первокурсника к социокультурной среде вуза, становление авторства собственных осмысленных действий [6].

Такого рода качествами обладает педагогическое сопровождение процесса адаптации студентов к социокультурной среде вуза. Это сопровождение направлено на культивирование базовых способностей челове-

ка. Оно представляет собой особую работу «в пространстве субъективной реальности человека: в пространстве совместно-распределённой деятельности, в пространстве со-бытийной общности, в пространстве рефлексивного сознания. Именно в этом пространстве... возможно становление автономии и самодетерминации человека, его саморазвития и самообразования, а в пределе — его фактического самостояния в собственной жизни» [6, с. 28]. Педагогическое сопровождение куратором процесса адаптации студентов к социокультурной среде вуза характеризуется приданием серьёзного значения формированию умения самостоятельной адаптации субъекта, его социальной активности.

Для организации сопровождения адаптации студентов к социокультурной среде вуза имеют существенное методологическое значение идеи «понимающей педагогики». Именно понимание возбуждает внутренние источники самодвижения субъекта, позволяющие ему реализовывать потенциальные возможности зоны ближайшего развития [10]. Педагогическое сопровождение процесса адаптации студентов к социокультурной среде вуза реализует идею, которая заключается в обеспечении возможности восхождения человека к полноте собственной реальности, «разворачивания» человечности в человеке. С этих позиций образование можно рассматривать как пространство культивирования человечности, становления деятельностных качеств, без которых человек не может быть самим собой.

Процесс очеловечивания человека, включающий в себя вхождение индивида в новую социальную среду, предполагающее социальное познание, социальное общение, овладение навыками профессиональной деятельности, активное переустройство окружающего, изменение и качественное преобразование самого человека, органично связан с адаптацией индивида к новой среде [12].

Сопровождение в образовательной деятельности может быть истолковано как мировоззренческая, гносеологическая, теоретическая и практическая ориентация образовательной деятельности на человека как на главную цель и ценность. Приоритетной целью и ценностью современного образования становится обеспечение становления в каждом человеке его субъектности как потребности и способности к самодетерминируемому, самоорганизуемому, саморегулируемому и самоконтролируемому поведению [6]. Необходимо отметить, что педагогическое сопровождение обращено к целостным характеристикам бытия человека как субъекта образовательного процесса (образовательное пространство, со-бытийность, время жизни, образовательные практики, ценностные и смысловые координаты жизненного мира, профессиональная идентичность, жизненное и профессиональное самоопределение, самореализация, призвание, человеческий потенциал и др.).

Таким образом, для педагогического сопровождения характерен ряд особенностей:

- осознанная постановка гуманистических целей;

- акцентирование на развитии человека;
- целостность и продуманность всех компонентов системы;
- чёткая организация педагогического процесса;
- высокие нравственные ориентиры;
- ненасильственные методы воспитания [8].

Главным смыслом, ценностным ориентиром педагогического сопровождения является проектирование таких образовательных процессов, в которых становится возможным развитие фундаментальной способности человека адаптироваться к новым условиям и быть подлинным субъектом собственной жизни, способности превращать собственную жизнедеятельность в предмет практического преобразования.

Реализация педагогического сопровождения куратором адаптации студентов к социокультурной среде вуза создаёт новую возможность совершенствования этой среды. Результативность сопровождения обеспечивается при:

- ориентации сопровождающей деятельности на развитие и функционирование общности студентов;
- взаимодействию участников общности, способствующем развитию качеств, необходимых для результативной адаптации студентов к социокультурной среде вуза;
- освоении в общности опыта проектирования личностно-значимых ситуаций;
- рефлексии студентами собственной, а также совместной деятельности и получаемых результатов;
- диагностике уровней адаптации студентов к среде вуза.

Таким образом, педагогическое сопровождение рассматриваемого процесса предполагает организацию такой системной деятельности, в которой её участники превращаются в равноправных со-творцов образовательного процесса, способствует нахождению индивидуальных смыслов, целей развития и адаптации субъекта к новым условиям жизни.

Будучи воплощённым в практику, такое сопровождение способно оказать существенное влияние на социокультурную среду вуза. Известно, что кураторам отводится существенная роль в личностном становлении, воспитании и развитии будущих специалистов. Эта деятельность во многом предопределяет качество студенческой составляющей социокультурной среды вуза, задавая выбор, какой будет эта составляющая — управляемой, выполняющей требования, «послушной» или самоуправляемой, самостоятельно определяющейся, инициативной [2]. Следовательно, куратор, обеспечивая педагогическое сопровождение процесса адаптации студентов к социокультурной среде вуза, способен «активизировать» личную позицию первокурсников и создать условия для стимулирования их личностного потенциала.

При этом как результат адаптации студентов к социокультурной среде вуза можно рассматривать сформированные качества, позволяю-

щие студенту осознанно принимать на себя разнообразные социальные роли в жизнедеятельности вуза. Иными словами, результатом становятся сформированные соответствующие социально значимые компетенции.

Известно, что компетенции формируются и развиваются именно в деятельности. Рассматривая общекультурные компетенции, характеризующие отношение человека к самому себе как личности, как субъекту жизнедеятельности, а также социально значимые компетенции, которые характеризуют взаимодействие человека с другими людьми, И. А. Зимняя выделила следующие составляющие:

- готовность к проявлению (мотивационный аспект);
- владение знанием содержания компетенции (когнитивный аспект);
- опыт проявления в разнообразных стандартных и нестандартных ситуациях (поведенческий аспект);
- отношение к содержанию компетенции и объекту её приложения (ценностно-смысловой аспект);
- эмоционально-волевая регуляция процесса и результата проявления [5].

Педагогическое сопровождение куратором процесса адаптации студентов к социокультурной среде вуза способствует развитию ценностного мира участников. И у студентов, и у куратора соответствующим образом обновляются ценностные установки, усиливается потребность в духовно-нравственном самосовершенствовании. Такая деятельность содействует формированию у куратора творческого мышления, готовности к педагогической импровизации, осознанию важности и значимости своей деятельности. В ходе организации субъект-субъектного взаимодействия со студентами происходит развитие лидерских качеств, организаторских и коммуникативных умений, совершенствуется способность к саморефлексии, самоанализу и самоконтролю.

Заметим, что, осуществляя рассматриваемое педагогическое сопровождение, куратор как бы последовательно осваивает три уровня: знание, понимание и принятие. Первый уровень содержит знание цели своей деятельности, методов и средств достижения этой цели. Второй уровень включает в себя осмысление и освоение механизмов реализации сопровождения, понимание её значимости. Третий уровень предполагает принятие цели, основанное на гуманистических ценностях и осознании важности развития каждого.

В процессе сопровождения куратором процесса адаптации студентов к социокультурной среде вуза происходит активное преобразование отношений «куратор-студент», «куратор-группа», «студент-студент», «студент-группа». Позитивные взаимоотношения внутри группы переносятся на других значимых лиц (преподавателей, сверстников, родителей и т. д.).

Распространение опыта реализации педагогического сопровождения адаптации студентов к среде вуза путём написания методических посо-

бий, участия в научных конференциях, семинарах, круглых столах и т. д. способствует укоренению данного опыта в образовательной практике.

Педагогическое сопровождение рассматриваемого процесса предполагает осуществление осмысленного целенаправленного проектирования разнообразных жизненных и образовательных ситуаций, в которых становится возможным личностное и профессиональное самоопределение первокурсника, обретение им субъектности, становление авторства собственных осмысленных действий. Это позволяет обеспечить последовательность шагов формирования и развития со-бытийности образовательной общности, ориентированной на освоение проектной культуры.

Отметим, что эффективное воплощение педагогического сопровождения возможно только на соответствующей теоретической основе. Обобщение приведённых выше условий, обеспечивающих результативность педагогического сопровождения процесса адаптации студентов к социокультурной среде вуза, способно создать такую основу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александрова Е. А. Виды педагогической поддержки и сопровождения индивидуального образования [Электронный ресурс] // Институт системных исследований и координации социальных проектов: [сайт]. URL: <http://www.isiksp.ru/biblioteka/vidyi-pedagogicheskoy-podderzhki-i-soprovozhdeniya-individualnogo-obrazovaniya> (дата обращения 12.03.2019)
2. Гринкруг Л. С., Василенко В. С., Буховцева О. В. Роль куратора во взаимодействии вуза и работодателей // Учёные записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. 2011. № IV-2 (8). С. 15–20.
3. Забоева М. А. К вопросу о соотношении понятий «педагогическое сопровождение» и «педагогическая поддержка» // Вестник Шадринского государственного педагогического института. 2013. № 3 (19). С. 43–48.
4. Загребина А. В. Высшее образование как институт социализации в современном российском обществе // Учёные записки Санкт-Петербургского государственного института психологии и социальной работы. 2007. Т. 7. № 1. С. 18–21.
5. Зимняя И. А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании. М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. 42 с.
6. Исаев Е. И., Слободчиков В. И. Введение в антропологию образования: монография. Биробиджан: Изд-во ПГУ им. Шолом-Алейхема, 2012. 215 с.
7. Кузнецова К. С. Анализ сущности педагогического сопровождения в ряду сопряжённых понятий гуманистической педагогики // Вестник Поволжской академии государственной службы. 2012. № 2 (31). С. 154–158.
8. Максакова В. И. Педагогическая антропология: учебное пособие для студентов высших учебных заведений. М.: Академия, 2001. 208 с.
9. Мардахаев Л. В. Социально-педагогическое сопровождение и поддержка растущего человека в жизненной ситуации [Электронный ресурс] // ЦИТИСЭ: электронный научный журнал. 2015. № 1. URL: http://ma123.su/load/citise_1_2015/13_00_00_pedagogicheskie_nauki/mardakhaev_1_v_socialno_pedag

ogicheskoe_soprovozhdenie_i_podderzhka_rastushhego_cheloveka_v_zhiznennoy_situacii/6-1-0-47 (дата обращения 12.03.2019)

10. Машиовец С. П. Категория понимания и её роль в подготовке специалистов по связям с общественностью // Педагогическое образование и наука. 2010. № 11. С. 71–74.
11. Найн А. Я. Педагогические инновации и научный эксперимент // Педагогика. 1996. № 5. С. 10–15.
12. Ромм М. В. Адаптация личности в социуме: теоретико-методологический аспект. Новосибирск: Наука, 2002. 275 с.
13. Фишман Б. Е. Концептуальные основы системы педагогической поддержки личностно-профессионального самоопределения студентов // Педагогическое образование и наука. 2012. № 3. С. 71–75.

* * *

Bukhovtseva Olga V.

PEDAGOGICAL SUPPORT OPPORTUNITIES TO ENSURE EFFECTIVE ADAPTATION OF STUDENTS TO THE SOCIO-CULTURAL ENVIRONMENT OF THE UNIVERSITY

(Sholom-Aleichem Priamursky State University, Birobidzhan, Russia)

The article describes the problems faced by students in the learning process at the university. The need to assist students in the formation of skills to overcome difficulties is grounded. The essence of the concepts of «pedagogical assistance», «pedagogical influence», «pedagogical support», «pedagogical support», «pedagogical support» is revealed. The features of pedagogical support are given. The conditions of the effectiveness of the pedagogical support of the effective adaptation of students to the socio-cultural environment of the university are considered.

Keywords: pedagogical support, effective adaptation of students, social and cultural environment of the university

REFERENCES

1. Aleksandrova E. A. *Vidy pedagogicheskoy podderzhki i soprovozhdeniya individual'nogo obrazovaniya* (Types of pedagogical support and maintenance of individual education). Available at: <http://www.isiksp.ru/biblioteka/vidyi-pedagogicheskoy-podderzhki-i-soprovozhdeniya-individualnogo-obrazovaniya> (accessed 03/12/2019)
2. Grinkrug L. S., Vasilenko V. S., Bukhovtseva O. V. The role of the curator in the interaction of the university and employers [Rol' kuratora vo vzaimodeystvii vuza i rabotodateley], *Uchenye zapiski Komsomol'skogo-na-Amure gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2011, no. IV-2 (8), pp. 15–20.
3. Zaboieva M. A. On the question of the relationship between the concepts of «pedagogical support» and «pedagogical support» [K voprosu o sootnoshenii ponyatiy «pedagogicheskoe soprovozhdenie» i «pedagogicheskaya podderzhka»], *Vestnik Shadrinskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo institute*, 2013, no. 3(19), pp. 43–48.
4. Zagrebina A. V. Higher education as an institution of socialization in modern Russian society [Vysshee obrazovanie kak institut sotsializatsii v sovremennom rossiyskom obshchestve], *Uchenye zapiski Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo instituta psikhologii i sotsial'noy raboty*, 2007, vol. 7, no. 1, pp. 18–21.
5. Zimnyaya I. A. *Klyuchevye kompetentnosti kak rezul'tativno-tselevaya osnova kompetentnostnogo podkhoda v obrazovanii* (Key competencies as an effective target basis of a competence-based approach in education), Moscow, 2004. 42 p.

6. Isaev E. I., Slobodchikov V. I. *Vvedenie v antropologiyu obrazovaniya: monografiya* (Introduction to the anthropology of education: monograph), Birobidzhan, PGU im. Sholom-Aleykhema Publ., 2012. 215 p.
7. Kuznetsova K. S. Analysis of the essence of pedagogical support in a series of related concepts of humanistic pedagogy [Analiz sushchnosti pedagogicheskogo soprovozhdeniya v ryadu sopryazhennykh ponyatiy gumanisticheskoy pedagogiki], *Vestnik Povolzhskoy akademii gosudarstvennoy sluzhby*, 2012, no. 2(31), pp. 154–158.
8. Maksakova V. I. *Pedagogicheskaya antropologiya: uchebnoe posobie dlya studen-tov vysshikh uchebnykh zavedeniy* (Pedagogical anthropology: study guide for students of higher educational institutions), Moscow, Akademiya Publ., 2001. 208 p.
9. Mardakhaev L. V. Social and pedagogical support and support of a growing person in a life situation [Sotsial'no-pedagogicheskoe soprovozhdenie i podderzhka rastushchego cheloveka v zhiznennoy situatsii], *TsITISE*, 2015, no. 1. Available at: http://ma123.su/load/citise_1_2015/13_00_00_pedagogicheskie_nauki/mardakh_aev_1_v_socialno-pedagogicheskoe_soprovozhdenie_i_podderzhka_rastushhego_cheloveka_v_zhiznennoy_situatsii/6-1-0-47 (accessed 03/12/2019)
10. Mashovets S. P. Category of understanding and its role in the training of specialists in public relations [Kategoriya ponimaniya i ee rol' v podgotovke spetsialistov po svyazyam s obshchestvennost'yu], *Pedagogicheskoe obrazovanie i nauka*, 2010, no. 11, pp. 71–74.
11. Nayn A. Ya. Pedagogical innovations and scientific experiment [Pedagogicheskie innovatsii i nauchnyy eksperiment], *Pedagogika*, 1996, no. 5, pp. 10–15.
12. Romm M. V. *Adaptatsiya lichnosti v sotsiume: teoretiko-metodologicheskii aspekt* (Personality adaptation in society: a theoretical and methodological aspect), Novosibirsk, Nauka Publ., 2002. 275 p.
13. Fishman B. E. Conceptual foundations of the system of pedagogical support for the personal and professional self-determination of students [Kontseptual'nye osnovy sistemy pedagogicheskoy podderzhki lichnostno-professional'nogo samoopredeleniya studentov], *Pedagogicheskoe obrazovanie i nauka*, 2012, no. 3, pp. 71–75.

* * *

УДК 37+159.99

Б. Е. Фишман, А. А. Липовецкая**СИСТЕМНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ УСЛОВИЙ,
ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ
СОПРОВОЖДЕНИЕ ПОЛОРОЛЕВОГО
САМООПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДРОСТКОВ 11—14 ЛЕТ**

В статье рассмотрена концептуальная основа системы условий, обеспечивающих педагогическое сопровождение полоролевого самоопределения учащихся. Конкретизирован состав макрокомпонентов указанной системы с учётом её ориентации на педагогическое сопровождение подростков 11—14 лет. Предложены методики, обеспечивающие педагогическое сопровождение полоролевого самоопределения таких подростков.

Ключевые слова: подростки 11—14 лет; полоролевого самоопределения подростков; условия полоролевого самоопределения подростков; система педагогического сопровождения; методики, обеспечивающие сопровождение полоролевого самоопределения подростков.

Введение

Полоролевого самоопределения представляет собой динамическую структуру, связанную с осознанием человеком себя как представителя того или иного пола [2]. Полоролевого самоопределения формируется в рамках множества условий. Стихийные условия (педагогически нерегулируемые) срабатывают в тех случаях, когда дети и подростки сами осуществляют отбор, фильтрацию, интерпретацию приемлемых для себя социальных стереотипов. В силу возраста и недостатка жизненного опыта дети и подростки далеко не всегда самостоятельно выбирают качественные, полезные и позитивные стереотипы. При этом учащиеся не проводят рефлексию, не воспринимают все объективные плюсы и минусы своих установок. Кроме того, многие установки не коррелируют с другими, ранее усвоенными стереотипами, из-за чего теряется последовательность и системность процесса.

Достичь гармоничности и результативности формирования полоролевого самоопределения можно в рамках системы условий, которая специально создаётся и контролируется взрослыми. В частности, указанную систему можно создавать в общеобразовательной школе. Она

Липовецкая Анна Андреевна — аспирант (Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема, Биробиджан); e-mail: annalipovetskaya@yandex.ru.

Фишман Борис Ентильевич — кандидат физико-математических наук, доктор педагогических наук, профессор (Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема, Биробиджан); e-mail: bef942@mail.ru.

© Фишман Б. Е., Липовецкая А. А., 2019

может и должна формироваться на основе педагогической теории, опыта, мастерства педагога.

Такие условия можно реализовать в специальной системе педагогического сопровождения полоролевого самоопределения учащихся.

Система педагогического сопровождения полоролевого самоопределения учащихся пятых – седьмых классов

Обычно педагогическое сопровождение учащихся, которое реализуется в образовательной организации общего образования, рассматривается как системная деятельность, направленная на развитие их самосознания, личностное развитие, а также на определение путей выбора своей будущей профессии [9], [11]. Ясно, что педагогическое сопровождение учащихся воплощает личностно-ориентированный подход к каждому и обеспечивает его поддержку в непростом процессе жизненного и профессионального самоопределения. С другой стороны, А. В. Мудрик определяет педагогическое сопровождение как «помощь в социальном воспитании, в процессе социализации, приобщение учащегося к социально-культурным и нравственным ценностям, на которые он опирается в процессе осуществления выбора, самореализации и саморазвития» [10, с. 178].

Педагогическое сопровождение развития личности носит комплексный характер, оптимально реализуя взаимодействие людей в образовательном процессе с позиций социокультурного, системного и дифференцированного подходов: «Сопровождая развитие ребенка, педагоги, прежде всего, опираются на его интересы, потребности, опыт. Это ... требует не воздействия на детей, а взаимодействия с ними» [1, с. 3]. При этом ориентация педагогического сопровождения определяется тем процессом, развитие которого сопровождается педагогом.

Для процесса полоролевого развития учащихся педагогическое сопровождение осуществляет содействие:

- каждому ребёнку в процессе целенаправленного формирования его позитивной полоролевой идентичности;
- родителям в поиске эффективных форм, методов и приёмов полоспецифического взаимодействия со своими детьми;
- родителям и педагогам в формировании полоразвивающего характера взаимоотношений в системе «воспитатель – ребёнок – родитель» [6, с. 7].

Указанное педагогическое сопровождение должно быть реализовано на основе знания психологических особенностей, обусловленных социокультурными требованиями к мужчине и женщине. При этом необходимо использовать механизмы формирования полоролевых характеристик мальчиков и девочек (юношей и девушек). Также нужно учитывать влияние институтов социализации на их развитие. Следует преодолевать негативное воздействие гендерной асимметрии на подрастающее

поколение, создавать условия для развития способностей и склонностей независимо от пола ребенка, осуществлять гендерное просвещение общества [4], [7]. Одновременно обеспечивать создание и обогащение полоразвивающей социокультурной среды.

Педагогическому сопровождению присуще то, что оно осуществляется одновременно в пространственной, временной и институциональной формах и может быть отображено с помощью структурных, процессуальных и деятельностных характеристик. Формируя систему педагогического сопровождения полоролевого самоопределения учащихся, необходимо задать цель и задачи функционирования такой системы, обосновать соответствующую деятельность, обеспечить возможности для рефлексии, охарактеризовать выполнение оценочно-корректировочных действий.

Цель педагога в этой системе — создать условия для решения учащимися соответствующих возрасту задач полоролевого самоопределения. Цель деятельности учащихся, которая определяет педагогическую сущность происходящего в системе, — реализовать возрастосообразный этап их полоролевого самоопределения. Эта цель, выраженная в понятиях, доступных учащимся, формулируется ими по ходу совместной деятельности.

Концепция системы педагогического сопровождения полоролевого самоопределения учащихся схематически представлена на рисунке.

Сразу отметим следующую принципиальную особенность разработанной концепции. Функционирование системы педагогического сопровождения полоролевого самоопределения учащихся обеспечивается и педагогами, и учащимися как субъектами. Это предопределяет необходимость разработать все компоненты системы для каждого из указанных субъектов, что отражено в схеме на рисунке.

Субъектность учащихся в деятельности рассматриваемой системы означает, что они не просто воспринимают информацию, подготовленную педагогом, а являются активными участниками процессов порождения информации, её осмысления, оценки и преобразования. Следовательно, «деятельностный блок» модели этой системы должен включать в себя соответствующие методы работы, которые обеспечивают не только формирование самими учащимися собственного мнения по всем обсуждаемым вопросам, но и обсуждение своей позиции, а также активное участие каждого в оценке выполненной работы и полученных результатов.

Задачи для учащихся определяются в соответствии с этапами, которые необходимо пройти для того, чтобы обеспечить достижение поставленной цели. Эти задачи обеспечивают не только осознание учащимися тех или иных представлений, мнений, стереотипов, но и осмысление того, что ситуации, связанные с полоролевым поведением, не могут быть всегда простыми и однозначными.

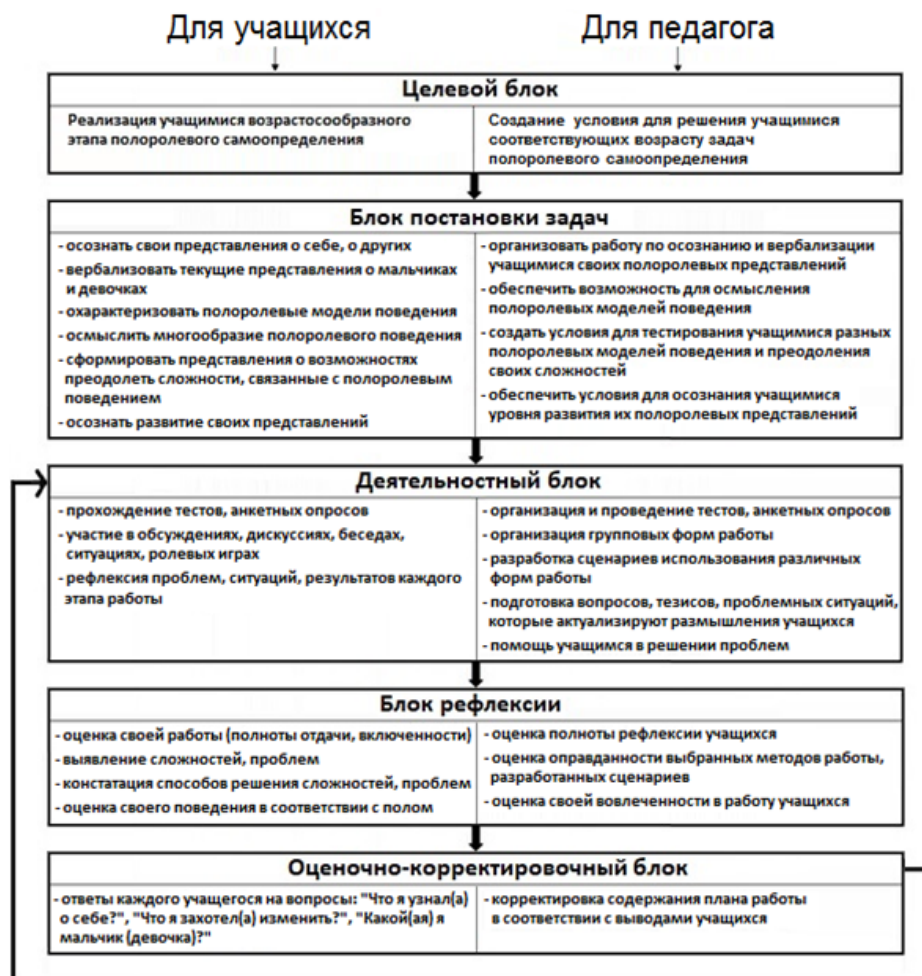


Рис. Система педагогического сопровождения полоролевого самоопределения учащихся

В то же время деятельность педагога задаётся, прежде всего, тем, что она должна обеспечить условия для реализации задач учащихся.

Деятельностный блок для учащихся выстраивается не столько в формах пассивной работы, связанной с проведением тестов и анкетных опросов, сколько в активных формах, в которых учащиеся являются главными субъектами деятельности. Учащиеся участвуют в играх, разыгрывают и разбирают ситуации, в которых им необходимо принимать на себя и реализовывать определённые роли, а затем оценивать себя в той или иной роли. Они свободно формируют свое собственное мнение, никем извне не навязанное, обсуждают разные точки зрения.

При этом деятельность педагога не сводится к выдаче учащимся готовых правил, норм, ответов и оценок. Учитель создаёт такие условия, в которых учащиеся сами могут оценить и осознать разные полоролевые модели поведения, стереотипы и т. д. В случае возникновения затруднений у учащихся педагог вопросами побуждает участников искать возможный путь решения проблемы. Задача педагога очень непростая — «мягко» и деликатно управлять процессом формирования полоролевых норм и форм поведения. Именно на основе своего профессионального мастерства и компетентности учитель может помочь учащимся осознать и закрепить у них в сознании позитивные полоролевые стереотипы, которые не нанесут вред дальнейшему психологическому становлению личности ребенка.

Блок рефлексии обеспечивает важный этап работы учащихся. Именно в ходе рефлексии они обучаются сами себя оценивать с точки зрения своей вовлечённости в процесс, вырабатывают новые взгляды, осваивают умения анализировать свои поступки с точки зрения полоролевого поведения. К окончанию годичного цикла работы учащиеся должны быть способны адекватно оценивать своё поведение с точки зрения полоролевых норм.

Оценочно-корректировочный блок осуществляется для того, чтобы, используя свои знания и умения, каждый учащийся сам себе смог ответить на вопросы о том, считает ли он своё поведение соответствующим полу, всё и всегда ли он делает правильно, какой он есть на самом деле и каким человеком он предстаёт перед обществом. Подводя итоги, подростки анализируют преодоленные трудности и конкретизируют те вопросы, решение которых пока не было найдено ими.

Чтобы учитель эффективно осуществлял свои функции в системе педагогического сопровождения полоролевого самоопределения учащихся, ему необходимо быть координатором деятельности учащихся. При этом должны выполняться следующие условия. Тактика работы учителя реализует конкретные, причём ограниченные, возможности управления и удерживается в границах управленческого регулирования. Конструирование идеального становится профессиональной способностью (прежде всего, проявление ценностей и объединение участников на основе ценностей; концептуализация при рассмотрении конкретных ситуаций, анализ норм, регулирующих полоролевое поведение учащихся) [3].

В идеале система педагогического сопровождения полоролевого самоопределения учащихся должна вести себя как живой организм, все части которого взаимодействуют между собой. В таком случае система развивается в соответствии со своими собственными закономерностями и создаёт собственную культуру взаимодействия. Заметим, что в ходе функционирования в систему могут вноситься необходимые коррективы вплоть до переосмысления целей её функционирования.

Методики, обеспечивающие педагогическое сопровождение полоролевого самоопределения

Первый цикл деятельности системы педагогического сопровождения полоролевого самоопределения учащихся начинается в пятом классе и включает в себя 7 этапов.

На этапе 1 осуществляется диагностика текущего состояния процесса полоролевого самоопределения учащихся. При этом учащихся «приглашают» к самопознанию. С учётом возрастных особенностей пятиклассников, а также специфики возможностей проведения работы в рамках школы могут быть использованы следующие три методики.

Методика «*Я в 20 лет*» (авторская). Обеспечивает оценку уровня развития полоролевых стереотипов учащихся и одновременно формирует материал, необходимый для проведения следующего модуля. Учащиеся пишут эссе, в которых представляют себя и свою жизнь в будущем, когда им будет 20 лет.

Тестовая методика «*Маскулинность, феминность*» [9] используется для выявления роли полоролевых характеристик в структуре Я-концепции личности. Из 60 предложенных характеристик личности каждый учащийся выбирает те качества, которые, как он считает, относятся именно к нему.

Методика «*Диалоги о результатах диагностики*» используется для рефлексии учащимися полученных результатов. Их знакомят с результатами эссе и тестовой методики, а затем организуют обсуждение в диалогах.

Этап 2. Рефлексия подростками собственных представлений о мальчиках и девочках. На данном этапе учащиеся осваивают основы рефлексивных позиций по отношению к своему пониманию традиционных половых ролей, ценностей, ориентиров. Этот этап позволяет выявить уже имеющиеся представления учащихся о половых ролях людей.

Используется методика «*Круглый стол*»: «Какими я вижу мальчиков и девочек в будущем?». Сначала учащихся побуждают отрефлексировать ход написания эссе и обобщить свои мысли по его поводу. Работа ориентируется на обсуждение тех вопросов, которые при прохождении предыдущего этапа вызывали у них затруднения. Учитель организует и регламентирует работу. Он может оказать небольшую, точечную помощь учащимся в случае их затруднений. Все умозаключения формируются самими учащимися. При адекватно организованной работе круглого стола учащиеся приходят к выводу о том, что нельзя дать однозначный образ идеального человека.

Этап 3. Осознание учащимися того, что полоролевые модели поведения людей неоднозначны. В ходе анализа того или иного поведения людей в различных ситуациях учащиеся обнаруживают, что используются разные модели поведения. При этом у каждой модели имеется свой

смысл. Учитель не навязывает свои оценки, не определяет, какая модель самая подходящая. Он помогает учащимся обнаружить в поведении людей ту или иную полоролевою модель поведения, содействует осознанию учащимися неоднозначности таких моделей.

Используются три методики.

Анкета «Знаю ли я, как вести себя в тех или иных ситуациях»

Учащиеся получают анкету, в которой описано 10 ситуаций. Им необходимо ответить на вопрос об их отношении к данной ситуации. При заполнении анкеты учащиеся сталкиваются со спорными ситуациями, к которым не всегда можно отнестись однозначно. Выполнение этой работы позволяет задуматься о том, что не всегда можно дать точную оценку поведения человека.

Тест «Мужчина или женщина»

Сначала создаются тестовые задания. Для этого учащиеся подбирают, анализируют и группируют литературные источники, в которых описано поведение мальчиков и девочек, юношей и девушек. Затем формируются кластеры полоролевого поведения и выделяются проявления этих кластеров. Проявления используются при формировании учителем тестовых заданий.

Каждое тестовое задание описывает поведение человека без конкретизации его пола. По этому описанию учащиеся определяют, о ком идёт речь — о мужчине или о женщине.

Диспут «Стереотипы поведения — это хорошо или плохо?»

Перед проведением диспута двум учащимся даётся опережающее задание. Первый учащийся должен подготовить доказательства того, что стереотипы поведения — это хорошо, а второй, что стереотипы — это плохо. Учащимся предлагается план, согласно которому нужно выстроить материал, доказывающий его позицию:

- 1) стереотипы в учёбе;
- 2) стереотипы при общении с друзьями;
- 3) стереотипы в семье;
- 4) стереотипы в спорте и досуге.

Диспут продолжается 2 занятия. На первом учащиеся заслушивают доклады о стереотипах и обсуждают их. На втором занятии они обсуждают результаты анкет и теста. В итоге у каждого участника формируется своё понимание того, хорошо или плохо наличие стереотипов поведения.

Реализация методик данного этапа позволяет наработать материал для последующей работы.

Этап 4. Осмысление многообразия полоролевого поведения людей. На основе культурных феноменов осмысливается многообразие возможных моделей полоролевого поведения и вырабатывается отношение к этому многообразию. Для достижения результатов используется 5 методик.

Методика «Просмотр видеороликов – фрагментов произведений»

Учащимся демонстрируются видеоролики из мультфильмов, в которых предьявляются те или иные стереотипы полоролевого поведения.

Работа в малых группах «Сравнение героев видеороликов»

В ходе анализа просмотренных ранее видеофрагментов выявляется разница между поведением, характером и внешностью девочек и мальчиков. Учащимся предлагается ответить на вопросы: «Понравился ли вам персонаж?», «Почему?», «Что бы вы посоветовали ей/ему изменить?», «Назвали бы вы её/его идеалом?».

Работа в малых группах «Образы людей на картинах»

Учащимся демонстрируются картины с изображением людей, написанные художниками разных эпох.

Учащиеся делятся на группы, каждая из которых будет разбирать картины, на которых изображены: 1) женщины; 2) мужчины; 3) и женщины, и мужчины.

Участники должны ответить на вопросы:

1. Что можно сказать о написанном человеке?
2. В какое время написана картина?
3. Возможно ли, что в наше время существует человек с такой же судьбой, как на этой картине?

Поисковая творческая работа «История моды. Связана ли мода разных эпох со стереотипами поведения того времени?»

Учащиеся готовят материал и выступают с докладами, презентуя информацию остальным учащимся. Просмотрев историю того, как менялась мода, учащиеся определяют, насколько важны в нашем восприятии человека его внешность, одежда, облик.

Круглый стол «Образы мужчин и женщин в искусстве и обществе»

Подводится итог предыдущей работе, выполненной на данном этапе. Учащимся предлагаются следующие вопросы, на которые они должны сформировать свои собственные ответы:

1. Какая эпоха Вам понравилась больше всего с точки зрения того, какие образы и какие нормы поведения были в то время?
2. Какая эпоха Вам понравилась меньше всего с точки зрения того, какие образы и какие нормы поведения были в то время?
3. Каковы проблемы в восприятии поведения людей в наше время?
4. Как вы считаете, в какой временной эпохе Вы со своими взглядами и стереотипами чувствовали бы себя лучше всего?

Учащиеся приходят к выводу о том, что в любой модели есть плюсы и минусы. Абсолютного идеала нет. Человек может вести себя по-разному. При этом далеко не все стереотипы можно считать полезными.

Этап 5. Конфликтные ситуации, связанные с полоролевым поведением. Осмысление проблемных ситуаций, связанных с полоролевым поведением. Определение учащимися способов наиболее успешно осуществить своё полоролевое поведение.

Создание позитивного календаря на месяц

Сначала учащимся предлагают создать позитивный календарь на следующий месяц. Для этого каждый выбирает себе какой-либо день и придумывает, днём чего он будет (например, днём велосипедиста). Затем учащиеся оформляют общий календарь класса на ватмане.

Следующий месяц учащиеся проводят в соответствии с этим календарём. При этом для каждого дня его «автор» сам или с друзьями разрабатывает сценарий этого дня.

Ролевая игра «Каким бы я хотел быть мужчиной? / Какой бы я хотела быть женщиной?»

Учащимся даётся опережающее задание — составить сценку из одного их дня. Затем эти сценки будут разыграны детьми. В сценках должны быть отражены: занятие, работа, поведение, взаимодействие с членами семьи, другими людьми.

Если в сценке возникает конфликтная ситуация, которую подростки не могут сами разрешить, учитель останавливает действие и, обращаясь ко всем учащимся, просит проанализировать ситуацию и помочь выйти из конфликта. Делаются акценты на том, что мужчинам и женщинам стоит вести себя так, чтобы не вызывать конфликтов с окружающими или минимизировать их.

Актёрские этюды [5, с. 106]

Учащиеся разыгрывают предлагаемые ситуации. В ходе представления этих ситуаций производится анализ сложных и/или конфликтных ситуаций.

Затем организуется обсуждение по следующим вопросам. Одинаковые или разные ценности у девочек и мальчиков? Какие ещё значимые для подростков ценности можно внести в исходный список?

Создание памятки «Как чувствовать себя комфортно, будучи мальчиком/девочкой»

Учащиеся подводят итоги своей работы. Они осознают реальное многообразие полоролевого самоопределения. Обобщают своё понимание в памятке «Как чувствовать себя комфортно мальчиком/девочкой».

На этапе 6 осуществляется диагностика итогового состояния полоролевого самоопределения учащихся. Учащиеся выявляют перемены в себе, которые произошли за время совместной с учителем работы.

Используются те же методики, что и на этапе 1. Кроме того, для рефлексии подростками пройденных этапов организуется обсуждение в диалогах результатов диагностики. В итоге выявляется уровень сформированности полоролевого самоопределения учащихся.

Этап 7. Общая итоговая рефлексия. Осмысливаются основы рефлексивных позиций по отношению к собственному пониманию ценностных ориентиров традиционного полоролевого поведения. Используется одна методика.

Круглый стол «Какими я вижу мальчиков и девочек в будущем»

Учащиеся обсуждают те вопросы, которые при прохождении предыдущих этапов вызывали у них затруднения. Все умозаключения и выводы делаются самими учащимися. Хорошо организованная работа круглого стола позволяет учащимся в итоге прийти к выводу о том, что не существует однозначного образа идеального человека и что это нормально, если такой образ формируется у каждого свой.

Заключение

Практическая реализация всего описанного выше показала, что при проведении комплексной, целенаправленной и последовательной работы по сопровождению процесса полоролевого самоопределения учащихся пятых — седьмых классов можно обеспечить эффективное и психологически комфортное достижение ими уровня идентичности, соответствующего возрасту подростков. Для этого важно использовать методики, которые позволяют учащимся осознать свои представления и стереотипы, определить сложности в общении, выявить, в чём состоит недопонимание других людей. Помощь учителя, направленная на педагогическое сопровождение этого процесса, позволит учащимся решить часть из этих проблем и задуматься над остальными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдулова Т. П. Психолого-педагогическое сопровождение реализации Федеральных государственных образовательных стандартов дошкольного образования (ФГОС ДО) / Т. П. Авдулова, Е. И. Изотова, Г. Н. Толкачёва [и др.]. М.: ВЛАДОС, 2016. 316 с.
2. Азизова С. М. Полоролевое воспитание подростков в общеобразовательном учреждении // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Психолого-педагогические науки. 2010. № 2. С. 6 — 10.
3. Баронене С. Г. Управление изменениями: прототип посредничества как основание управленческой позиции // Управление изменениями в образовании: материалы V Всероссийской конференции «Традиционные и инновационные процессы в образовании: управление изменениями», Томск, 1 — 3 ноября 2001 г. / под ред. Г. Н. Прокументовой; Томский государственный университет. Томск, 2001. С. 61 — 74.
4. Воскрекасенко О. А. Гендерный подход к осуществлению педагогического сопровождения адаптации студентов к условиям вуза // Известия высших учебных заведений. 2010. № 2 (14). С. 135 — 141.
5. Захарова С. Н., Чечет В. В. Гендерное воспитание детей и учащейся молодёжи. Минск: БГУ, 2011. 119 с.
6. Иванова О. И. Педагогическое сопровождение полоролевого развития детей старшего дошкольного возраста: автореф. дисс. ... канд. пед. наук. Великий Новгород, 2006. 24 с.
7. Иванова О. И. Формирование позитивной половой идентичности у детей старшего дошкольного возраста. Великий Новгород: НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2006. 124 с.

8. Лернер П. С. Профориентация школьников как фактор подготовки кадров для перспективной экономики России // Мир образования – образование в мире. 2009. № 3. С. 3–13.
9. Методика С. Бем [Электронный ресурс] // PSYERA.RU: сайт. URL: <https://psyera.ru/5165/metodika-s-bem> (дата обращения 12.02.2019).
10. Мудрик А. В. Социализация человека. М.: Академия, 2006. 304 с.
11. Шилова С. А., Чичканова Т. А. Понятие педагогического сопровождения детей дошкольного и младшего школьного возраста в образовательном процессе [Электронный ресурс] // Молодой ученый. 2017. №15.2. С. 210–212. URL: <https://moluch.ru/archive/149/41767/> (дата обращения: 12.02.2019).

* * *

Fishman Boris E., Lipovetskaya Anna A.**SYSTEM REPRESENTATION OF CONDITIONS PROVIDING PEDAGOGICAL SUPPORT
SELF-DETERMINATION IN GENDER-ROLES OF TEENAGERS 11–14 YEARS**

(Sholom-Aleichem Priamursky State University, Birobidzhan, Russia)

The article discusses the conceptual basis of the system of conditions that provide pedagogical support for gender-role self-determination of pupils. The composition of the macro-components of this system was specified, taking into account its orientation on the pedagogical support of adolescents 11–14 years old. Methods to provide pedagogical support for the gender-role self-determination of such teenagers are proposed.

Keywords: adolescents 11–14 years; gender-role self-determination of adolescents; conditions for gender-role self-determination of adolescents; pedagogical support system; techniques that provide gender-role self-determination of adolescents.

REFERENCES

1. Avdulova T. P., Izotova E. I., Tolkacheva G. N. [et al.]. *Psichologo-pedagogicheskoe soprovozhdenie realizatsii Federal'nykh gosudarstvennykh obrazovatel'nykh standartov doskol'nogo obrazovaniya (FGOS DO)* (Psychological and pedagogical support of the implementation of the Federal State Educational Standards for Pre-School Education (GEF TO), Moscow, VLADOS Publ., 2016. 316 p.
2. Azizova S. M. Sex role education of adolescents in a general education institution [Polorolevoe vospitanie podrostkov v obshcheobrazovatel'nom uchrezhdenii], *Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Psichologo-pedagogicheskie nauki*, 2010, no. 2, pp. 6–10.
3. Baronene S. G. Change Management: Prototype Mediation as the Foundation of a Management Position [Upravlenie izmeneniyami: prototip posrednichestva kak osnovanie upravlencheskoj pozitsii], *Upravlenie izmeneniyami v obrazovanii: materialy V Vserossiyskoy konferentsii «Traditsionnye i innovatsionnye protsessy v obrazovanii: upravlenie izmeneniyami»*, Tomsk, 1–3 noyabrya 2001 g. (Management of changes in education: materials of the 5th All-Russian Conference «Traditional and innovative processes in education: management of changes», Tomsk, November 1–3, 2001), Tomsk, 2001, pp. 61–74.
4. Voskresasenko O. A. Gender approach to the implementation of pedagogical support adaptation of students to the conditions of the university. [Gendernyj podhod k osushchestvleniyu pedagogicheskogo soprovozhdeniya adaptatsii studentov k usloviyam vuza], *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij*, 2010, no. 2(14), pp. 135–141.

5. Zaharova S. N., Chechet V. V. *Gendernoe vospitanie detej i uchashchejsya molodezhi* (Gender education of children and young people), Minsk, BGU Publ., 2011. 119 p.
6. Ivanova O. I. *Pedagogicheskoe soprovozhdenie polorolevogo razvitiya detej starshego doshkol'nogo vozrasta* (Pedagogical support of sex role development of children of senior preschool age), Velikij Novgorod, 2006. 24 p.
7. Ivanova O. I. *Formirovanie pozitivnoj polovoj identichnosti u detej starshego doshkol'nogo vozrasta* (Formation of positive gender identity in children of senior preschool age), Velikij Novgorod, NovGU imeni YAroslava Mudrogo Publ., 2006. 124 p.
8. Lerner P.S. Vocational guidance of schoolchildren as a factor of personnel training for a promising Russian economy [Proforientaciya shkol'nikov kak faktor podgotovki kadrov dlya perspektivnoj ehkonomiki Rossii], *Mir obrazovaniya – obrazovanie v mire*, 2009, no. 3, pp. 3–13.
9. Metodika S. Bem (The technique S. Bem) Available at: <https://psyera.ru/5165/metodika-s-bem> (accessed 12 February 2019).
10. Mudrik A. V. *Socializaciya cheloveka* (Human socialization), Moscow, Akademiya Publ., 2006. 304 p.
11. SHilova S. A., CHichkanova T. A. The concept of pedagogical support of children of preschool and primary school age in the educational process [Ponyatie pedagogicheskogo soprovozhdeniya detej doshkol'nogo i mladshego shkol'nogo vozrasta v obrazovatel'nom processe], *Molodoj uchenyj*, 2017, no. 15.2, pp. 210–212. Available at: <https://moluch.ru/archive/149/41767/> (accessed 12 February 2019).

* * *

УДК 376.4

О. Е. Шаповалова**ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ
ОСОБЕННОСТЕЙ РЕЧЕВОГО РАЗВИТИЯ ШКОЛЬНИКОВ
С НАРУШЕНИЕМ ИНТЕЛЛЕКТА**

Статья посвящена развитию речи детей с нарушением интеллекта и позволяет по-новому оценить современное состояние этой актуальной проблемы. Известно, что речь является одним из основных инструментов социализации личности, как в норме, так и при умственной отсталости. Но присущие умственно отсталым школьникам особенности речи серьезно затрудняют их социализацию и интеграцию в общество. Это подчёркивает необходимость дальнейшей, более глубокой разработки проблемы коррекции речевого развития таких учащихся.

Ключевые слова: умственно отсталые школьники, развитие речи, нарушения речи, коррекция.

Снижение познавательной деятельности, присущее школьникам с нарушением интеллекта (умственно отсталым), проявляется в замедленном темпе и низком уровне всех психических процессов, в том числе и речи. Как при нормальном развитии, так и у лиц с нарушением интеллекта речь является одной из важнейших регуляторных систем психики, а также выполняет коммуникативную, сигнификативную и информационную функции, то есть служит инструментом общения, мышления и передачи информации (мыслей, чувств и др.) другим людям.

Речевое развитие умственно отсталых детей рассматривали А. К. Аксенова [1], С. Д. Забрамная [3], В. И. Лубовский [7], В. Г. Петрова и И. В. Белякова [4] и другие. Как показывают исследования, у них значительно чаще, чем у нормальных сверстников, отмечаются серьёзные нарушения речи, а её недоразвитие свойственно практически всем детям с нарушением интеллекта. Процесс овладения речью у них запаздывает на 2–3 года. Длительное время они самостоятельно не вступают в речевой контакт, в ходе общения с другими людьми предпочитают пользоваться не речью, а мимикой и жестами, не всегда понимают и принимают словесную инструкцию, а речевое сопровождение того или иного вида деятельности у них может не соответствовать выполняемым действиям.

По мнению И. А. Емельяновой [2] и И. О. Поздняковой [5], особенности устной речи младших школьников с нарушением интеллекта оказы-

Шаповалова Ольга Евгеньевна — доктор психологических наук, профессор, заведующий кафедрой коррекционной педагогики, психологии и логопедии (Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема, Биробиджан); e-mail: olya.shapovalova.1962@mail.ru.

© Шаповалова О. Е., 2019

вают непосредственное влияние на их коммуникативное поведение. Недостаточность речевых и языковых средств, свойственная абсолютному большинству умственно отсталых учащихся, обычно сочетается с низким уровнем коммуникативной компетентности и серьёзно затрудняет их общение с окружающими людьми.

Практика показывает, что в специальной (коррекционной) школе дети довольно свободно общаются с учителями и друг с другом, при этом они почти не уделяют внимания произносительной стороне и чужой, и своей собственной речи. Но, например, такие нарушения, как косноязычие, гнусавость, заикание делают их речь малопонятной для взрослых и сверстников, что негативно отражается на межличностном взаимодействии. А это, как считают В. Г. Петрова и И. В. Белякова, может послужить фоном для развития негативных качеств личности: замкнутости, нерешительности, неуверенности и др. [4].

По данным А. К. Аксеновой [1], речь большинства учащихся с нарушением интеллекта монотонная и невыразительная. Она бедна интонациями, засорена лишними паузами, ненужными повторами и словами-паразитами. Такие средства экспрессии, как темп, тембр, смысловое ударение, громкость и мелодика, проявляются на крайне низком уровне, а многие дети не используют их совсем.

С. В. Сорочкина приводит данные о том, что при самостоятельном пересказе знакомой сказки далеко не все умственно отсталые младшие школьники смогли хотя бы в общих чертах передать её основной эмоциональный тон [6].

В нашем исследовании мы также предлагали пятидесяти умственно отсталым учащимся 1–4 классов выразительно рассказать хорошо известную им сказку «Гуси-лебеди» [8]. При оценке результатов мы обращали внимание на такие средства выразительности, как голосовые интонации, изменение громкости и тембра голоса, мелодика, темп, смысловое ударение, паузы, звукоподражание. Как выяснилось, даже после пятикратного чтения сказки вслух дети с большим трудом воспроизводили её содержание: меняли местами основные события, пропускали целые фрагменты, допускали не связанные с текстом привнесения. Что же касается выразительной стороны речи, то для 13 учащихся (26 %) задание оказалось невыполнимым. Дети буквально бормотали «себе под нос», на замечания экспериментатора не реагировали и даже не пытались сделать пересказ выразительным. Ещё 21 работа (42 %) была отнесена к низкому уровню. Эти рассказы тоже не отличались ни связностью, ни завершённостью, ни выразительностью. Но некоторые средства экспрессии школьники всё-таки пытались использовать, хоть и не всегда к месту. И только 16 учащихся (32 %) показали средний уровень успешности выполнения этого задания. Они пытались оживить свой рассказ, сделать его выразительным в основном за счёт изменения громкости, некоторого интонирования голоса и длинных, ненужных пауз. Причём результаты работы учащихся первых,

вторых, третьих и четвёртых классов были примерно одинаковыми, что указывает на недостаточно интенсивную динамику развития средств эмоциональной выразительности речи при умственной отсталости.

Другое задание, направленное на изучение речевых средств выразительности, наши испытуемые выполнили не лучше. Мы предлагали им выразительно произнести простую, эмоционально нейтральную фразу, например, «Солнце светит, людям жарко» («Вот и лето наступило», «Завтра будет воскресенье», «Мой друг умеет слушать» и др.). По нашей просьбе дети должны были поочерёдно выразить одно из следующих состояний: радость, грусть, страх, гнев, удивление. Пытаясь изобразить радость или гнев, многие дети просто отчаянно жестикулировали и повышали голос, почти кричали. Такие состояния, как грусть и страх, они, наоборот, выражали понижением громкости, некоторые даже произносили заданную фразу шёпотом. А вот удивление не смог изобразить никто из наших испытуемых, даже те, кто добавлял к заданной фразе слова «удивительно» или «я удивляюсь» [8].

Изучая особенности работы младших умственно отсталых школьников со стихотворными текстами, О. Е. Шаповалова и Е. О. Пушкина обратили внимание на то, что эмоциональная выразительность их речи проявляется на низком уровне [10]. Медленно, но охотно дети заучивали короткие стихи и с удовольствием декламировали их, поскольку обязательно предполагалась стимуляция в виде похвалы и приза. Но все они воспроизводили стихотворные тексты монотонно, без повышения или понижения интонации, часто останавливались, запинаясь, произнося лишние звуки («э», «mmm», «ну» и др.). На просьбу «рассказывать с выражением» большинство школьников просто не реагировали. Лишь отдельные ученики пытались говорить громче (тише), растягивать гласные «нараспев», жестикулировать, но всё это не делало их пересказ более ярким и выразительным.

Как отмечает В. Г. Петрова, свойственные умственно отсталым детям затруднения звукового анализа слов и неточное различение близких по звучанию фонем препятствуют овладению составом и грамматическим строем языка. Поэтому их словарный запас беден и в основном ограничен разговорно-бытовой тематикой [4]. И хотя многие дети с нарушением интеллекта понимают несколько больше слов, чем используют в активной речи, их пассивный словарь тоже заметно отличается от нормы.

Известно, что умственно отсталые младшие школьники почти не пользуются абстрактными словами-обобщениями, предпочитая называть конкретные предметы. Но даже их точные названия знают не все дети. В нашем исследовании, проведённом с участием 18 учеников 1–2 классов, почти все они правильно показывали на картинке нужную принадлежность одежды, но часто ошибались, когда их просили назвать предметы по изображению. Отметим, что картинки были цветными, а изображения чёткими и вполне реалистичными. Но многие дети называли шорты, джинсы и брюки «штанами», футболку и водолазку – «рубашкой», свитер – «кофтой» и т. п.

Что касается запаса слов, обозначающих признаки и действия, то он у школьников с нарушением интеллекта ещё более ограничен. Так, ни младшие, ни старшие умственно отсталые школьники не могут внятно описать алгоритм выполнения того или иного задания, обозначая самые разные действия одним словом «делал». А собственную личность характеризуют, называя не более двух-трёх признаков, которые представляют собой или стандартные стереотипы (я хороший, умный, добрый), или повторение оценок окружающих людей (немного не аккуратный, избалованный, ленивый).

По данным О. Е. Шаповаловой и А. О. Вологиной, слова, которые школьники с нарушением интеллекта мало используют в активной речи, они наиболее часто пропускают или заменяют при пересказе несложных, доступных их пониманию литературных текстов [9]. Кроме того, они не всегда излагают материал связно и грамматически согласованно, проявляя при этом склонность к воспроизведению слов в уменьшительных формах (зайчик, водичка, магазинчик, яблочко, сестрёнка и т. п.).

Наблюдение за поведением учащихся специальной (коррекционной) школы показывает, что многие слова и выражения они используют просто как речевые стереотипы, без осмысления. Услышав и запомнив мудрёное слово, они невпопад украшают им свою речь. Впрочем, иногда такие школьники вполне адекватно приводят некоторые пословицы, поговорки и метафорические выражения, подражая другим людям. Но переносный смысл этих выражений для большинства из них остаётся недоступным. Например, вот как младшие школьники с нарушением интеллекта пояснили содержание ряда метафор:

- «заячья душа» — меняет цвет, зимой белая, летом серая; это сумасшедший, думает, что он заяц;
- «золотая голова» — фигура такая из золота; если золотой краской покрасить лицо;
- «змеиный язык» — змея съела мышку; человек дует в дудку, змея спит; это два языка, как у змеи;
- «глухая деревня» — там все глухие и старые; никого нет и тихо, ничего не слышно;
- «чёрный день» — это ночь; на картину пролили чёрную краску; не праздник;
- «слепая любовь» — любовники носят очки; слепой не может найти свою девушку;
- «каменное сердце» — хорошее сердце, крепкое; драгоценный кулон; храброе сердце;
- «волчий аппетит» — мясо очень любит; бегают и кусаются; когда едят волчьи ягоды.

Итак, присущие умственно отсталым учащимся особенности речи (нарушение звукопроизношения, недостаточность словарного запаса, низкий уровень выразительности, неправильное понимание и употреб-

ление слов и др.) мешают им точно выражать свои мысли, затрудняют общение с окружающими людьми (взрослыми и сверстниками) и процесс овладения письмом.

Тем не менее, в условиях специального обучения речь таких школьников успешно развивается, а имеющиеся нарушения корректируются или сглаживаются. Увеличивается активный и пассивный словарный запас, улучшается произношение, совершенствуется эмоциональная выразительность и грамматический строй речи, активизируется её мотивационная сторона, побуждающая школьников к общению. Но для получения таких результатов необходимы целенаправленные усилия всего педагогического коллектива коррекционной школы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксенова А. К., Якубовская Э. В. Развитие связной устной речи у умственно отсталых учащихся на специальных уроках // Дефектология. 1987. № 6. С. 32–37.
2. Емельянова И. А. Пути формирования коммуникативных умений и навыков у младших школьников с нарушением интеллекта // Инновационные проекты и программы в образовании. 2011. № 2. С. 41–44.
3. Забрамная С. Д. Психолого-педагогическая диагностика умственного развития детей. М.: Владос, 1995. 112 с.
4. Петрова В. Г., Белякова И. В. Психология умственно отсталых школьников. М.: Академия, 2002. 160 с.
5. Позднякова И. О. Особенности устной речи умственно отсталых младших школьников и психолого-педагогические условия её совершенствования: автореф. дисс. ... канд. психол. наук. М., 2016. 24 с.
6. Сорочкина С. В. Развитие выразительной стороны речи у детей с нарушением интеллекта на уроках чтения в младших классах специальной (коррекционной) школы VIII вида: автореф. дисс. ... канд. пед. наук. М., 1999. 16 с.
7. Специальная психология / В. И. Лубовский, Т. В. Розанова, Л. И. Солнцева [и др.]; под ред. В. И. Лубовского. 2-е изд., испр. М.: Академия, 2005. 464 с.
8. Шаповалова О. Е. Развитие и коррекция эмоциональной сферы учащихся в условиях школы восьмого вида. Биробиджан: ГОУВПО «ДВГСГА», 2010. 141 с.
9. Шаповалова О. Е., Вологина А. О. Особенности логической памяти младших школьников с ограниченными возможностями здоровья // Казанская наука. 2014. № 9. С. 211–213.
10. Шаповалова О. Е., Пушкина Е. О. Работа со стихотворными текстами в начальных классах специальной (коррекционной) школы восьмого вида // Вестник Приамурского государственного университета имени Шолом-Алейхема. 2014. № 4 (17). С. 113–120.

* * *

Shapovalova Olga E.

PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL STUDY OF THE FEATURES OF SPEECH DEVELOPMENT OF SCHOOLCHILDREN WITH INTELLECTUAL DISABILITIES

(Sholom-Aleichem Priamursky State University, Birobidzhan, Russia)

The article is devoted to the development of speech of children with intellectual disabilities and allows a new assessment of the current state of this urgent problem. It is known that speech is

one of the main tools of socialization, both in normal and mental retardation. But the inherent characteristics of mentally retarded pupils speech seriously complicate their socialization and integration into society. This emphasizes the need for further, deeper development of the problem of correction of speech development of such students.

Keywords: mentally retarded schoolchildren, speech development, speech disorders, correction

REFERENCES

1. Aksyonova A. K., Yakubovskaya E. V. The development of coherent oral speech in mentally retarded students in special lessons [Razvitie svyaznoy ustnoy rechi u umstvenno otstalyh uchashihysya na spetsialnykh urokakh], *Defektologiya*, 1987, no. 6, p. 32–37.
2. Emelyanova I. A. Ways of formation of communicative abilities and skills in younger students with intellectual disabilities [Puti formirovaniya kommunikativnykh umeniy i navykov u mladshih shkolnikov s narusheniem intellekta], *Innovatsionnye proekty i programmy v obrazovanii*, 2011, no. 2, p. 41–44.
3. Zabramnaya S. D. *Psychologo-pedagogicheskaya diagnostika umstvennogo razvitiya detei* (Psychological and pedagogical diagnostics of the mental development of children), Moscow, Vados Publ., 1995. 112 p.
4. Petrova V. G., Belyakova I. V. *Psychologiya umstvenno otstalykh shkolnikov* (Psychology of mentally retarded schoolchildren), Moscow, Akademiya Publ., 2002. 160 p.
5. Pozdnyakova I. O. *Osobennosti ustnoy rechi umstvenno otstalykh mladshih shkolnikov i psichologo-pedagogicheskie usloviya eyo sovershenstvovaniya* (Features of oral speech of mentally retarded younger schoolchildren and the psychological and pedagogical conditions for its improvement), Moscow, 2016. 24 p.
6. Sorochkina S. V. *Razvitie vyrazitelnoy storony rechi u detei s narusheniem intellekta na urokakh chteniya v mladshih klassakh spetsialnoy (korrektsionnoy) shkoly VIII vida* (The development of the expressive side of speech in children with intellectual disabilities in reading classes in elementary grades of a special (correctional) school of the VIII type), Moscow 1999. 16 p.
7. Lubovsky V. I. (ed.), Rozanova T. V., Solntseva L. I. [et al.]. *Spetsialnaya psichologiya* (Special psychology), Moscow, Akademiya Publ., 2005. 464 p.
8. Shapovalova O. E. *Razvitie i korrektsiya emotsionalnoy sfery uchashihysya v usloviyakh shkoly vosmogo vida* (Development and correction of the emotional sphere of students in the conditions of the school of the eighth type). Birobidzhan, DVGSGA Publ., 2010. 141 p.
9. Shapovalova O. E., Vologina A. O. Features of the logical memory of younger students with disabilities [Osobennosti logicheskoy pamyati mladshih shkolnikov s ograniченными vzmozhnostyami zdorovya], *Kazanskaya nauka*, 2014, no. 9, p. 211–213.
10. Shapovalova O. E., Pushkina E. O. Working with poetic texts in the elementary classes of a special (correctional) school of the eighth type [Rabota so stihotvornymi tekstami v nashalnykh klassakh spetsialnoy (korrektsionnoy) shkoly vosmogo vida], *Vestnik Priamurskogo gosudarstvennogo universiteta imeni Sholom-Aleichema*, 2014, no. 4(17), p. 113–120.

* * *

СООБЩЕНИЯ

УДК 631.171

М. В. Канделя, В. П. Назарова

СПОСОБ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И СОИ

Новым является то, что при поступлении в бункер-накопитель зерновой ворох продувают направленной струей воздуха через решето, установленное внутри бункера накопителя ниже загрузочного окна, при этом полову выдувают из бункера-накопителя через половонаправитель воздушной струей лопастного вентилятора, транспортирующего зерновой ворох в бункер-накопитель, а зерно, пройдя через отверстия в решете, оседает в бункере-накопителе.

Ключевые слова: хлебная масса, бункер-накопитель, зерновой ворох, полова, воздушная струя, лопастной вентилятор, зерно.

Известен способ уборки зерновых культур и очистки невяного вороха по патенту № 2378820 RU, МПК 01D 91/04, A01D 41/08, включающий отделение растений от стеблей очёсом, домолот вытиранием с выделением из вороха мелкосоломистой фракции до получения невяного вороха, состоящего из зерна и половы, с последующей транспортировкой вороха в ворохоочиститель для отделения зерна от половы.

Недостатком данного способа является низкая плотность получаемого зернового вороха, требующая больших затрат для его транспортировки на стационарный ворохоочиститель для отделения зерна от половы.

Кроме этого, на поле остаются очёсанные стебли убираемой культуры, требующие дополнительных затрат и времени для их уборки.

Также известен способ уборки урожая по патенту № 2249939 RU, МПК A01D 91/04, A01D 41/04, включающий скашивание и обмолот хлебной массы в передвижном уборочном агрегате с бункером для накопления вороха. Ворох периодически переправляют из уборочного аг-

Канделя Михаил Васильевич — кандидат технических наук, профессор (Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема, Биробиджан); e-mail: kandelya79@mail.ru.

Назарова Вероника Павловна — студент (Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема, Биробиджан); e-mail: student.nika1661@mail.ru.

© Канделя М. В., Назарова В. П., 2019

регата в транспортное средство для перевозки на стационарный ворохоочиститель.

Недостатком данного способа является также низкая плотность получаемого зернового вороха, требующая больших затрат на его транспортировку на стационарный ворохоочиститель для отделения зерна от половы.

Цель работы: повысить эффективность уборки зерновых культур и сои за счёт снижения транспортных расходов с использованием полевой машины вместо дорогостоящего зерноуборочного комбайна.

Эта цель достигается тем, что при поступлении зернового вороха в бункер-накопитель зерновой ворох продувают направленной струей воздуха через решето, установленное внутри бункера-накопителя ниже загрузочного окна, при этом полову выдувают из бункера-накопителя через половонаправитель воздушной струей вентилятора, транспортирующего зерновой ворох в бункере-накопителе.

На рисунке изображена схема осуществления способа.

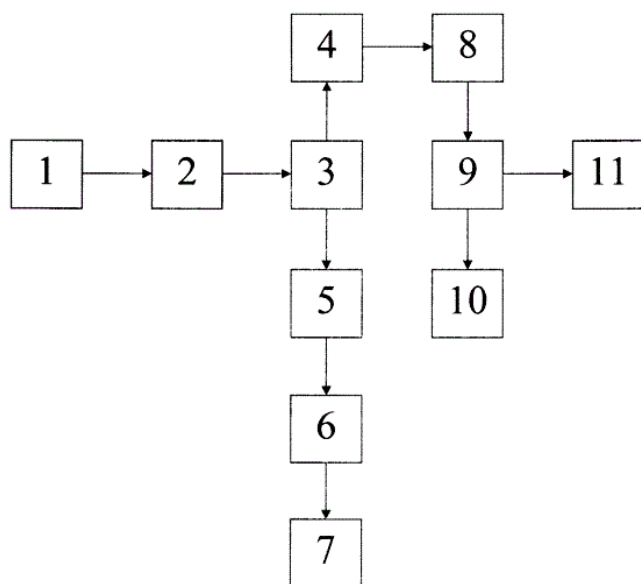


Рис. Способ уборки зерновых культур и сои

Способ уборки зерновых культур и сои включает: скашивание (1) хлебной массы и транспортирование (2) её к роторному молотильно-сепарирующему устройству (МСУ), обмолот (3) скошенной хлебной массы с выделением (4) и (5) зернового вороха и соломы, измельчение (6) соломы с разбрасыванием (7) её по полю, транспортирование (8) зернового вороха воздушной струей лопастного вентилятора в бункер-накопитель через загрузочное окно, при поступлении зернового вороха в бункер-

накопитель зерновой ворох продувают (9) направленной струёй воздуха через решето, установленное внутри бункера-накопителя ниже загрузочного окна, при этом полову выдувают (10) из бункера-накопителя через половонаправитель воздушной струёй лопастного вентилятора, транспортирующего зерновой ворох в бункер-накопитель, а зерно, пройдя через отверстие в решете, оседает (11) в бункере-накопителе.

Способ уборки зерновых культур и сои осуществляется следующие образом: например, полевая машина с жаткой и бункером-накопителем при движении по полю скашивает (1) хлебную массу и транспортирует (2) её в роторное молотильно-сепарирующее устройство (МСУ), которое обмолачивает (3) скошенную хлебную массу и выделяет (4) и (5) зерновой ворох и солому. Измельчитель измельчает (6) солому и разбрасывает (7) по полю. Воздушная струя лопастного вентилятора транспортирует (8) зерновой ворох в бункер-накопитель через загрузочное окно.

При поступлении зернового вороха в бункер-накопитель направленная струя воздуха через решето, установленное внутри бункера-накопителя ниже загрузочного окна, продувает (9) зерновой ворох, при этом воздушная струя лопастного вентилятора, транспортирующего зерновой ворох в бункер-накопитель, выдувает (10) полову из бункера-накопителя через половонаправитель, а зерно, пройдя через отверстия в решете, оседает (11) в бункере-накопителе.

Продувание зернового вороха при поступлении в бункер-накопитель направленной струёй воздуха через решето, установленное внутри бункера-накопителя ниже загрузочного окна, позволило полностью отделить зерно от половы в полевых условиях без использования дорогостоящего зерноуборочного комбайна и сократить количество транспортных средств для перевозки урожая.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Канделя М. В., Земляк В. Л., Фатхуллин Р. Р. Полевая машина гусеничная для перспективной технологии уборки зерновых культур и сои методом очёса на корню // Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема. 2016. № 4 (25). С. 41 – 44.
2. Машина полевая для заготовки и сбора зернового вороха: патент 2579783 РФ МПК A01D 41/02 / М. В. Канделя, Н. М. Канделя, П. А. Шилько, Н. Г. Баженова, В. Л. Земляк, В. А. Сенников. № 2015106519/13; заявл. 25.02.2015; опубл. 10.04.2016, Бюл. № 10. 12 с.
3. Способ уборки зерновых культур и сои: патент 2641531 РФ МПК A01D 91/04 / М. В. Канделя, П. А. Шилько, Н. М. Канделя, А. Н. Панасюк, А. В. Липкань, В. М. Ширяев. № 2017105970; заявл. 21.02.2017; опубл. 18.01.2018, Бюл. № 2. 4 с.
4. Ширяев В. М., Канделя М. В., Кувишинов А. А. Технология уборки сои со сбором зерносового вороха: проблемы и перспективы // Итоги координации научно-исследовательских работ по сое за 2011 – 2014 годы: сборник научных статей по материалам координационного совещания по сое зоны Дальнего Востока и Сибири. Благовещенск: ИПК «ОДЕОН», 2015. С. 179 – 183.

* * *

**Kandelya Mikhail V., Nazarova Veronika P.
METHOD OF HARVESTING GRAIN CROPS AND SOYBEANS**

(Sholom-Aleichem priamursky State University, Birobidzhan)

New is that when entering the storage hopper, the grain heap is blown by a directed air stream through the sieve installed inside the storage hopper below the loading window, while the floor is blown out of the storage hopper through the half-guide by an air jet of the blade fan transporting the grain heap to the storage hopper, and the grain, passing through the holes in the sieve, settles in the storage hopper.

Keywords: bread mass, storage hopper, the grain heap, chaff, air jet, bladed fan, grain.

REFERENCES

1. Kandelya M. V., Zemlyak V. L., Fatkhullin R. R. Field tracked machine promising technologies harvesting of grain crops and soybeans the method stripping on the vine [Polevaya mashina gusenichnaya dlya perspektivnoy tekhnologii uborki zernovykh kul'tur i soi metodom ochesa na kornyuu], *Vestnik Priamurskogo gosudarstvennogo universiteta im. Sholom-Aleykhema*, 2016, no. 4(25), pp. 41 – 44.
2. Kandelya M. V., Kandelya N. M., Shil'ko P. A., Bazhenova N. G., Zemlyak V. L., Sennikov V. A. *Mashina polevaya dlya zagotovki i sbora zernovogo vorokha* (Field machine for harvesting and collecting grain heap), patent 2579783 RU, IPC A01D 41/02, publ. 04/10/2016, Bulletin No. 10. 12 p.
3. Kandelya M. V., Shil'ko P. A., Kandelya N. M., Panasyuk A. N., Lipkan' A. V., Shiryaev V. M. *Sposob uborki zernovykh kul'tur i soi* (Method of harvesting grain crops and soybeans), patent 2641531 RU, IPC A01D 91/04, publ. 01/18/2018, Bulletin No. 2. 4 p.
4. Shiryaev V. M., Kandelya M. V., Kuvshinov A. A. Soybean harvesting technology with the collection of heap soils: problems and prospects [Tekhnologiya uborki soi so sborom zernosoevogo vorokha: problemy i perspektivy], *Itogi koordinatsii nauchno-issledovatel'skikh rabot po soe za 2011 – 2014 gody: sbornik nauchnykh statey po materialam koordinatsionnogo soveshchaniya po soe zony Dal'nego Vostoka i Sibiri* (Results of coordination of research work on soybeans for 2011-2014: collection of scientific articles on materials of the coordination meeting on the soybean of the Far East and Siberia), Blagoveshchensk, ODEON Publ., 2015, pp. 179 – 183.

* * *

Порядок публикации статей в журнале

1. Общие положения

1.1. Научно-образовательный журнал «Вестник Приамурского государственного университета имени Шолом-Алейхема» (далее — Вестник, журнал) выходит четыре раза в год и включает в себя следующие направления:

- 05.02.00 — Машиностроение и машиноведение;
- 05.13.00 — Информатика, вычислительная техника и управление;
- 10.01.00 — Литературоведение;
- 10.02.00 — Языкознание;
- 25.00.00 — Науки о Земле.

1.2. В редакционный совет Вестника принимаются к рассмотрению только оригинальные, ранее нигде не публиковавшиеся статьи на русском языке, имеющие авторскую справку и экспертное заключение о возможности опубликования.

1.3. Статьи, предлагаемые к публикации в журнале, проходят обязательное рецензирование и проверку на определение авторства и степени уникальности текста (от 75 % и выше) через поисковые системы интернета и программу «Антиплагиат» (с использованием установок «глубокая проверка»), а также обязательную выборочную редакторскую проверку текстов. Редакционный совет оставляет за собой право отклонить статью или вернуть её на доработку.

1.4. Принадлежность и объём авторских прав на публикуемые в журнале материалы определяются действующим законодательством Российской Федерации. Допускается распространение по электронным сетям любых статей журнала или выдержек из них с обязательной ссылкой на первоисточник. Запрещается издание материалов Вестника третьими лицами или организациями на бумажных и твердых электронных носителях без разрешения редакционного совета.

1.5. Каждый автор может быть автором или соавтором не более двух статей в одном номере Вестника. Количество статей одного автора, публикуемых в одном номере Вестника, может быть увеличено только по специальному решению редакционного совета.

1.6. Опубликование в Вестнике научных статей профессорско-преподавательского состава, аспирантов, соискателей университета производится бесплатно. Каждому автору выдается бесплатно один экземпляр Вестника с его статьёй. Авторские гонорары не выплачиваются. Рукописи и сопутствующие материалы не возвращаются.

1.7. Контрольные сроки представления статей в очередной номер:

№ 1 до 31 января; № 3 до 31 июля;
 № 2 до 30 апреля; № 4 до 31 октября.

1.8. Статьи, не удовлетворяющие требованиям к оформлению (см. п. 2), к публикации не принимаются и возвращаются авторам на доработку без их рассмотрения по существу.

2. Требования к оформлению статьи

2.1. Статья принимается в бумажном (1 экз.) и электронном виде. К статье прилагаются:

- экспертное заключение о возможности опубликования (прил. 1)¹;
- автором могут быть дополнительно представлены рецензия на статью и отчёт программы «Антиплагиат» с результатами проверки;
- отзыв научного руководителя (для аспирантов).

2.2. Бумажный вариант статьи подписывается всеми авторами, подписи ставятся в конце рукописи.

2.3. Объём должен составлять от 4 до 16 страниц текста для статьи и от 2 до 4 страниц текста для сообщения, включая список литературы, таблицы и рисунки.

2.4. Обязательные элементы статьи:

- номер УДК (универсальный десятичный классификатор, располагается на первой странице в левом верхнем углу);
- информация об авторе (соавторах) на русском и английском языках: Фамилия Имя Отчество автора, учёная степень, учёное звание, место работы (полное название организации), должность, адрес с индексом, контактный телефон и адрес электронной почты;
- название статьи на русском и английском языках;
- аннотация на русском и английском языках;
- ключевые слова на русском и английском языках;
- текст статьи;
- пристатейные списки литературы на русском языке и латинице — References (в романском алфавите);
- рисунки, схемы и подрисовочные подписи к ним (на отдельных листах).

2.5. Рекомендации по содержанию английских текстов и транслитерации:

2.5.1. Фамилии авторов — транслитерируются:

- для автора важно выбрать один вариант написания фамилии и придерживаться его во всех статьях;
- использовать систему транслитерации (прил. 2);

Пример: Nikolaeva Valentina V.

¹ Порядок публикации статей в журнале с приложениями размещен на странице сайта Приамурского государственного университета имени Шолом-Алейхема (<http://pgusa.ru/ru/vestnik/rules>)

2.5.2. Перевод названия организации.

Перевод — официальный вариант полного названия организации на английском языке (как в уставе):

- минимум: название организации, город, страна;
- аббревиатура нежелательна или в скобках после полного названия.

Пример: Sholom-Aleichem Priamursky State University, Birobidzhan, Russia.

2.5.3. Аннотация на английском языке к русскоязычной статье призвана выполнять функцию независимого от статьи источника информации. Она должна быть:

- информативной (не содержать общих слов);
- оригинальной (не является буквальным переводом русскоязычной аннотации);
- содержательной (отражать основное содержание статьи и результаты исследований);
- структурированной (следовать логике описания результатов в статье);
- «англоязычной» (написанной качественным английским языком);
- компактной, но не короткой (в пределах от 150 до 250 слов).

2.5.4. Структуру и примеры оформления пристатейных списков литературы на латинице — References см. в прил. 3.

2.6. Технические требования к оформлению статьи:

– лист формата A4, книжная ориентация, страница с зеркальными полями;

- поля слева — 2,4 см, справа — 6,4 см, сверху — 2,4 см и снизу — 8 см;
- положение переплета слева;
- текст набран в редакторе MS Word;
- гарнитура шрифта Book Antiqua;
- межстрочный одинарный (1) интервал;
- размер шрифта основного текста 10 pt;
- размер шрифта обязательных элементов статьи (п. 2.4, кроме текста статьи) 8 pt.
- абзацный отступ 0,75 см;

2.7. Сокращения слов, кроме общепринятых или специально оговоренных автором, не допускаются.

2.8. Цитируемая литература приводится отдельным списком и оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.05-2008. Ссылки на литературу в тексте оформляются квадратными скобками и содержат порядковый номер списка и страницы. Например, [25, с. 359]. Примеры затекстовых ссылок (пристатейных списков) см. в прил. 4.

2.9. Примечания оформляются в виде сносок с постраничной нумерацией.

2.10. Формулы нумеруются в круглых скобках.

2.11. Таблицы должны иметь заголовки и сквозную порядковую нумерацию в пределах статьи.

2.12. Весь иллюстративный материал (графики, схемы, фотографии, карты) именуется рисунками и имеет сквозную порядковую нумерацию. Количество таблиц и рисунков в статье — не более 6.

2.12.1. Рисунки в текст не вставляются, но в тексте даётся обозначение, где должен быть рисунок.

2.12.2. Рисунки выполняются в формате gif, tiff, jpeg, bmp, представляются в виде отдельных файлов и распечатываются на отдельных листах. Подписи к рисункам печатаются на отдельном листе.

2.13. Ответственность за содержание, соответствие языковым и литературным нормам представленных статей, а также за соблюдение авторского права при использовании иллюстративного и иного материала несёт автор статьи.

3. Организация рецензирования

3.1. Все научные статьи, поступившие в редакционный совет Вестника, подлежат обязательному рецензированию.

3.2. Главный редактор (зам. главного редактора), ответственный редактор выпуска, технический редактор издательства определяют соответствие статьи профилю журнала, требованиям к оформлению и направляют её на рецензирование.

3.3. Для проведения рецензирования рукописей статей в качестве рецензентов могут привлекаться как члены редакционного совета, так и высококвалифицированные учёные и специалисты Приамурского государственного университета имени Шолом-Алейхема и других научных и образовательных учреждений (доктора наук, профессора или кандидаты наук, доценты), имеющие близкую к теме статьи научную специализацию. Рецензентом не может быть автор или соавтор рецензируемой работы.

3.4. Сроки рецензирования в каждом отдельном случае определяются ответственным редактором выпуска журнала.

3.5. Рецензирование проводится конфиденциально. Автору статьи предоставляется возможность ознакомиться с текстом рецензии.

3.6. Текст отрицательной рецензии направляется автору от имени редакционного совета Вестника.

3.7. Наличие положительной рецензии не является достаточным основанием для публикации статьи. Окончательное решение о целесообразности публикации принимается главным редактором или его заместителем.

3.8. После принятия редсоветом журнала решения о допуске статьи к публикации ответственный редактор выпуска или ответственный секретарь Вестника информируют об этом автора и указывают сроки публикации.

3.9. Оригиналы рецензий хранятся в редакции Вестника в течение 5 лет со дня публикации, копии рецензий направляются в Министерство образования и науки Российской Федерации при поступлении в редакцию журнала соответствующего запроса.

4. Требования к содержанию рецензии

4.1. Рецензия должна содержать квалифицированный анализ материала статьи, объективную и аргументированную его оценку и обоснованные рекомендации.

4.2. Рецензия должна содержать ФИО автора (ов) и название рецензируемой статьи, дату составления рецензии, подпись рецензента, сведения о рецензенте (ФИО, учёное звание и степень, место работы, должность).

4.3. В рецензии освещаются следующие вопросы: соответствует ли содержание статьи заявленной в названии теме и современным достижениям научно-теоретической мысли; доступна ли статья читателям, на которых она рассчитана, с точки зрения языка, стиля, расположения материала, наглядности таблиц, диаграмм, рисунков и формул; целесообразна ли публикация статьи с учётом ранее выпущенной по данному вопросу литературы; в чём конкретно заключаются положительные стороны, а также недостатки статьи, какие исправления и дополнения должны быть внесены автором.

4.4. В заключительной части рецензии должны содержаться выводы о статье в целом и чёткая рекомендация о целесообразности её издания в Вестнике (рекомендуется с учётом исправления отмеченных рецензентом недостатков или не рекомендуется к публикации в журнале) по конкретному научному направлению, соответствующему номенклатуре научных специальностей, утвержденных ВАК РФ.

Статьи принимаются по адресу

679015, г. Биробиджан, ул. Широкая, 70-А,
ПГУ им. Шолом-Алейхема, Издательский центр, 215 ауд.
тел. (42622)46369, факс (42622)46611, e-mail: bir.izdatel@gmail.com
(с пометкой «Статья в Вестник ПГУ им. Шолом-Алейхема»)

* * *

Внимание!

Подписку на журнал можно оформить в любом почтовом отделении.
Смотрите каталог Агентства «РОСПЕЧАТИ». Индекс подписки 25257.

Attention!

Subscription to the journal can be accepted at any post office.
See index of Post-Agency «ROSPECHAT». Number of subscription is 25257.