

**ВЕСТНИК
ИВАНОВСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

ISSN 2500-2783 (online)

**Серия «Естественные,
общественные науки»**



2020

Выпуск 1

ISSN 2500-2783 (online)

ВЕСТНИК ИВАНОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Серия «Естественные, общественные науки»

2020. Вып. 1

Научный журнал

Издается с 2000 года

Журнал зарегистрирован в Национальном агентстве ISSN Российской Федерации
27.05.2016 г. как электронное сетевое издание

Учредитель ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет»

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

- В. Н. Егоров**, д-р экон. наук
(*председатель*)
- В. И. Назаров**, д-р психол. наук
(*зам. председателя*)
- К. Я. Авербух**, д-р филол. наук (Москва)
- Ю. М. Воронов**, д-р полит. наук
- Н. В. Усольцева**, д-р хим. наук
- Ю. М. Резник**, д-р филос. наук (Москва)
- О. А. Хасбулатова**, д-р ист. наук
- Л. В. Михеева**
(*ответственный секретарь*)

РЕДКОЛЛЕГИЯ СЕРИИ «ЕСТЕСТВЕННЫЕ, ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ»:

- Б. Я. Солон**, д-р физ.-мат. наук
(*главный редактор серии*)
- В. И. Назаров**, д-р психол. наук
- Т. А. Воронова**, канд. пед. наук
- М. В. Клюев**, д-р хим. наук
- В. А. Исаев**, д-р биол. наук
- Д. И. Молдаванский**, д-р физ.-мат. наук
- Е. В. Соколов**, канд. физ.-мат. наук
- В. А. Годлевский**, д-р техн. наук
- Л. И. Минеев**, канд. физ.-мат. наук
- О. В. Кузьмина**, канд. юрид. наук
- Д. В. Кареев**, канд. ист. наук

Адрес редакции (издательства):

153025 Иваново, ул. Ермака, 39, к. 462
тел./факс: (4932) 93-43-41
e-mail: publisher@ivanovo.ac.ru

Подписной индекс в каталоге
«Пресса России» 41512

Электронная копия журнала размещена
на сайтах www.elibrary.ru,
www.ivanovo.ac.ru

© ФГБОУ ВО «Ивановский
государственный университет», 2020

ISSN 2500-2783 (online)

IVANOV STATE UNIVERSITY BULLETIN

Series «Natural, Social Sciences»

2020. Issue 1

Scientific journal

Issued since 2000

The journal is registered at the National ISSN Agency of the Russian Federation
on 27.05.2016 as an electronic online publication

Founded by Ivanovo State University

EDITORIAL COUNCIL:

- V. N. Egorov*, Doctor of Economics
(Chairman)
- V. I. Nazarov*, Doctor of Psychology
(Vice-Chairman)
- K. Ya. Averbukh*, Doctor of Philology
(Moscow)
- Yu. M. Voronov*, Doctor of Politics
- N. V. Usoltseva*, Doctor of Chemistry
- Yu. M. Reznik*, Doctor of Philosophy
(Moscow)
- O. A. Khasbulatova*, Doctor of History
- L. V. Mikheeva* (Secretary-in-Chief)

EDITORIAL BOARD OF THE SERIES

«NATURAL, SOCIAL SCIENCES»:

- B. Ya. Solon*, Doctor of Physics
and Mathematics
(Chief Editor of the Series)
- V. I. Nazarov*, Doctor of Psychology
- T. A. Voronova*, Candidate of Science
- M. V. Klyuev*, Doctor of Chemistry
- V. A. Isaev*, Doctor of Biology
- D. I. Moldavansky*, Doctor of Physics
and Mathematics
- E. V. Sokolov*, Candidate of Science,
Physics and Mathematics
- V. A. Godlevsky*, Doctor of Technical Science
- L. I. Mineev*, Candidate of Technical Science
- O. V. Kuzmina*, Candidate of Science, Law
- D. V. Kareev*, Candidate of Science, History

Address of the editorial office:

153025, Ivanovo, Ermak str., 39, office 462
tel./fax: (4932) 93-43-41
e-mail: publisher@ivanovo.ac.ru

Index of subscription
in the catalogue «Russian Press» 41512
Electronic copy of the journal can be found
on the web-sites www.elibrary.ru,
www.ivanovo.ac.ru

© Ivanovo State University, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Юриспруденция

Исаева А. Д. Принцип эффективности осуществления государственных закупок	5
Исаева Н. В. Народ как коллективный субъект публично-властных отношений в контексте законодательных новелл	10
Ойкин В. Г. Правовые механизмы преодоления социального риска бедности	16
Поцелуев Е. Л. Учебная литература по теории государства и права России и Украины в начале XXI века: сравнительная характеристика	22
Соколова О. В., Степанова И. Б. Право на компенсацию за нарушение условий содержания в исправительном учреждении: новеллы законодательства	30
Тресцова Е. В. К вопросу о юридическом регулировании проектной деятельности в образовательном процессе	36

Педагогика

Майорова Т. А. Волонтерское участие студентов в специальных событиях как средство развития их профессиональных компетенций	41
--	----

Биология

Барина М. О., Зарипов В. Н., Королева С. В. Показатели внешнего дыхания у курсантов-спасателей мужского и женского пола	47
Исаев В. А. Forcipomyia и Culicoides (Diptera, Ceratopogonidae) агроценозов некоторых регионов европейской части России	51
Тихомиров А. М. Жуки дровосеки или усачи (Cerambycidae, Coleoptera) Ивановской области	56

Химия

Крылов Е. Н., Вирзум Л. В. Квантово-химический анализ взаимодействия арилсульфонамидов с карбоангидразой	62
--	----

Математика

Логинова Е. Д., Молдавский Д. И. О сопряженной финитной отделимости циклических подгрупп	77
Соколов Е. В. Об отделимости подгрупп ограниченных разрешимых групп	87
Солон Б. Я. Слабо тотальные и ко-тотальные функции и частичные степени	94
Хашин С. И. Сравнение активаторных функций нейросети	101
<i>Сведения об авторах</i>	106
<i>Информация для авторов</i> <i>«Вестника Ивановского государственного университета»</i>	108

CONTENTS

Jurisprudence

Isaeva A. D. The principle of efficiency implementation of public procurement	5
Isaeva N. V. The people as the collective subject of public law relations in the context of legislative innovations	10
Oykin V. G. Legal mechanisms for overcoming the social risk of poverty	16
Potseluev E. L. Russian and Ukrainian scholarly textbooks on the theory of state and law at the start of the 21 st century : comparative analysis	22
Sokolova O. V. , Stepanova I. B. The right to compensation for violation of condi- tions of detention in a correctional institution: new legislation	30
Trestsova E. V. Revisiting the question of legal regulation of project work in the ed- ucational process	36

Pedagogics

Mayorova T. A. Volunteer participation in special events as a way of forming students' professional competences	41
---	-----------

Biology

Barinova M. O., Zaripov V. N., Koroleva C. V. The indicators of external respiration of male and female cadets-rescuers	47
Isaev V. A. Forcipomyia and Culicoides (Diptera, Ceratopogonidae) of agrocenoses of some regions from European part of Russia	51
Tikhomirov A. M. Longicorn beetles (Cerambycidae, Coleoptera) of Ivanovo region	56

Chemistry

Krylov E. N., Virzum L. V. Quantum-chemical analysis of carboanhydrase sulphonylamides interactions	62
---	-----------

Mathematics

Loginova E. D., Moldavanskii D. I. On the conjugacy finitely separability of cyclic subgroups	77
Sokolov E. V. On the separability of subgroups of bounded solvable groups	87
Solon B. Ya. Weakly total and cototal functions and partial degrees	94
Khashin S. I. A comparison of the effectiveness of the activation functions of the neural network	101
<i>Information about the authors</i>	106
<i>Information for the authors of «Ivanovo State University Bulletin»</i>	108

УДК 34.096
ББК 67.401.11

А. Д. Исаева

ПРИНЦИП ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАКУПОК

В статье указывается на отсутствие единства в подходах оценки эффективности государственных закупок, отсутствие законодательного определения термина «эффективность», рассматривается соотношение законодательства о государственных закупках с бюджетным законодательством в рамках анализа принципа эффективности, рассматривается судебная арбитражная практика по данному вопросу.

Ключевые слова: государственные закупки, муниципальные закупки, принцип эффективности, бюджетные средства, бюджетные расходы, результативность.

А. Д. Исаева

THE PRINCIPLE OF EFFICIENCY IMPLEMENTATION OF PUBLIC PROCUREMENT

The article points to the lack of unity in approaches to evaluating the effectiveness of public procurement, the lack of a legislative definition of the term «efficiency», the relationship of legislation on public procurement with budget legislation in the analysis of the principle of efficiency, and judicial arbitration practice on this issue.

Key words: public procurement, local procurement, the principle of efficiency, budgetary funds, budgetary spending, the performance.

В начале 2019 года стартовала масштабная работа по «перезагрузке» Федерального закона от 5 апреля 2013 г. № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» (далее — Закон № 44-ФЗ). Она проводится в рамках реализации Концепции повышения эффективности бюджетных расходов в 2019—2024 годах (далее — Концепция), в которой выделен отдельный раздел, посвященный совершенствованию системы закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных (муниципальных) нужд, которое признано одним из ключевых направлений повышения эффективности бюджетных расходов [3].

В Концепции указывается, что правовое регулирование системы государственных закупок остается нестабильным и недостаточно системным. Отмечается, что в Законе № 44-ФЗ имеется ряд пробелов и внутренних противоречий, препятствующих эффективному функционированию и развитию контрактной системы [3]. В связи с этим Министерством финансов

Российской Федерации вырабатываются необходимые системные меры по устранению существующих недостатков и ограничений.

В качестве одного из инструментов повышения эффективности бюджетных расходов планируется внедрение в систему управления государственными финансами обзоров бюджетных расходов. При этом под обзорами бюджетных расходов понимается систематический анализ базовых (постоянных) расходов бюджета, направленный на определение и сравнение различных вариантов экономии бюджетных средств, выбор и реализацию наиболее приемлемого из них [3].

На международном уровне Договором о Евразийском экономическом союзе [5, п. 39] предусмотрены следующие нормы, повышающие эффективность закупок:

- 1) нормирование закупок путем установления требований ккупаемым товарам, работам и услугам (в том числе к предельной цене товаров, работ и услуг) и (или) нормативных затрат на обеспечение функций заказчиков;
- 2) осуществление общественного контроля и общественного обсуждения закупок;
- 3) применение антидемпинговых мер;
- 4) привлечение экспертов, экспертных организаций.

Российское законодательство, а именно Закон № 44-ФЗ учитывает все вышеперечисленные меры и устанавливает, в том числе, в качестве цели регулирования отношений, направленных на обеспечение государственных и муниципальных нужд — повышение эффективности и результативности осуществления закупок товаров, работ, услуг [2, ст. 1]. По смыслу законодателя эффективность должна проявляться в высоком результате работы, услуги, качестве поставленного товара при максимально низкой цене заключенного договора.

Для реализации данной цели устанавливаются принципы контрактной системы в сфере закупок, среди которых существенное значение имеет принцип ответственности за результативность обеспечения государственных и муниципальных нужд, эффективность осуществления закупок.

По смыслу ч. 1 ст. 12 Закона № 44-ФЗ заказчики, реализуя принцип ответственности за результативность обеспечения государственных и муниципальных нужд, эффективность осуществления закупок, при планировании и осуществлении закупок должны исходить из необходимости достижения заданных результатов обеспечения государственных и муниципальных нужд [8].

С. С. Матевосян одной из форм реализации эффективности выделяет обоснование закупок, которое определяется как соответствие планируемой закупки целям осуществления закупок. Обоснование закупок осуществляется заказчиком при формировании плана закупок, плана-графика [10].

Оценка обоснованности осуществления закупок проводится в ходе мониторинга закупок, аудита в сфере закупок и контроля в сфере закупок в соответствии с Законом № 44-ФЗ, в результате чего закупка может быть признана необоснованной. В случае признания планируемой закупки необоснованной органы внутреннего государственного (муниципального) финансового контроля выдают предписания об устранении выявленных нарушений и привлекают к административной ответственности виновных лиц. В отдельных субъектах оценивается эффективность не только закупок, но и лиц, которые их проводят: сотрудников контрактных служб и членов комиссии по закупкам [4].

Еще одной формой реализации эффективности, по мнению С. С. Матевосян [10] является нормирование в сфере закупок [2, ст. 19], которое представляет собой установление требований к закупаемым заказчиком товарам, работам, услугам (в том числе предельной цены товаров, работ, услуг) и (или) нормативных затрат на обеспечение функций государственных органов, органов управления государственными внебюджетными фондами, муниципальных органов.

Требования устанавливаются относительно количества, качества, потребительских свойств и иных характеристик товаров, работ, услуг, позволяющих обеспечить государственные и муниципальные нужды [2, ст. 19].

С. С. Матевосян отмечает, что эффективности осуществления государственных закупок в Законе № 44-ФЗ уделено особое внимание, но нормативно закрепленное определение понятия эффективности в Законе № 44-ФЗ отсутствует, что приводит к сложностям в контроле реализации принципа эффективности закупок товаров, работ и услуг для государственных и муниципальных нужд [10].

Д. С. Терещенко также говорит о том, что на сегодняшний день не решен вопрос определения понятия «эффективность» в государственных закупках [12].

Е. Б. Лапина утверждает, что для правильной оценки эффективности того или иного процесса необходимо, во-первых, сформулировать его задачи, так как без четкого понимания ожидаемого результата невозможно оценить, достигнут он или нет, а во-вторых, определить само понятие эффективности [9].

Бюджетный кодекс Российской Федерации (далее — БК РФ) закрепляет принцип эффективности в ст. 34: «...участники бюджетного процесса... должны исходить из необходимости достижения заданных результатов с использованием наименьшего объема средств (экономности) и (или) достижения наилучшего результата с использованием определенного бюджетом объема средств (результативности)» [1, ст. 34]. По смыслу законодателя, достижение эффекта обусловлено наличием двух элементов — бюджетные средства и результат их использования. При этом использование средств характеризуется экономностью, а получение результата — результативностью.

Положения ст. 1 Закона № 44-ФЗ свидетельствуют об эффективности и результативности как о двух самостоятельных характеристиках, в отличие от положения БК РФ, где понятие «результативность» выступает частью целого [2, ст. 1]. При этом далее законодатель определяет, что обеспечение государственных и муниципальных нужд характеризуется результативностью, а осуществление закупок — эффективностью [2, ст. 12].

Е. Б. Лапина же считает, что понятие эффективности осуществления государственных закупок сопоставимо с понятием эффективности расходования бюджетных средств, поскольку государственные заказчики имеют статус участников бюджетного процесса и принимают бюджетные обязательства путем заключения государственных контрактов и соглашается определением эффективности как соотношения результата к затратам как наиболее близкого к положениям БК РФ [9]. Данный вывод делается на основе анализа положений Закона № 44-ФЗ [2, п. 5 ст. 3] и БК РФ [1, ст. 6, ч. 1 ст. 152, ч. ч. 2 и 3 ст. 219, ч. 8 ст. 241].

Д. С. Терещенко предлагает решать задачу по определению эффективности в зависимости от условий, в которых осуществляется действие: при оценке деятельности заказчика принцип эффективности расходования бюджетных средств для обеспечения государственных и муниципальных

нужд в идеальном варианте должен включать конкурентность и (или) экономичность. При оценке эффективности действий поставщика при исполнении государственного контракта необходимо исходить из производительности и (или) экономности. Для оценки же эффективности функционирования контрактной системы в сфере закупок необходимо применять иной подход [12].

Н. В. Нестерович отмечает, что категория «эффективность» является ключевой в экономике. Эффективность, согласно международному стандарту ISO 9000:20086, понимается как соотношение между достигнутыми результатами и затраченными ресурсами (способность системы к реализации своих целей и планов) с заданным качественным уровнем, выраженным определенными требованиями — временем, затратами, степенью достижения цели. Результативность же — это степень достижения запланированных результатов (способность системы ориентироваться на результат) [11].

Бюджетные средства являются основным источником финансовых ресурсов, направляемых на осуществление государственных закупок. Финансирование государственных закупок является одним из важнейших направлений расхода бюджетных средств. Соответственно, разработка финансового механизма формирования и регулирования системы государственных закупок, включая понимание категории эффективности в этой сфере, в решающей степени должна определяться нормативной базой бюджетного регулирования страны.

Арбитражные суды, рассматривая споры между государственными заказчиками и участниками закупок отмечают, что в Законе № 44-ФЗ не закреплена такой принцип как «экономия бюджетных средств» [6], акцентируя внимание на том, что проведение работ, где победителем является лицо, предложившее самую низкую цену контракта, не всегда приводит к эффективному расходованию бюджетных денежных средств, поскольку основным критерием в данном случае является качество выполненных работ [7].

В связи с этим, на слушаниях в Совете Федерации Федерального Собрания Российской Федерации по вопросам совершенствования законодательства в сфере закупок для государственных и муниципальных нужд в октябре 2019 года Генеральная прокуратура Российской Федерации предложила дополнить Закон № 44-ФЗ требованием об экономности. Начальник правового управления Генеральной прокуратуры Российской Федерации Артур Завалунов обратил внимание на то, что Закон № 44-ФЗ не устанавливает такой критерий закупочной деятельности как экономность, несмотря на то, что в ходе закупочных процедур в стране расходуется около трети всех бюджетных средств. В этой связи Генпрокуратура предложила дополнить закон нормой, возлагающей на заказчиков обязанность по соблюдению принципа экономности.

Полагаем, данная инициатива оправдана и можно поддержать позицию Генеральной прокуратуры Российской Федерации в том, что регулирование в сфере государственных закупок должно исключать (минимизировать) возможность реализации корыстных интересов недобросовестных лиц при формальном соблюдении ими требований закона.

Кроме того, представляется необходимым выработать и закрепить в законодательстве о государственных закупках нормативное определение термина «эффективность». Отсутствие четкой дефиниции на практике вызывает затруднения в работе государственных (муниципальных) органов, в том числе и осуществляющих контроль в сфере закупок и оценку деятельности субъектов контроля по расходованию бюджетных средств.

Библиографический список

1. Бюджетный кодекс Российской Федерации от 31 июля 1998 года № 145-ФЗ // СЗ РФ. 2013. № 31. Ст. 3823.
2. О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд: Федеральный закон от 5 апреля 2013 г. № 44-ФЗ // СЗ РФ. 2013. № 14. Ст. 1652.
3. Об утверждении Концепции повышения эффективности бюджетных расходов в 2019—2024 годах: Распоряжение Правительства РФ от 31.01.2019 № 117-р // СЗ РФ. 11.02.2019. № 6. Ст. 542.
4. Порядок оценки эффективности деятельности специалистов, специалистов по проверке обоснованности заявленных потребностей, работников контрактных служб и членов комиссий по осуществлению закупок товаров, работ, услуг (приложение № 2 к Постановлению Правительства Москвы от 29.05.2012 № 244-ПП «О мерах по реализации постановления Правительства Москвы от 24 февраля 2012 г. № 67-ПП»). Доступ из СПС «КонсультантПлюс».
5. Протокол о порядке регулирования закупок (Приложение № 25 к Договору о Евразийском экономическом союзе, подписан в г. Астане 29.05.2014). Доступ из СПС «КонсультантПлюс».
6. Постановление Арбитражного суда Центрального округа от 18.09.2015 № Ф10-2589/2015 по делу № А36-7098/2014. Доступ из СПС «КонсультантПлюс».
7. Постановление Девятого арбитражного апелляционного суда от 04.12.2019 № 09АП-60649/2019 по делу № А40-80799/2019. Доступ из СПС «КонсультантПлюс».
8. Постановление Десятого арбитражного апелляционного суда от 20.06.2018 № 10АП-6466/2018 по делу № А41-105105/17. Доступ из СПС «КонсультантПлюс».
9. *Латина Е. Б.* Вопросы управления эффективностью в сфере государственных закупок // Администратор суда. 2014. № 2. С. 38—40.
10. *Матевосян С. С.* Эффективность закупок для государственных и муниципальных нужд. Правовое регулирование и порядок реализации. // Финансовое право. 2016. № 6. С. 12—15.
11. *Нестерович Н. В.* Эффективность государственных закупок: «Экономика должна быть» // Госзаказ: управление, размещение, обеспечение. 2015. № 40. С. 56—63.
12. *Терещенко Д. С.* О новых подходах к определению эффективности государственных закупок // Финансовое право. 2018. № 9. С. 20—23.

УДК 342.5
ББК 67.400

Н. В. Исаева

НАРОД КАК КОЛЛЕКТИВНЫЙ СУБЪЕКТ ПУБЛИЧНО-ВЛАСТНЫХ ОТНОШЕНИЙ В КОНТЕКСТЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫХ НОВЕЛЛ

В статье обосновывается авторский подход к пониманию многонационального народа как коллективного субъекта, за которым должна не только формально признаваться правосубъектность как единственного источника власти в Российской Федерации, но и способность ответственно действовать в публично-властных отношениях. Эта деятельность имеет коллективный характер. По своему содержанию она направлена на достижение социально и публично значимых целей, реализуется совместными усилиями, движется коллективной волей и коллективным сознанием. В ее основе лежит закрепленное в преамбуле Конституции Российской Федерации самоосознание народа целостностью, способной к юридическому самоопределению в категориях прав, обязанностей и ответственности в позитивном ее понимании. В условиях по сути «спящего» законодательства о референдуме, посредством которого решались бы государственные проблемы и формировался опыт принятия ответственного решения народом как коллективным субъектом, важными представляются законодательные новеллы, предлагающие общероссийское голосование по вопросу одобрения изменений в Конституцию Российской Федерации как новая форма прямой демократии, которая может оказать положительное влияние на формирование способности народа осознавать свой конституционно-правовой долг и быть готовым возложить на себя (народ в целом как коллективный субъект) ответственность за принимаемое решение и его последствия.

Ключевые слова: народ, коллективный субъект, правосубъектность, власть, общенародное голосование, ответственность.

N. V. Isaeva

THE PEOPLE AS THE COLLECTIVE SUBJECT OF PUBLIC LAW RELATIONS IN THE CONTEXT OF LEGISLATIVE INNOVATIONS

The article explains the author's approach to the understanding of a multinational body of people as a collective subject, which is to be recognized as possessing not only a legal capacity being the only source of power in Russian Federation, but also the capacity to act responsibly in public law relations. This kind of activity is of the collective nature. Intrinsically, it is directed to the goals of a public and social interest, is realized by common efforts, is pushed by a collective will and collective consciousness. Its base is formed by the Russian Constitution preamble, which stipulates people's self-awareness of its integrity with a capability of a self-determination in categories of rights, duties and responsibility in its positive meaning. In the situation of virtually "sleeping" legislation on referendum, by which the state problems would be solved and the experience of taking responsible decisions by the people as the collective subject would be formed, the legislative innovations proposing a national voting on the questions of approving the changes to the Russian Constitution, seem to be of great importance as a new form of direct democracy, which can have a positive effect on the people's capacity to recognize

© Исаева Н. В., 2020

• Серия «Естественные, общественные науки»

its constitutional legal duty and readiness to assume (the people in its integrity as a collective subject) the responsibility for decisions and consequences.

Key words: the people, collective subject, legal capacity, power, national voting, responsibility.

В последнее время немало говорится об открытости государства, о необходимости более широкого включения народа в публично-политические процессы. При этом делаются ссылки на известные статьи Конституции Российской Федерации, прежде всего, третью, провозглашающую многонациональный народ единственным источником власти [6].

В Конституции Российской Федерации термин «народ» используется в разном контексте: с прилагательным «многонациональный» как учредитель Конституции (преамбула) и источник власти (ст. 3), в связи с правом народов на самоопределение (ч. 3 ст. 5), как коренные малочисленные народы (ст. 69).

Несмотря на то, что сами термины «народ» и «многонациональный народ» не получили однозначного понимания и определения, они широко используются в юридической литературе и практике. Народ соотносят с «общностью граждан» [3, с. 49], «публичным территориальным коллективом» [21, с. 183], российской нацией [18] и просто нацией в связи с концепцией национального суверенитета [12]. В последнем случае народ признается субъектом публично-правовых отношений только посредством государства или иных, создаваемых ими объединений [7, с. 42]. Тем самым ставится под сомнение возможность самостоятельной правосубъектности народа.

Однако существует и иная точка зрения, выраженная почти в трех десятках работ, известных автору, обосновывающих самостоятельную правосубъектность народа, прежде всего как единственного источника власти и носителя суверенитета. По мнению С. А. Авакьяна, российский народ является не просто субъектом властных функций, но стоит выше всех других субъектов, осуществляющих эти функции. Народ во властных отношениях может восприниматься и как символ власти, и как непосредственно действующий властный субъект [17, с. 75—76, 78—79]. Н. Н. Аверьянова исходит из того, что, народ является носителем власти во всех сферах общественной жизни, поэтому она считает, что «концепт» его правосубъектности является всеобщим [1].

Конституционный Суд Российской Федерации в своих решениях основывается на территориальном принципе отнесения народа к субъекту публичной деятельности, выделяя уровни публичной власти: государственная власть Российской Федерации (многонациональный народ в целом); государственная власть субъектов РФ (часть многонационального народа, проживающая на территории субъекта РФ) [14]; муниципальная власть (местное сообщество) [13].

Общим для всех названных субъектов публично-властной деятельности является то, что эти уровни власти *учредил сам народ* посредством референдума и принятия национальной, т. е. действующей на территории всей страны, Конституции. Тем самым народ на самом высоком в юридическом смысле уровне определил «правила входа» [2, с. 51] в национальный правопорядок.

Важным представляется и тот факт, что всех названных субъектов объединяет *коллективный характер деятельности*, и ее *содержание*. Эта деятельность направлена на достижение социально и публично значимых целей, реализуется *совместными* усилиями (независимо от количественных

показателей), движется *коллективной волей* и *коллективным сознанием*, а также, исходя из преамбулы Конституции РФ, *осознанием себя* некой *целостностью*, способной к юридическому самоопределению в категориях прав, обязанностей и ответственности.

Признавая в доктрине коллективную волю и коллективное сознание, российская юридическая наука почти тридцать лет не уделяет разработке категории коллективного субъекта должного внимания. Возможно, это связано с отказом законодателя видеть в коллективе объект конституционного регулирования. Как считает Т. Я. Хабриева, этот отказ обусловлен боязнью употребления терминов советского государственного права [20, с. 18—19]. Очевидно, настало время преодолеть эту боязнь, поскольку она ведет не только к сдерживанию разработки конституционно-правовой доктрины, но и к не обоснованным рискам конституционно-правовой практики [5, с. 381—396].

Представляется необходимым для анализа проблем участия народа в публично-правовой деятельности, характеристики его правосубъектности и правового статуса ввести понятие коллективного субъекта. *Коллективный субъект публичного права* — организованное сообщество людей, находящихся в устойчивых институционально (юридически) оформленных отношениях, обеспечивающих совместную реализацию прав, свобод, обязанностей и ответственности от его имени.

Следует заметить, что некоторые ученые, признавая правосубъектность народа, отказывают ему в правовом статусе на том основании, что он, якобы не может нести юридическую ответственность [1]. Такой подход, очевидно, основывается на традиционном понимании юридической ответственности как негативной (ретроспективной). Он не позволяет в полной мере раскрыть и оценить возможности участия народа в публично-правовых процессах. Поэтому полагаю необходимым обратить внимание на иные позиции теории юридической ответственности, в которой выделяется такая форма как позитивная ответственность. Так, Д. А. Липинский обосновывает, что юридическая ответственность представляет собой единое целое, имеющее две формы реализации — добровольную и государственно-принудительную [8, с. 15—42]. Ученый определяет ее как нормативную, гарантированную и обеспеченную государственным принуждением, убеждением или поощрением юридическую обязанность по соблюдению и исполнению требований нормы права, реализующуюся в правомерном поведении субъектов, одобряемом или поощряемом государством. В случае неправомерного поведения, юридическая ответственность выступает в качестве обязанности правонарушителя претерпеть осуждение, ограничение прав имущественного или личного неимущественного характера, а также в ее реализации [22, с. 28].

Важным в данном контексте представляется указание ученых на то, что позитивная ответственность или ответственность в правомерном поведении проявляется как способность осознавать содержание и значение «собственного поведения, согласование его со своими правами и обязанностями, своим конституционно-правовым долгом в настоящем и будущем (выделено Н. В. Витруком) поведении» [4, с. 31]. Ответственность за то, что есть и будет, т. е. *понимание актуального и перспективного состояния субъекта, в данном случае многонационального народа, в системе общественных связей и отношений*.

В связи с этим существенными представляются результаты экспериментальных исследований социологов и психологов, доказавших, что источники межгрупповых отношений кроются не в мотивах отдельных личностей,

а в ситуациях взаимодействия разных сообществ, и характер этого взаимодействия опосредуется совместной деятельностью сообществ. Тем самым формируется коллективное сознание и целостное представление о сообществе, его особенностях и возможностях [9, с. 48—57].

Анализ Конституции РФ и действующего законодательства позволяет говорить о *многонациональном народе* Российской Федерации как о *коллективном субъекте*. По смыслу преамбулы Конституции РФ 1993 г. народ воплощает свое право на самоопределение, «возрождая суверенную государственность России и утверждая незыблемость ее демократической основы». Однако самоопределение выстраивается не только путем реализации права на формирование государства, но и «исходя из ответственности за свою Родину перед нынешними и будущими поколениями, сознавая себя частью мирового сообщества». Тем самым народ, как коллективный субъект, от своего имени учреждает государственность и *возлагает на себя юридическую ответственность* в позитивном смысле. Возложение юридической ответственности, а не привлечение к юридической ответственности еще в советское время в теории права и государства рассматривалось как отличительный признак юридической ответственности в позитивном смысле [10, с. 260]. В *способности позитивной* ответственности следует усматривать предпосылку к формированию открытого государства, появление которого обусловлено волей народа, принявшего Конституцию.

Существенным является вопрос о видах правовых отношений, субъектом которых выступает такой коллективный субъект как российский многонациональный народ. Наиболее устойчивым является мнение о том, что в действующем законодательстве только два вида правовых отношений, в которых народ выступает как «юридическая личность»: при проведении референдума и посредством выборов. Во всех других правоотношениях народ не участвует как юридическая личность [7, с. 38]. Однако такое утверждение представляется не вполне соответствующим действительности, в частности, в контексте законодательных новелл. Речь идет о принятии Закона о поправке в Конституцию Российской Федерации, где ст. 2 предусматривает общероссийское голосование по вопросу одобрения изменений в Конституцию Российской Федерации [11].

Возникает вопрос, можно ли такое голосование рассматривать как *новую форму* непосредственного выражения власти народа? Часть 3 статьи 3 Конституции РФ устанавливает в качестве высших форм непосредственного выражения власти народа референдум и свободные выборы. В законодательстве термином «голосование» обозначается способ выражения воли на выборах или референдуме. Например, это установлено в части 2 статьи 12 и в статьях 24 и 25.1 федерального закона от 6.10.2003 г. «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» [16] в отношении местного референдума по изменению границ муниципального образования или по отзыву выборного лица. Именно в таком значении голосование, как право выразить свою волю, гарантируется главой второй ФЗ от 12.06.2002 № 67-ФЗ «Об основных гарантиях избирательных прав и права на участие в референдуме граждан Российской Федерации» [15].

Легитимность голосования по отзыву выборного лица местного самоуправления или голосования по изменению границ муниципального образования обеспечивается специальными процедурами, в том числе установлением, так называемого «порога явки» избирателей (более половины зарегистрированных избирателей) и установления численных критериев признания решения

принятым. За отзыв должно проголосовать не менее половины избирателей, зарегистрированных в муниципальном образовании (избирательном округе), а согласие на изменение границ должны дать более половины принявших участие в голосовании жителей муниципального образования.

В отношении общероссийского голосования по вопросу одобрения изменений в Конституцию Российской Федерации никакого «порога явки» не устанавливается. Речь идет лишь о том, что изменения считаются одобренными, если за них проголосовало более половины граждан Российской Федерации, принявших участие в общероссийском голосовании. Участвуют граждане, достигшие 18 лет, за исключением граждан, признанных судом недееспособными или содержащихся в местах лишения свободы по приговору суда (ч. 5 ст. 3) [11]. Количество граждан, принявших участие в общероссийском голосовании, определяется по количеству бюллетеней в ящиках для голосования (ч. 25 ст. 2) [там же].

Эти критерии существенно ниже тех, что установлены для общероссийского референдума, который в соответствии с федеральным конституционным законом [19] признается состоявшимся, если в нем приняли участие более половины участников референдума, внесенных в списки (ч. 5 ст. 80), а за выносимый вопрос проголосовало более половины принявших участие в голосовании участников референдума (ч. 7 ст. 80).

Ситуация, конечно, порождает множество вопросов, в том числе о возможной сомнительности легитимности одобрения Закона о поправке, если явка будет низкой. Вместе с тем, положительным моментом видится возможность проверить не только уровень электоральной активности граждан, но и степень понимания себя как *целого* (коллективного субъекта), способного вдумчиво и ответственно принять решение. Оно может быть разным, учитывая, что общественное мнение о характере конституционных изменений далеко от единодушия, как в их отрицании, так и в одобрении. Очевидно, что любое решение будет иметь глубокие юридические последствия для разных категорий граждан и общества в целом, не говоря уже о государстве.

Таким образом, введение общероссийского голосования как новой формы прямой демократии в условиях, когда общероссийский референдум не проводился более двадцати пяти лет, а муниципальный уровень принятия решений не может быть показателем степени сформированности коллективной воли коллективного сознания в масштабах всего государства, очевидно, рассчитано не только на расширение возможности участия многонационального народа в непосредственном осуществлении власти, но и на формирование его способности осознавать свой конституционно-правовой долг и быть готовым возложить на себя, народ в целом как коллективный субъект, ответственность за принимаемое решение и его последствия.

Библиографический список

1. *Аверьянова Н. Н.* Конституционная правосубъектность народа как обладателя права на землю // Журнал российского права. 2017. № 4. С. 38—44.
2. *Баженова О. И.* Правосубъектность как конституционно-правовая форма свободы личности: к постановке проблемы // Правосубъектность: общетеоретический, отраслевой и международно-правовой анализ: сборник материалов к XII Ежегодным чтениям памяти профессора С. Н. Братуся / В. Ф. Яковлев, Т. Я. Хабриева др. М.: Статут, 2017. 434 с.

3. Безуглова А. А., Солдатов С. А. Конституционное право России: в 3 т. М., 2001. Т. 1. 797 с.
4. Витрук Н. В. Общая теория юридической ответственности. 2-е изд., испр. и доп. М.: Норма, 2012. 331 с.
5. Исаева Н. В. Проблемы теории права как проблемы отраслевой науки и практики // Общая теория права: История и современное состояние (к 110-летию А. И. Денисова): монография / отв. ред. М. Н. Марченко. М.: Проспект, 2018. С. 381—396.
6. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993) (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 № 6-ФКЗ, от 30.12.2008 № 7-ФКЗ, от 05.02.2014 № 2-ФКЗ, от 21.07.2014 № 11-ФКЗ) // Официальный интернет-портал правовой информации <http://www.pravo.gov.ru> (дата обращения: 01.08.2014).
7. Кутафин О. Е. Субъекты конституционного права Российской Федерации как юридические и приравненные к ним лица. М.: ТК Велби: Проспект, 2007. 336 с.
8. Липинский Д. А. Проблемы юридической ответственности / под ред. Р. Л. Хачатурова. СПб.: Юридический центр Пресс, 2003. 378 с.
9. Микляева А. В., Румянцева П. В. Социальная идентичность личности: содержание, структура, механизм формирования: монография. СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2008. 231 с.
10. Назаров Б. Л. Социалистическое право в системе социальных связей. М.: Юрид. лит., 1976. 311 с.
11. О совершенствовании регулирования отдельных вопросов организации и функционирования публичной власти: Закон РФ о поправке к Конституции РФ от 14.03.2020 № 1-ФКЗ // Официальный интернет-портал правовой информации <http://www.pravo.gov.ru> (дата обращения: 14.03.2020).
12. Оль П. А., Ромашиов Р. А. Нация (генезис понятия и вопросы правосубъектности): монография. СПб.: Изд-во С.-Петербург. юрид. ин-та, 2002. 144 с.
13. По делу о проверке конституционности отдельных положений Закона Красноярского края «О порядке отзыва депутата представительного органа местного самоуправления» и Закона Корякского автономного округа «О порядке отзыва депутата представительного органа местного самоуправления, выборного должностного лица местного самоуправления в Корякском автономном округе» в связи с жалобами заявителей А. Г. Злобина и Ю. А. Хнаева: постановление Конституционного Суда РФ от 02.04.2002 № 7-П // Собрание законодательства РФ. 2002. № 14. Ст. 1374.
14. По делу о проверке конституционности статей 80, 92, 93 и 94 Конституции Республики Коми и статьи 31 закона Республики Коми от 31 октября 1994 года «Об органах исполнительной власти в Республике Коми»: постановление Конституционного Суда Российской Федерации от 15 января 1998 г. № 3-П // Собрание законодательства РФ. 1998. № 4. Ст. 532.
15. Собрание законодательства РФ. 2002. № 24. Ст. 2253.
16. Собрание законодательства РФ. 2003. № 40. Ст. 3822.
17. Современные проблемы организации публичной власти: монография / отв. ред. д-р юрид. наук, проф. С. А. Авакьян. М.: Юстицинформ, 2014. 596 с.
18. Стратегия государственной национальной политики Российской Федерации до 2025 года: Указ Президента РФ от 19.12.2012 г. № 1666 // Собрание законодательства РФ. 2012. № 52. Ст. 7477.
19. Федеральный конституционный закон от 28.06.2004 № 5-ФКЗ (ред. от 18.06.2017) «О референдуме Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. 2004. № 27. Ст. 2710 // Официальный интернет-портал правовой информации <http://www.pravo.gov.ru> (дата обращения: 18.06.2017).
20. Хабриева Т. Я. Теория современного основного закона и российская Конституция // Журнал российского права. 2008. № 12. С. 15—24.
21. Чиркин В. Е. Юридическое лицо публичного права. М.: Норма, 2007. 352 с.
22. Юридическая ответственность: история и современность: монография / А. А. Гогин, Д. А. Липинский и др.; отв. ред. Д. А. Липинский. Тольятти: ТГУ, 2014. 267 с.

УДК 364.222:34
ББК 67.401.125

В. Г. Ойкин

ПРАВОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ ПРЕОДОЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНОГО РИСКА БЕДНОСТИ

Бедность рассматривается как универсальный социально-обеспечительный риск, институализация борьбы с которым должна являться основой социальной политики российского государства. Проведен анализ правовых механизмов преодоления бедности. Высказана оценка предложений по некоторым конституционным изменениям в социальной сфере.

Ключевые слова: бедность, социальный риск, правовой механизм.

V. G. Oykin

LEGAL MECHANISMS FOR OVERCOMING THE SOCIAL RISK OF POVERTY

Poverty is considered as a universal social security risk. The institutionalization of the struggle against poverty should be the basis of the social policy of the Russian state. The analysis of legal mechanisms for overcoming poverty is carried out. An assessment of the proposals for some constitutional changes in the social sphere is made.

Key words: poverty, social risk, legal mechanism.

Категория социального риска прочно вошла в понятийный аппарат права социального обеспечения, являясь по существу одной из центральных категорий данной отрасли права. Характерными чертами риска являются его объективный характер, устремленность в будущее, измеряемость негативных последствий реализации риска.

М. В. Лушникова и А. М. Лушников выделяют три признака социального риска: массовый (общественный) характер, утрата источника существования, возможность и необходимость его учета и измерения, а четвертый признак формулируют для социального страхового риска — предварительная подготовка к реализации риска в виде создания страхового защитного механизма [12, с. 493—494].

О сущности социально-обеспечительных рисков говорится, в частности, в статье 2 раздела I Рекомендации № 202 Международной организации труда «О минимальных уровнях социальной защиты», где указано, что устанавливаемые социальные гарантии направлены на «предотвращение или сокращение масштабов бедности, незащищенности и социальной изоляции» [14]. То есть основными слагающими поражения социального статуса признаны бедность, незащищенность и социальная изоляция. Там же подчеркивается, что меры социального обеспечения «позволяют людям адаптироваться к изменениям, происходящим в экономике и на рынке труда» [14], выступая при этом своеобразными автоматическими социальными и экономическими стабилизаторами. Иными словами, истоки социально-

обеспечительных рисков могут закладываться самими процессами социально-экономического развития, порождая в ряде случаев новые группы социального риска.

Пожалуй, именно этим такие риски выделяются в системе других социальных рисков: они проявляются не в чрезвычайных обстоятельствах, а в условиях обычного (социально закономерного) развития общества, и основаны на нормальных для данного общества в этот исторический период общественных отношениях, более того, имманентно им присущи.

Под социально-обеспечительным риском понимается вероятность наступления материальной необеспеченности по причине утраты текущего дохода по объективным, социально значимым причинам, а также необходимости дополнительных расходов для удовлетворения вновь возникающих социально-поощряемых потребностей.

Подчеркивая место социальных рисков в жизни общества, В. И. Шарин определяет их как риски, в преодолении которых участвует все общество, и большая часть членов общества подвержена им; для них характерна вероятность всеобщих потерь, затрагивающих элементы качества жизни людей и минимизируемых при условии реализации социальной ответственности всех членов общества [22, с. 118].

Е. Е. Мачульская полагает, что социальный риск — это вероятностное событие, наступающее в результате утраты заработка или другого трудового дохода, падения уровня жизни ниже отметки прожиточного минимума и по объективным социально значимым причинам создающее необходимость социальной защиты со стороны государства [13, с. 26].

В. Д. Роик, считая категорию риска применимой, прежде всего, к страховым отношениям, убежден, что механизмы социальной защиты включаются, прежде всего, в случае наступления для наемных работников массовых социальных рисков утраты трудоспособности и (или) места работы [18, с. 18].

С. А. Сильченко разворачивает определение социального риска: по его мнению, это риск, обладающий для социума признаками всеобщности и неизбежности, который порождает состояние социальной незащищенности (материальной необеспеченности) человека, семьи, класса или общества, характеризующий вероятность или меру возможности наступления негативных последствий его действия, а также степень их неотвратимости [17, с. 59].

Е. А. Истомина признает социальный риск основанием социального обеспечения, выделяя четыре вида неблагоприятных событий для человека: материальная необеспеченность, повышенные расходы, потребность в медицинской помощи, потребность в социальных услугах [10, с. 180—183].

Н. А. Мешавкина, представившая диссертационное исследование по теме социальных рисков, акцент делает на негативных последствиях для статуса индивида, проявляющихся в ухудшении уровня и качества его жизнедеятельности [15, с. 22].

В контексте юридических оснований для возникновения социально-обеспечительных отношений находим у А. Л. Благодир такое определение социального риска: это — юридический факт со специфическим отпечатком, отражающим социальную направленность, который влечет возникновение социально-обеспечительного правоотношения [9, с. 5—13].

М. Ю. Федорова выделяет институт социального риска в системе права социального обеспечения, сам же социальный риск определяя как возможность возникновения социально неблагоприятных ситуаций, которые

гражданин не способен преодолеть самостоятельно и которые в силу этого обуславливают необходимость его поддержки со стороны государства и общества посредством предоставления социально значимых благ и услуг (пенсий, пособий, компенсационных выплат и т. п.) [19, с. 110—115].

Представляется, что ведущими факторами, влияющими на динамику социальных рисков последнего времени, следует считать:

- рост экономической основы (возрастание богатства общества, увеличение возможностей его перераспределения);
- повышение социальных стандартов уровня жизни (рост общественных ожиданий);
- изменение социальных практик (например, появление особых форм занятости населения);
- развитие нравственных основ жизни (гуманизация общества).

Можно сказать, что в ходе общественного развития риски не исчезают, просто повышается граница зоны, признаваемой обществом социально неприемлемой (опасной), а также появляются новые риски, связанные с этим.

Среди социально-обеспечительных рисков выделяют универсальный риск бедности, к которому можно свести почти все закреплённые в социальном праве риски (нетрудоспособность, безработица, старость, потеря кормильца и т. д.). Реализация самых разных социальных рисков способна привести к состоянию бедности, материальной ограниченности, недостаточности доходов для удовлетворения потребностей личности. Фактически бедность — это предельное концентрированное выражение практически любого социального риска в обеспечительном контексте.

Термин «бедность» используется в «Европейской социальной хартии (пересмотренной)», которая ратифицирована Российской Федерацией [5]. При этом, не раскрывая этого понятия, Хартия декларирует, что каждый имеет право на защиту от бедности и социального отторжения [1].

В экономико-правовом смысле бедность — это состояние потребления ниже социального минимума (независимо от породивших его объективных причин), юридически подтверждаемое уровнем дохода на душу населения ниже установленного предела. Таким образом, в качестве критериев бедности специалисты выделяют уровень прожиточного минимума, с одной стороны, и минимальный уровень дохода, с другой [21].

Действующее законодательство устанавливает указанные границы бедности, определяя сферы их применения. При закреплении категории прожиточного минимума законодатель определяет, что он учитывается при установлении гражданам государственных гарантий получения минимальных денежных доходов и при осуществлении мер социальной защиты, а также для оценки уровня жизни населения при разработке и реализации социальной политики, формирования «социальных статей» бюджета [2, ст. 2]. Причем, если целевой установкой на федеральном уровне является обоснование минимального размера оплаты труда, стипендий, пособий и других социальных выплат (т. е. обеспечение достаточного текущего дохода), то на региональном уровне — оказание необходимой государственной социальной помощи малоимущим гражданам (т. е. особые меры по противостоянию бедности).

Величина прожиточного минимума на душу населения и по основным социально-демографическим группам (трудоспособное население — лица в возрасте от 16 лет и до возраста выхода на пенсию по старости; пенсионеры; дети в возрасте до 15 лет) определяется ежеквартально на основании

потребительской корзины, которая пересматривается не реже одного раза в пять лет [6, ст. 1]. По итогам завершившегося квартала рассчитывается реально сложившийся прожиточный минимум.

Особенностью правового регулирования границы бедности пенсионеров является дополнительный показатель — величина прожиточного минимума пенсионера для определения размера социальной доплаты (федеральной или региональной) к пенсии с тем, чтобы совокупная социальная выплата пенсионера не была ниже данного уровня. Указанный прожиточный минимум устанавливается ежегодно и фактически является прогнозным, устанавливаемым не постфактум, а на год вперед.

Следует указать, что юридический состав, являющийся основанием для возникновения социально-обеспечительного правоотношения оказания материальной помощи малоимущему лицу, включает в себя помимо подтверждения низкого уровня доходов также факт проживания на территории соответствующего субъекта Российской Федерации. Уровень жизни в различных регионах страны различается, в связи с чем различаются и уровни прожиточного минимума как границы социального риска бедности, что закрепляется на уровне регионального законодательства.

Преодоление социального риска бедности осуществляется, в том числе посредством юридического инструментария, который институализируется в особом правовом механизме, направленном на поддержание социально приемлемого уровня потребления населения страны. Правовой механизм определяется как «совокупность правовых норм, правоотношений и юридических актов, участвующих в правовом воздействии, и существующих в виде динамической, внутренне единой системы, элементы которой приобретают новые свойства именно в результате своего взаимодействия» [11, с. 12]. Такой системой является государственная социальная помощь, закрепленная в действующем законодательстве [3], предусматривающем как федеральный, так и региональный уровни.

В рамках государственной социальной помощи предусмотрено предоставление малоимущим семьям, малоимущим одиноко проживающим гражданам социальных пособий, социальных доплат к пенсии, субсидий, социальных услуг и жизненно необходимых товаров. Новацией в системе этих мер является государственная социальная помощь на основании социального контракта — соглашения, по которому гражданин, получающий помощь, обязуется реализовать мероприятия, предусмотренные программой социальной адаптации, т. е. предпринять активные действия.

Другим аспектом правового регулирования мер профилактики бедности является вопрос о минимальном уровне оплаты наемного труда. Согласно действующему законодательству минимальный размер оплаты труда устанавливается на уровне не ниже величины прожиточного минимума трудоспособного населения в целом по Российской Федерации за второй квартал предыдущего года [4, ч. 2 ст. 1]. Данный показатель применяется для регулирования не только оплаты труда, но и для целей обязательного социального страхования, в рамках которого производится компенсация утраченного заработка.

При этом феноменом нашего времени является такая категория граждан, как бедные работающие, о чем пишут разные авторы [20, 16]. На данный парадокс неоднократно обращалось внимание в контексте справедливого распределения валового национального продукта. Однако, на наш взгляд, у этой проблемы есть и правовое измерение.

Согласно действующему правовому регулированию прожиточного минимума минимальный набор продуктов питания для трудоспособного населения формируется исходя из физиологических особенностей организма мужчин и женщин, не занятых тяжелым физическим трудом [7]. Таким образом, на нормативном уровне признано, что прожиточный уровень не обеспечивает всех (даже минимальных) потребностей трудящихся граждан.

В связи с этим представляется нелогичным внесение в Конституцию Российской Федерации нормы, гарантирующей минимальный размер оплаты труда не менее величины прожиточного минимума трудоспособного населения в целом по Российской Федерации [8]. Полагаем, что столь низкий социальный стандарт не достоин Конституции социального государства, провозглашающего, что человек, его права и свободы являются высшей ценностью, и политика которого направлена на создание условий, обеспечивающих достойную жизнь и свободное развитие человека. Закрепление данного минимального стандарта на уровне Федерального закона вполне достаточно, нормы Конституции должны, на наш взгляд, быть нацелены на дальнейшее развитие, в том числе в социальной сфере. Развитие свободного общества возможно только на прочной материальной основе высокого индивидуального благосостояния, при котором социальный риск бедности должен рассматриваться как исключительный.

Правовой механизм преодоления бедности представляется необходимым дополнить нормами по дальнейшему стимулированию граждан для получения инициативного дохода, с одной стороны, и положениями, предусматривающими более справедливое распределение национального дохода, с другой стороны, что соответствовало бы задачам по преодолению психологии патернализма и снижению уровня материального неравенства между гражданами нашей страны.

Библиографический список

1. Европейская социальная хартия (пересмотренная) (принята в г. Страсбурге 03.05.1996) // Бюллетень международных договоров. 2010. № 4. С. 17—67.
2. О прожиточном минимуме в Российской Федерации: Федеральный закон от 24.10.1997 № 134-ФЗ // СЗ РФ. 1997. № 43. Ст. 4904; 2019. № 14 (часть I). Ст. 1462.
3. О государственной социальной помощи: Федеральный закон от 17.07.1999 № 178-ФЗ // СЗ РФ. 1999. № 29. Ст. 3699; 2017. № 27. Ст. 3951.
4. О минимальном размере оплаты труда: Федеральный закон от 19.06.2000 № 82-ФЗ // СЗ РФ. 2000. № 26. Ст. 2729; 2019. № 52 (часть I). Ст. 7781.
5. О ратификации Европейской социальной хартии (пересмотренной) от 3 мая 1996 года: Федеральный закон от 03.06.2009 № 101-ФЗ // СЗ РФ. 2009. № 23. Ст. 2756.
6. О потребительской корзине в целом по Российской Федерации: Федеральный закон от 03.12.2012 № 227-ФЗ // СЗ РФ. 2012. № 50 (часть 4). Ст. 6950; 2018. № 1 (Часть I). Ст. 5.
7. Об утверждении методических рекомендаций по определению потребительской корзины для основных социально-демографических групп населения в субъектах Российской Федерации: Постановление Правительства РФ от 28.01.2013 № 54 // СЗ РФ. 2013. № 5. Ст. 395; 2018. № 53 (часть II). Ст. 8708.
8. О совершенствовании регулирования отдельных вопросов организации публичной власти: Проект Закона РФ о поправке к Конституции РФ № 885214-7 (ред., принятая ГД ФС РФ в I чтении 23.01.2020). Доступ из СПС «КонсультантПлюс».

9. *Благодир А. Л.* Социальные риски как обстоятельства, влекущие возникновение социально-обеспечительных отношений // Социальное и пенсионное право. М.: Издательская группа «Юрист», 2011. № 1. С. 5—13.
10. *Истомина Е. А.* К вопросу о классификации социальных рисков // Вопросы управления. М.: Изд-во РАНХиГС при Президенте РФ, 2012. № 3 (20). С. 180—183.
11. *Кузнецова С. А.* К вопросу об определении понятия «правовой механизм» // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России. 2013. № 1. С. 9—12.
12. *Лушников М. В., Лушников А. М.* Курс права социального обеспечения. 2-е изд., доп. М.: Юстицинформ, 2009. 656 с.
13. *Мачульская Е. Е.* Социальный риск как объективная основа социального обеспечения // Вестник Моск. ун-та. Серия 11, Право. 1999. № 1. С. 23—30.
14. Международное социальное обеспечение: документы и комментарии / отв. ред. Ю. В. Воронин. М.: Городец, 2015. 736 с.
15. *Мешавкина Н. А.* Социальный риск в современном российском обществе: автореф. дис. ... канд. социол. наук. Уфа, 2007. 22 с.
16. *Палухина А. В., Кортаева Т. В.* Бедность в России — бедность работающего населения // Развитие науки и техники: механизм выбора и реализации приоритетов: сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции (Самара, 22 марта 2018 г.): в 3 ч. Стерлитамак: АМИ, 2018. Ч. 2. С. 47—50.
17. *Сильченко С. А.* Теоретические аспекты категории «социальный риск» и развитие права социального обеспечения // Трудовое право в России и за рубежом. 2014. № 1. С. 58—60.
18. *Роик В. Д.* Социальное страхование: учебник и практикум для академического бакалавриата. М.: Юрайт, 2018. 509 с.
19. *Федорова М. Ю.* Об оценке социальных рисков на различных этапах существования обязательств по социальному обеспечению // Российский юридический журнал. Екатеринбург: Изд-во Уральского государственного юридического университета. 2014. № 6 (99). С. 110—115.
20. *Флегонтов В. И.* Заработанная бедность «Бедность сегодня в России — это бедность работающего населения» // Актуальные проблемы социально-экономического развития России. 2019. № 4. С. 92—100.
21. *Челнокова Г. Б.* Прожиточный минимум и минимальный размер оплаты труда — основные критерии определения бедности в социальном законодательстве России // Актуальные проблемы российского права. 2013. № 11. С. 1411—1416. Доступ из СПС «КонсультантПлюс».
22. *Шарин В. И.* Социальные риски как угрозы социальному положению и защита от них // Известия Уральского государственного экономического университета. 2013. № 6. С. 118—124.

УДК 340
ББК 67.0

Е. Л. Поцелуев

УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА ПО ТЕОРИИ ГОСУДАРСТВА И ПРАВА РОССИИ И УКРАИНЫ В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА: СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

В статье проведен сравнительный анализ 24 учебников, учебных пособий, энциклопедических и академических курсов и т. п. украинских и российских ученых-юристов (по 12 книг от каждой страны), преподавателей высших учебных заведений за 2005—2011. Сопоставление вышеуказанной литературы проведено по следующим критериям: количество авторов и их статус, наличие или отсутствие рецензента или рецензентов и их регалии, место работы; год, издательство и место издания книг (здесь явное преобладание двух столиц — Киева и Москвы, литература выпускалась также в Санкт-Петербурге, Ростове на Дону, Одессе и Харькове — крупных центрах высшего юридического образования и юридической науки). В заключительной части статьи сделаны выводы об общих чертах и особенностях учебной литературы по теории государства двух соседних стран.

Ключевые слова: теория государства и права в РФ, теория государства и права на Украине, учебная литература, авторы учебников, рецензенты учебников, место издания учебников, издательства.

E. L. Potseluev

RUSSIAN AND UKRAINIAN SCHOLARLY TEXTBOOKS ON THE THEORY OF STATE AND LAW AT THE START OF THE 21ST CENTURY : COMPARATIVE ANALYSIS

Comparative analysis is given to 24 textbooks, encyclopedic and academic courses, etc. (12 entries from each country) by Russian and Ukrainian high school law experts published between 2005 and 2011. The above mentioned literature is compared along the following criteria: number of authors and their status, the absence or presence of reviewer or reviewers, their credentials, place of work; the year of publishing and the place of publishing (here the two capitals — Kiev and Moscow — clearly dominate, though the literature was also published in Saint Petersburg, Rostov-on-Don, Odessa and Kharkov — significant centers of higher level legal education and law science). The final section of the paper presents some conclusions on general and specific features of the two countries' scholarly textbooks on the theory of state.

Key words: theory of state and law in Russia, theory of state and law in Ukraine, scholarly textbooks, reviewers of textbooks, place of publication of textbooks, publishing houses.

Актуальность темы. И в советское время юридическая литература, изданная в других союзных республиках, была малодоступна российским исследователям. После того как Советский Союз перестал существовать ситуация, на наш взгляд, еще более усугубилась, так как научные связи

© Поцелуев Е. Л., 2020

• Серия «Естественные, общественные науки»

отечественных исследователей и наших украинских, особенно после Евромайдана, резко ослабли. После восстановления Украиной своей государственности начался переход в преподавании юридических и других дисциплин в высшей школе на украинском языке, что отразилось и на издании книг: они уже в интересующий нас период публиковались преимущественно на украинском. Поэтому большинство отечественных ученых-юристов не знает большую часть учебной литературы (это в полной мере относится и к научным трудам), изданной в соседней стране, в том числе и по теории государства и права. Литература украинских коллег стала «суверенной», отличной от российской? Она вестернизировалась? Или все мы вышли из советской «шинели» и сохраняем ее достоинства и недостатки? Или дружно произошел отказ от советских стандартов и мы сохраняем единство и общность на новой основе? Или ситуация еще более сложная и картина более фрагментарная? Насколько нам известно, никто подобных сравнительных исследований не проводил. Из-за ограниченного объема публикации мы затронем лишь ряд сюжетов, указанных в аннотации.

Количество книг и их распределение по годам издания. Нами было изучено 12 книг по теории государства и права, изданных украинскими учеными в украинских издательствах в 2005—2011 годах, т. е. до начала Евромайдана в 2013 г. Чтобы сравнение было корректным взято столько же работ (12), авторы которых российские исследователи и все книги изданы в Российской Федерации примерно в это же время. Распределение по годам литературы следующее: 2005: 2 — Украина [30, 31] и 3 — РФ [15, 20, 29]; 2006: 1 — Украина [10] и 1 — РФ [24]; 2007: 4 — Украина [11, 16, 25, 26] и 0 — РФ; 2008: 2 — Украина [3,9] и 1 — РФ [19]; 2009: 1 — Украина [2] и 3 — РФ [4, 13, 34]; 2010: 1 — Украина [7] и 3 — РФ [12, 23, 35]; 2011: 1 — Украина [5] и 1 — РФ [14].

Место издания и издательства. 12 работ украинских авторов были изданы в трех городах: одна — в Одессе [16], две — Харькове [9, 26] и девять — Киеве, причем в шести разных издательствах — КНТ (три книги), Знание (Знания/ Знания) (две) и в издательствах Атіка, Центр учебовой літератури, Юрін Інтер, Юрисконсульт — по одной работе [2, 3, 5, 7, 10, 11, 25, 30, 31]. 12 книг российских авторов были опубликованы в следующих городах: одна — в Ростове на Дону [12], три — Санкт-Петербурге [20, 24, 29] и восемь — Москве в семи издательствах — ИНФРА-М (две книги) и далее все по одной — Высшее образование, РИОР: ИНФРА-М, Издательский дом «Дело», ИД «Юриспруденция», Эксмо и Юрист [4, 13, 14, 15, 19, 23, 34, 35]. Ситуация с выходом в свет учебной литературы аналогичная: явное доминирование столичных изданий и признанных центров юридической науки, в том числе в области теории государства и права — Санкт-Петербурге и Харькове. Публиковаться в столицах престижно, особенно для авторов из провинции, а также всем выгоднее, поскольку в них находятся крупные вузы, в том числе юридические (например, Московский государственный юридический университет им. академика О. Е. Кутафина — МГЮА (У) и юридические факультеты классических университетов, университетов МВД, академий ФСБ, Министерства юстиции и т. п., поэтому есть больший по сравнению с провинцией спрос на юридическую литературу.

Авторы работ. Всего лишь три из 12 учебных работ, изданных на Украине в этот период времени, написаны единолично. Авторы их — С. Л. Лисенков [10] и известные российской научной юридической

общественности своими научными трудами и выступлениями на научных конференциях по теории государства и права и сравнительными правоведению — доктора юридических наук, профессора Л. А. Луць (Львов) [11] и О. Ф. Скакун [26]. О. Ф. Скакун — «академик Всеукраинской академии политических наук (1993), член-корреспондент Академии правовых наук (1994), вписана Министерством юстиции Украины в «Золотую книгу» украинской юстиции (1995), награждена орденом княгини Ольги (2002), юрист года (2002), заслуженный профессор Национального университета внутренних дел (2003), отличник образования Украины (2004). Специалист в области истории политических и правовых учений, общей теории государства и права, сравнительного правоведения (правовых систем современности), юридической деонтологии. Автор около 300 научных и учебных публикаций, в том числе таких монографических работ, как «История политической и правовой мысли на Украине (втор. пол. XIX — 1917 г.)», «Иван Франко: Из истории политических и правовых учений» (1987), «Драгоманов как политический мыслитель» (1993)...», «Юридическая деонтология» (1999, 2002)... Принимала участие в разработке «Этического кодекса работника органов внутренних дел», разработала проект «Положение об образцовом работнике органов внутренних дел», участвовала в подготовке экспертных выводов на проекты морального кодекса «основные начала профессиональной этики юристов», на проекты законов Украины «О нормативно-правовых актах Украины», «О центральных органах исполнительной власти» [26, обложка].

Восемь из 12 аналогичных работ, выпущенных в России, написаны единолично, правда, шестью авторами (все — доктора юридических наук, профессора), поскольку учебники А. В. Малько [13, 14] и В. И. Червонюка [34, 35] в этот период переиздавались и вошли в число двенадцати. Но все равно разница заметная. Все шестеро отечественных ученых известны коллегам по цеху — это доктора юридических наук, профессора А. В. Малько, Л. А. Морозова [15], Р. А. Ромашов [24] (предположу, что их имена знакомы большинству студентов российских юридических вузов и факультетов прежде всего как авторов многочисленных учебников и учебных пособий по теории государства и права; Р. А. Ромашов — автор теории реалистического позитивизма), Н. А. Власенко [4] (его научно-практическое пособие стоит особняком среди всех анализируемых изданий) и Л. П. Рассказов [23].

В учебнике «Теория государства и права», написанным А. С. Пиголкиным, А. Н. Головастиком и Ю. А. Дмитриевым, изданным в 2008 году [19], во-первых, после одного знака копирайт указан коллектив авторов и 2004 год (когда книга была подготовлена учеными), а, во-вторых, ФИО А. С. Пиголкина (1931—2004) находится в траурной рамке. Вот что пишет об А. С. Пиголкине кандидат юридических наук, доцент кафедры трудового и предпринимательского права Национального исследовательского университета «БелГУ» (г. Белгород) В. Ю. Туранин: «Каждый, кто хоть мало-мальски соприкасался с юриспруденцией (теорией государства и права. — *Е. П.*) знает это имя. Учебники, монографии, статьи профессора А. С. Пиголкина лежат в основе современного юридического образования (явное преувеличение, так как А. С. Пиголкин был теоретиком государства и права, в известной мере — конституционалистом. — *Е. П.*), на его работах учатся и студенты, и преподаватели (опять преувеличение, так как в СПбГУ учатся на учебниках А. В. Полякова, А. В. Полякова и Е. В. Тимошиной; в МГЮА — на учебниках

Т. Н. Радько, В. В. Лазарева, Л. А. Морозовой и др.; в МГУ им. М. В. Ломоносова — на учебниках М. Н. Марченко, М. Н. Марченко и Е. М. Дерябиной, на учебниках под редакцией М. Н. Марченко и др. — *Е. П.*)» [32]. Высоко оценивает масштаб личности профессора А. С. Пиголкина его столичный коллега — известный теоретик и права и специалист в области сравнительного правоведения, доктор юридических наук, профессор В. В. Оксамытный [17, с. 127—134].

Издатели довольно активно переиздают учебники по теории государства и права доктора юридических наук, профессора А. Б. Венгерова (1928—1998) [21, с. 194—196], но, к сожалению, в этих книгах, опубликованных в XXI веке, мне не встретилось указание, что в новых изданиях нет ничего и не может быть ничего нового по сравнению с его прижизненными публикациями.

В досоветский период и в первые годы Советской власти авторами практически вся учебная литература по теории государства и права, по общей теории права была написана учеными единолично, например, Н. М. Коркуновым [8], Л. И. Петражицким [18], Г. Ф. Шершеневичем [36], В. М. Хвостовым [33] и др., по энциклопедии права — Ф. В. Тарановским [27], князь Е. Н. Трубецким [28] и др. На наш взгляд, таковы были традиции и нередко в основе этих книг были лекции, прочитанные ими, а лекционный курс студентам по вышеуказанным учебным дисциплинам читался, как правило, одним преподавателем, как правило, профессором. И. А. Ильин написал учебное пособие по теории государства и права для гимназистов [6]. Поэтому расценил бы преобладание учебников, написанных одним автором, как восстановление, в определенной мере, дореволюционной российской традиции, но это характерно и для современного Запада. К примеру, французский профессор Ж.-Л. Бертельс написал книгу по общей теории права единолично [1], немецкий профессор Берн Рютерс (Bern Rùthers) подготовил работу по теории права с помощью научного сотрудника Акселя Бирка (Axel Birk) [37].

У двух книг, вышедших в свет на Украине по два автора [3, 7], еще у двух — по три [5] и в одном случае — это преподаватели Одесской национальной юридической академии [16], у трех — по четыре [9, 25, 31], у одной — семь (два доктора юридических наук, четыре кандидата юридических наук и всего один — без ученых степеней и званий) [2] и у одной — академического курса девять исследователей (пять докторов юридических наук, в том числе и академик Академии правовых наук Украины (далее — АПРН Украины) — В. С. Журавський и два члена-корреспондента АПРН Украины — О. В. Зайчук и А. П. Заець; а также четыре кандидата юридических наук) [30]. Логично написать академический курс не единолично, а сформировать для этого авторский коллектив из авторитетных ученых и чтобы каждый из них раскрыл тему, в которой он является признанным экспертом, по которой у него защищена диссертация или диссертации, монографии и научные статьи.

Два преподавателя кафедры теории и истории государства и права Санкт-Петербургского университета доктор юридических наук, профессор А. В. Поляков (автор коммуникативной теории права) и кандидат юридических наук, доцент Е. В. Тимошина (ныне — доктор юридических наук, профессор, известный в Европе и мире специалист по психологической теории права Л. И. Петражицкого и, в целом, по философии права) опубликовали совместный учебник, на который мной тогда была дана большая исключительно положительная рецензия [22, с. 225—239]. Втроем подготовили практикум по теории государства и права ученые из Ростова-на-Дону

В. Я. Любашиц, А. Ю. Мордовцев и А. Ю. Мамычев [12]. Три автора, как уже мной отмечалось, у учебника А. С. Пиголкина, А. Н. Головастикова и Ю. А. Дмитриева (все — москвичи) [19]. Самый многочисленный авторский коллектив собрал Р. А. Ромашов для написания учебника под его редакцией: 14 ученых (один кандидат исторических наук, восемь кандидатов юридических наук и пять докторов юридических наук), все или большинство из них представляют Санкт-Петербург и Ленинградскую область. Среди авторов доктора юридических наук, профессора Н. С. Нижник, Р. А. Ромашов, М. В. Сальников, В. П. Сальников (академик, заслуженный деятель науки РФ, долгие годы начальник Санкт-Петербургского университета МВД России) — все Санкт-Петербургский университет МВД России; В. А. Сапун (с 2004 г. заведующий научно-исследовательской лабораторией, заведующий кафедрой теории и истории государства и права Ленинградского государственного университета им. А. С. Пушкина) [29].

Рецензенты.

У 10 из 12 книг украинских авторов есть рецензенты: у двух — два, у семи — три и у одной — четыре (четверо) рецензентов и всего у двух работ, подготовленных преподавателями Одесской национальной юридической академии и вышедших в Одессе [16] и Харькове [9], их нет.

У двух книг: краткого курса Р. А. Ромашова [24] (Университет МВД, г. Санкт-Петербург, здесь и далее указано место работы на момент выхода книги) и учебника А. С. Пиголкина, А. Н. Головастикова и Ю. А. Дмитриева [19] нет рецензентов. Один рецензент у учебников директора Саратовского филиала Института государства и права Российской академии наук, главного редактора научного журнала «Правовая политика и правовая жизнь» А. В. Малько [13, 14] — доктор юридических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, несколько лет был руководителем постоянно действующего научно-методического семинара — заведующим Академической кафедрой Научно-образовательного центра федеральных и региональных проблем правовой политики в г. Саратов Н. И. Матузов (1928—1918). Под редакцией Н. И. Матузова и А. В. Малько выходили учебники по теории государства и права — это явно единомышленники, причем из одного научного и образовательного центра — г. Саратов. По два рецензента у учебников Л. А. Морозовой (МГЮА) [15] — доктора юридических наук, профессора М. Н. Марченко (МГУ им. М. В. Ломоносова) и А. С. Пиголкин (Институт законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве РФ, г. Москва) и коллективного учебника под редакцией Р. А. Ромашова [24] — доктора юридических наук, профессора О. В. Мартышин (МГЮА) и И. Л. Честнов (Институт Генеральной прокуратуры в г. Санкт-Петербург, автор теории понимания права как диалога) и у работы Н. И. Власенко [4], работающего в Москве, также стали столичные ученые — доктор юридических наук, профессор действительный член (академик) РАН (2008), вице-президент РАН (2013), член Европейской комиссии за демократию и право (Венецианская комиссия Совета Европы) от РФ, с 2001 г. по настоящее время директор Института законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве РФ (ИЗиСП)) Т. Я. Хабриева и доктор юридических наук, главный научный сотрудник отдела конституционного права ИЗиСП Н. М. Колосова. По три — у учебника В. И. Червонюка (Московский университет МВД России), изданного в 2009 г. [34], — доктор юридических наук, профессор, академик РАЕН, заслуженный деятель науки РФ В. В. Лазарев

(МГЮА), многократно нами упоминаемый А. С. Пиголкин и кафедра теории государства и права МГЮА, учебника А. В. Полякова и Е. В. Тимошиной [20] — доктора юридических наук, профессора Л. С. Мамут (1929—2015, Институт государства и права Российской Академии наук, г. Москва), Р. А. Ромашов и И. Л. Честнова (оба — С.-Петербург) и у практикума В. Я. Любашица, А. Ю. Мордовцева и А. Ю. Мамычева [12] — доктора юридических наук, профессора А. В. Малько и В. В. Момотов (г. Краснодар, позднее — судья Верховного суда РФ) и кафедра теории государства и права Поморского государственного университета им. М. В. Ломоносова (г. Архангельск). Четыре рецензента имеются у учебника Л. П. Рассказова [23]: доктор юридических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, начальник Ростовского института МВД России П. П. Баранов, профессор А. В. Малько и доктор исторических наук, кандидат юридических наук, профессор Краснодарского университета МВД России И. В. Упоров, а также кафедра теории и истории государства и права Ростовского государственного университета, а также у аналогичного издания В. И. Червонюка (2010) [35] — к трем прежним рецензентам добавился доктор юридических наук, профессор, заслуженный юрист РФ Т. Н. Радько (несколько лет заведовал кафедрой теории государства и права МГЮА), т. е. все рецензенты последней книги — отличные ученые.

Таким образом, рецензенты — это единомышленники, коллеги по вузу или НИИ, нередко проживают в этом же городе (Москва, Санкт-Петербург или в соседнем регионе), т. е. географический фактор также имеет значение, поскольку проще и удобнее получить рецензию, особенно ее оригинал, если этого требуют издатели; количество рецензентов разное — от нуля до четырех, причем у них некоторых книг третий или четвертый рецензент коллективный — кафедра теории государства и права (как вариант — во главе с заведующим или начальником) и она также из этого же города, что и автор или из соседнего субъекта страны, хотя есть и исключения из этого правила. А. В. Малько и Р. А. Ромашов (кроме авторского учебника выходит еще учебник под его редакцией плюс он соавтор учебника, выпущенного на Украине) этот период времени являются как авторами учебников, так и рецензентами учебной литературы по теории государства и права своих коллег.

Итак, между учебной литературой по теории государства и права, опубликованной на Украине и в Российской Федерации есть как общие черты, так и некоторые различия.

Общее:

- разнообразие авторов, представляющих различные вузы, города;
- большинство книг издано в столицах — Киеве (9 из 12) и Москве (8 из 12);
- учебная литература в Киеве была опубликована в шести разных издательствах, а в Москве — в семи, что свидетельствует о свободе выбора авторов, о рыночной экономике и конкуренции в этой сфере;
- ряд авторов книг выступают и в другом качестве — рецензента на книги своих коллег, что говорит об их известности, авторитете и востребованности в этих двух ролях.

Особенности российской учебной литературы:

- в РФ больше авторских учебников;
- не было учебника для государственного экзамена по теории государства и права;

– в составе авторских коллективов не было и, насколько мне известно, не и до сих нет ни одного украинского коллеги (в составе одного коллектива ученых Украины был Р. А. Ромашов).

Библиографический список

1. Бержель Ж.-Л. Общая теория права / под общ. ред. В. И. Даниленко; пер. с фр. М.: NOTA BENE, 2000. 576 с.
2. Борщевський І. В., Васильєв А. С., Зілковська Л. М. та ін. Терія держави і права: Підручник / за заг. ред. А. С. Васильєва. Київ: КНТ, 2009. 464 с.
3. Ведерніков Ю. А., Папірна А. В. Терія держави і права: навч. посіб. Київ: Знання, 2008. 333 с.
4. Власенко Н. А. Теория государства и права. Научно-практическое пособие для самостоятельной подготовки всех форм обучения / Москва, Институт законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве РФ (ИЗиСП). М.: Юриспруденция, 2009. 424 с.
5. Горун О. В., Камінська Н. В., Фатхутдінова О. В. Терія держави та права: навч. посіб. Київ: КНТ, 2011. 216 с.
6. Ильин И. А. Теория права и государства / под ред. и с предисл. В. А. Томсинова. М.: Зерцало, 2003. 400 с.
7. Кириченко В. М., Куракін О. М. Терія держави і права: навч. посіб. Київ: Центр учбової літератури, 2010. 264 с.
8. Коркунов Н. М. Лекции по общей теории права / предисл. И. Ю. Козлихина. СПб.: Юридический центр Пресс, 2003. 430 с.
9. Крестовская Н. Н., Оборотов Ю. Н., Крыжановский А. Ф., Матвеева Л. Г. Теория государства и права. Государственный экзамен. 4-е изд. Харьков: Одиссей, 2008. 255 с.
10. Лисенков С. Л. Загальна теорія держави і права: навчальний посібник. Київ: Юрисконсульт, 2006. 355 с.
11. Луць Л. А. Загальна теорія держави та права: навчально-методичний посібник (за кредитно-модульною системою). Київ: Атіка, 2007. 412 с.
12. Любашиц В. Я., Мордовцев А. Ю., Мамычев А. Ю. Теория государства и права: практикум. 2-е изд., доп. и перераб. Ростов н/Д: Феникс, 2010. 604 с. (Высшее образование).
13. Малько А. В. Теория государства и права в вопросах и ответах: учебно-методическое пособие. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Юрист, 2009. 300 с.
14. Малько А. В. Теория государства и права в вопросах и ответах: учебно-методическое пособие. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Дело, РАНХиГС, 2011. 352 с.
15. Морозова Л. А. Теория государства и права: учебник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Эксмо, 2005. 448 с.
16. Оборотов Ю. М., Крестовська Н. М., Крижанівський А. Ф. Терія держави і права: методичні матеріали для студентів 1-го курсу. Одеса: Фенікс, 2007. 128 с.
17. Оксамытний В. В. Правовед А. С. Пиголкин: масштаб личности в контексте современного развития юридической науки // Журнал российского права. 2015. № 8. С. 127—134.
18. Петражицкий Л. И. Теория права и государства в связи с теорией нравственности. СПб.: Лань, 2000. 608 с.
19. Пиголкин А. С., Головастикова А. Н., Дмитриев Ю. А. Теория государства и права: учебник / под ред. А. С. Пиголкина, Ю. А. Дмитриева. М.: Высшее образование, 2008. 613 с.
20. Поляков А. В., Тимошина Е. В. Общая теория права: учебник. СПб.: Издательский Дом С.-Петербург. гос. ун-та: Изд-во юрид. ф-та С.-Петербург. гос. ун-та, 2005. 472 с.

21. Поцелуев Е. Л. Конференция памяти Анатолия Борисовича Венгерова // Известия высших учебных заведений. Правоведение. 2003. № 3. С. 194—196.
22. Поцелуев Е. Л. [Рец.] А. В. Поляков, Е. В. Тимошина «Общая теория права: Учебник». СПб.: Издательство С.-Петербург. ун-та, 2005 // Известия высших учебных заведений. Правоведение. 2005. № 4. С. 225—239.
23. Рассказов Л. П. Теория государства и права: учебник для вузов. 3-е изд. М.: РИОР: ИНФРА-М, 2010. 464 с. (Высшее образование).
24. Ромашов Р. А. Теория государства и права. СПб.: Питер, 2006. 256 с. (Сер.: Краткий курс).
25. Ромашов Р. А., Пархоменко Н. М., Легуша С. М. та ін. Терія держави і права: навчальний посібник / за заг. ред. Р. А. Ромашова та Н. М. Пархоменко. Київ: КНТ, 2007. 216 с.
26. Скакун О. Ф. Теория государства и права (энциклопедический курс): учебник: пер. с укр. Харьков: Эспада, 2007. 840 с.
27. Тарановский Ф. В. Энциклопедия права. 3-е изд. СПб.: Лань, 2001. 560 с.
28. Трубецкой Е. Н. Энциклопедия права. СПб.: Юридический ин-т, С.-Петербург, 1998. 183 с.
29. Теория государства и права: учебник / под ред. Р. А. Ромашова. СПб.: Изд-во Р. Асланова «Юридический центр Пресс», 2005. 630 с.
30. Терія держави і права. Академічний курс: підручник / за ред. О. В. Зайчука, Н. М. Оніщенко. Київ: Юрін Інтер, 2006. 688 с.
31. Терія держави і права: навч. посіб. / В. М. Субботін, О. В. Філонов, Л. М. Князькова, І. Я. Тодоров. Київ: Знання, 2005. 327 с.
32. Туранин В. Ю. Творческое наследие профессора А. С. Пиголкина и современное российское право // Журнал российского права. 2011. № 9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tvorcheskoe-nasledie-professora-a-s-pigolkina-i-sovremennoe-rossiyskoe-pravo> (дата обращения: 06.08.2019).
33. Хвостов В. М. Общая теория права: Элементарный очерк. 6-е изд., испр. и доп. М.: Типография Вильде, 1914.
34. Червонюк В. И. Теория государства и права: учебник. М.: ИНФРА-М, 2009. 704 с.
35. Червонюк В. И. Теория государства и права: учебник. М.: ИНФРА-М, 2010. 704 с.
36. Шершеневич Г. Ф. Общая теория права. Вып. 3. М.: Изд. Бр. Башмаковых, 1912.
37. Rütters V. Rechtstheorie. Begriff, Geltung und Anwendubg des Rechts. 2., neue bearbeitete Auflage. München: CH BECK`SCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG, 2005. 633 S.

УДК 343.8
ББК 67.409.01

О. В. Соколова, И. Б. Степанова

ПРАВО НА КОМПЕНСАЦИЮ ЗА НАРУШЕНИЕ УСЛОВИЙ СОДЕРЖАНИЯ В ИСПРАВИТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ: НОВЕЛЛЫ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

Авторы статьи рассматривают новеллу российского законодательства, закрепившую право осужденных на компенсацию за нарушение условий содержания в исправительном учреждении (ст. 12.1 Уголовно-исполнительного кодекса РФ). Высказываются критические замечания к редакции отдельных нормативных положений, а также предложения по их совершенствованию.

Ключевые слова: условия содержания, осужденный, компенсация за нарушение условий содержания, Европейский Суд по правам человека.

O. V. Sokolova, I. B. Stepanova

THE RIGHT TO COMPENSATION FOR VIOLATION OF CONDITIONS OF DETENTION IN A CORRECTIONAL INSTITUTION: NEW LEGISLATION

The authors of the article consider a novel of Russian legislation that established the right of convicts to compensation for the violation of detention conditions in a correctional institution (Article 12.1 of the Criminal-executive Law of the Russian Federation). Critical comments are made on the wording of certain regulations, as well as suggestions - for their improvement.

Key words: conditions of detention, convicted person, compensation for violation of conditions of detention, European Court of human rights.

Концепция развития уголовно-исполнительной системы до 2020 года предусмотрела в качестве одной из целей гуманизацию условий содержания осужденных, повышение гарантий соблюдения их прав и законных интересов в соответствии с международными стандартами. Для достижения поставленной цели важное значение имеет укрепление материальной базы [8], позволяющей обеспечить благоприятную среду содержания осужденных в местах лишения свободы.

По мнению исследователей, система исполнения наказаний, породившая еще в советский период такой феномен как «исправительное принуждение» (воспитание осужденных через труд, политико-воспитательную работу), на современном этапе немыслима без изменения идеологии основных средств исправления с усилением социально-психологической работы с личностью и подготовки ее к жизни в обществе. И, по мысли ученых, предпосылки для саморегуляции правопослушного поведения обеспечивают именно благоприятные микросоциальные условия жизнедеятельности [14].

Однако следует отметить, что модернизация исправительных учреждений требует времени и материальных затрат со стороны государства.

© Соколова О. В., Степанова И. Б., 2020

• Серия «Естественные, общественные науки»

Концепцией федеральной целевой программы «Развитие уголовно-исполнительной системы (2017—2025 годы)» запланировано довести количество исправительных, лечебных исправительных и лечебно-профилактических учреждений с условиями отбывания наказания в них, соответствующими законодательству Российской Федерации, до 81,2 процента от общего количества (при этом потребность в местах в исправительных, лечебных исправительных и лечебно-профилактических учреждениях уголовно-исполнительной системы должна быть обеспечена полностью) [9]. До тех пор, пока данную задачу не реализуют, к сожалению, неизбежны нарушения прав осужденных на обеспечение надлежащих условий содержания в местах лишения свободы. В настоящее время в судебной практике и научных публикациях нередко встречаются такие примеры, на что обращал внимание Верховный Суд РФ [2].

Европейский Суд по правам человека (далее Европейский Суд, ЕСПЧ), рассматривая жалобы осужденных, «во многих делах устанавливал отсутствие эффективных внутригосударственных средств правовой защиты по жалобам на качество медицинской помощи и условия содержания под стражей в тюремных лечебных заведениях» [4], указывал на повторяющуюся системную проблему, связанную с ненадлежащими условиями перевозки заключенных. При этом ЕСПЧ высказывал сомнения, что суды РФ располагают надлежащими правовыми инструментами, позволяющими эффективно разрешать ситуации повторяющихся нарушений прав заключенных [6].

Своеобразным ответом на претензии в адрес российской правовой системы стало принятие Федерального закона от 27.12.2019 № 494-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [13] и, в частности, дополнение Уголовно-исполнительного кодекса РФ статьей 12.1, устанавливающей право осужденного к лишению свободы на компенсацию за нарушение условий содержания в исправительном учреждении.

Под условиями содержания лишенных свободы лиц Верховный Суд РФ понимает «условия, в которых с учетом установленной законом совокупности требований и ограничений реализуются закрепленные Конституцией РФ, общепризнанными принципами и нормами международного права, международными договорами РФ, федеральными законами и иными нормативными правовыми актами РФ права и обязанности указанных лиц», в том числе право на личную безопасность и охрану здоровья; право на получение квалифицированной юридической помощи и в необходимых случаях право пользоваться помощью переводчика; право на обращение в государственные органы и органы местного самоуправления, в общественные наблюдательные комиссии; право на доступ к правосудию; право на получение информации, непосредственно затрагивающей права и свободы, в том числе необходимой для их реализации; право на свободу совести и вероисповедания; право на самообразование и досуг, создание условий для осуществления трудовой деятельности, сохранения социально полезных связей и последующей адаптации к жизни в обществе; право на материально-бытовое обеспечение, обеспечение жилищно-бытовых, санитарных условий и питанием, прогулки (п. 2 постановления Пленума Верховного Суда РФ от 25.12.2018 № 47) [7].

Согласно ч. 3 ст. 12.1 УИК РФ присуждение компенсации не препятствует возмещению вреда в соответствии со статьями 1069 и 1070 Гражданского кодекса РФ, но лишает заинтересованное лицо права на компенсацию морального вреда за нарушение условий содержания в исправительном

учреждении. Осужденный имеет право обратиться в суд в порядке, установленном Кодексом административного судопроизводства РФ, с административным иском к Российской Федерации о присуждении за счет государственной казны компенсации за такое нарушение.

Буквальное толкование ч. 1 ст. 12.1 УИК РФ позволяет определить два обязательных условия, при которых соответствующий участник уголовно-исполнительных правоотношений имеет право на компенсацию: это лицо, во-первых, осужденное к лишению свободы, и, во-вторых, отбывающее наказание в исправительном учреждении.

Полагаем, что подобная формулировка является узкой, не охватывающей все категории осужденных, которые могут пребывать в исправительном учреждении. Несовершенство цитируемого выше положения ст. 12.1 УИК РФ видится в том, что оно не позволяет наделять правом на компенсацию осужденных к пожизненному лишению свободы, а также тех, в отношении кого лишение свободы было применено **в порядке замены** наказаний, не связанных с изоляцией от общества в связи со злостным уклонением от их отбывания.

В постановлении Пленума Верховного Суда РФ от 25.12.2018 № 47 «О некоторых вопросах, возникающих у судов при рассмотрении административных дел, связанных с нарушением условий содержания лиц, находящихся в местах принудительного содержания» высшая судебная инстанция, используя термин «лишенные свободы лица», именует им всех граждан, помещенных в места принудительного содержания и перемещаемых в транспортных средствах вне зависимости от оснований и порядка применения ограничительных мер (п. 1 постановления) [7].

В этой связи целесообразно изменить редакцию ст. 12.1 УИК РФ и перечислить все категории осужденных, правовой статус которых включает в себя право на компенсацию за нарушение условий содержания в исправительном учреждении: «1. Лицо, осужденное к лишению свободы, пожизненному лишению свободы, и отбывающее наказание в исправительном учреждении, в том числе и в порядке замены более мягкого наказания лишением свободы, в случае нарушения условий его содержания в исправительном учреждении, предусмотренных законодательством Российской Федерации и международными договорами Российской Федерации, имеет право обратиться в суд в порядке, установленном Кодексом административного судопроизводства Российской Федерации, с административным иском к Российской Федерации о присуждении за счет казны Российской Федерации компенсации за такое нарушение».

Согласно ч. 3 ст. 12.1 УИК РФ присуждение компенсации за нарушение условий содержания осужденного в исправительном учреждении лишает заинтересованное лицо права на компенсацию морального вреда за нарушение условий содержания в исправительном учреждении. До тех пор пока не будет накоплена практика применения ст. 12.1 УИК РФ, можно только предположить, к какому из предложенных законодателем вариантов, будут чаще обращаться лица, чьи права на надлежащие условия содержания нарушены. Но нельзя отрицать, что анализируемая законодательная новелла может стать эффективным способом защиты.

В соответствии с ч. 2 ст. 227.1 Кодекса об административном судопроизводстве РФ, административное исковое заявление должно содержать: 1) требование об оспаривании связанных с условиями содержания в исправительном учреждении решения, действия (бездействия) учреждения, их

должностных лиц и 2) требование о присуждении компенсации за нарушение условий содержания. Компенсация не зависит от наличия либо отсутствия вины органа государственной власти, учреждения, их должностных лиц, государственных служащих (ч. 2 ст. 12.1 УИК РФ). Законодатель, указывая на возможность отказа суда в компенсации, не называет оснований для такого решения. Но, полагаем, что оно может быть принято в связи с невыявлением самого факта нарушения условий содержания. Данный вывод вытекает из ч. 5 ст. 227.1 КАС РФ: «При решении вопроса о компенсации за нарушение условий содержания в исправительном учреждении (ст. 12.1 УИК РФ) суду необходимо установить, имело ли место нарушение предусмотренных законодательством РФ и международными договорами РФ условий содержания в исправительном учреждении, а также характер и продолжительность нарушения, обстоятельства, при которых нарушение допущено, его последствия».

По действующему законодательству, даже в случае выявления нарушения условий содержания осужденных, законом не предусмотрена безусловная обязанность по компенсации морального вреда. Для получения компенсации осужденному требуется доказать факт нарушения личных неимущественных прав либо принадлежащих гражданину нематериальных благ, наличие прямой причинно-следственной связи между выявленными нарушениями и причиненным вредом [10], причинение нравственных и физических страданий; доказать то, что ответчик является причинителем вреда или лицом, в силу закона обязанным возместить вред. В свою очередь ответчик должен представить доказательства отсутствия его вины.

Так, например, допущенный учреждением переломит содержания осужденных, по мнению судебных органов, не свидетельствует о том, что истец содержался в очевидно неприемлемых условиях, наличие которых указывает на причинение ему нравственных и физических страданий [11]. В другом примере суд, давая оценку тому обстоятельству, что осужденные пользовались туалетом с выгребной ямой, расположенным на улице, не выявил несоблюдения надлежащих условий содержания в исправительном учреждении и нарушения в связи с этим личных неимущественных прав истца, повлекшего причинение ему морального вреда. Доводы истца о том, что туалет не отапливался, судом не приняты во внимание, так как законодательством Российской Федерации не предусматривается необходимость отапливать надворные туалеты [12].

Обращает на себя внимание принципиально различный подход российских судов и ЕСПЧ по определению размера компенсации морального вреда. Например, по нарушению, связанному с недостатками в оказании медицинской помощи осужденным, Европейский Суд по правам человека вынес постановление о компенсации в размере 15 тыс. евро (постановление ЕСПЧ от 08.02.2018 «Дело «Колесников и другие (Kolesnikov and Others) против Российской Федерации» [4]). Европейский Суд обращает внимание на недопустимость присуждения незначительных, ничтожных сумм компенсации, что нарушает, по его мнению, суть права на компенсацию [5].

Российские суды, как правило, лишь частично удовлетворяют требования осужденных по компенсации морального вреда, размер которой достаточно «скромен».

Так, Нижегородский областной суд в апелляционном определении указывает, что истица просила компенсировать причинный моральный вред в связи с нарушением права на отбывание уголовного наказания в виде

лишения свободы с учетом положения ст. ст. 3 и 9 Европейской Конвенции о защите прав человека компенсацию морального вреда в размере 1 000 000 рублей за счет казны РФ. Осужденная в исковом заявлении указала ряд нарушений, допущенных, по ее мнению, администрацией учреждения. Суд в свою очередь согласился лишь с тем, что истцом доказан факт нарушения диагностики и наблюдения заболевания в части регулярности и систематичности проводимых исследований. В связи с необеспечением надлежащего медицинского обследования истцу были причинены нравственные страдания, что послужило основанием для компенсации морального вреда в размере 8 000 руб. Такой размер компенсации морального вреда в данном конкретном случае соответствует, по мнению правоприменителя, характеру и объему причиненных истцу нравственных страданий, и отвечает требованиям разумности, справедливости, соразмерности [1].

В цитируемом выше решении суд указал, что должен соблюдать баланс частных и публичных интересов так, чтобы выплата компенсации морального вреда одним категориям граждан не нарушала бы права других категорий граждан. Бюджет государства направляется как на возмещение вреда, причиненного государственными органами, так и на осуществление социальных и других значимых для общества программ, для оказания социальной поддержки гражданам, на реализацию прав льготных категорий граждан. Также суд должен исходить не только из обязанности максимально возместить причиненный моральный вред лицу, чье право нарушено действиями (бездействием) государственного органа, но и не допустить неосновательного обогащения потерпевшего.

Полагаем, что мероприятия, проводимые нашим государством в сфере гуманизации условий содержания осужденных, направлены, в первую очередь, на решение вопросов, связанных с соблюдением прав человека. И первостепенным в этом вопросе является не только финансирование данных мероприятий, но и совершенствование нормативной базы, например, регламентирующей проектирование исправительных учреждений [3].

Библиографический список

1. Апелляционное определение Нижегородского областного суда от 05.11.2019 по делу № 33-13247/2019. Доступ из СПС «КонсультантПлюс».
2. Глазкова М. Е. Анализ практики Верховного Суда Российской Федерации в части реализации правовых позиций Европейского Суда по правам человека // Российский ежегодник Европейской конвенции по правам человека (Russian Yearbook of the European Convention on Human Rights) / М. В. Агальцова, Т. К. Андреева, Е. Е. Баглаева и др. М.: Развитие правовых систем, 2018. Вып. 4: Роль прецедента в толковании Европейской конвенции по правам человека. 672 с. Доступ из СПС «КонсультантПлюс».
3. Павленко А. А. Прогулки осужденных: российская практика и международно-правовой подход // Вестник Кузбасского института. 2019. № 3 (40). С. 140—152.
4. Постановление ЕСПЧ от 08.02.2018 «Дело «Колесников и другие (Kolesnikov and Others) против Российской Федерации» (жалоба № 35105/10 и три другие жалобы) // Российская хроника Европейского Суда. 2019. № 2. Доступ из СПС «КонсультантПлюс».
5. Постановление ЕСПЧ от 10.07.2018 г. «Дело «Василевский и Богданов против Российской Федерации (Vasilevskiy and Bogdanov v. Russia) (жалобы № 52241/14

- и 74222/14) // Бюллетень Европейского Суда по правам человека. 2019. № 1 (199). С. 11—12.
6. Постановление ЕСПЧ от 09.04.2019 «Дело “Томов и другие” (Tomov and Others) против Российской Федерации» (жалоба № 18225/10 и три другие жалобы) // Бюллетень Европейского Суда по правам человека. 2019. № 11 (209). С. 5—9.
 7. Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 25.12.2018 № 47 «О некоторых вопросах, возникающих у судов при рассмотрении административных дел, связанных с нарушением условий содержания лиц, находящихся в местах принудительного содержания» // Рос. газета. 2019. 10 янв. № 2.
 8. Распоряжение Правительства РФ от 14.10.2010 № 1772-р (ред. от 23.09.2015) «О Концепции развития уголовно-исполнительной системы Российской Федерации до 2020 года» // СЗ РФ. 2010. № 43. Ст. 5544; 2015. № 40. Ст. 5581.
 9. Распоряжение Правительства РФ от 23.12.2016 № 2808-р «Об утверждении Концепции федеральной целевой программы «Развитие уголовно-исполнительной системы (2017—2025 годы)» // СЗ РФ. 2017. № 2 (Часть II). Ст. 413.
 10. Решение Балашовского районного суда Саратовской области от 31.10.2018 по делу № 2-773/2018~М-788/18. Доступ из СПС «КонсультантПлюс».
 11. Решение Стерлитамакского городского суда Республики Башкортостан от 01.02.2019 по делу № 2-121/2019(2-9684/2018;)-М-8248/2018. Доступ из СПС «КонсультантПлюс».
 12. Решение Усть-Илимского городского суда Иркутской области от 16.08.2018 по делу № 2-1726/2018~М-1725/2018. Доступ из СПС «КонсультантПлюс».
 13. Федеральный закон от 27.12.2019 № 494-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // Рос. газета. 2019. 31 дек. № 296.
 14. Южанин В. Е., Смирнов И. А. Создание благоприятной среды содержания осужденных в местах лишения свободы — условие эффективности исполнения наказания // Вестник Воронежского института ФСИН России. 2018. № 2. С. 208—216.

УДК 378:34
ББК 67.401.121

Е. В. Тресцова

К ВОПРОСУ О ЮРИДИЧЕСКОМ РЕГУЛИРОВАНИИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

В статье исследуются правовые основы проектной деятельности, устанавливаются образующие ее ключевые термины, раскрывается их содержание и делается вывод о возможности их использования в образовательном процессе на примере магистерской программы высшего образования по направлению подготовки «юриспруденция».

Ключевые слова: проект, виды проектов, проектная деятельность, функциональная структура проектной деятельности, формы проектной деятельности в юридическом образовании.

Е. V. Trestsova

REVISITING THE QUESTION OF LEGAL REGULATION OF PROJECT WORK IN THE EDUCATIONAL PROCESS

This article contains the research on the legal foundations of project work, establishes the key terms of it, reveals their meanings and concludes that they can be used in the educational process (an example of a master's program in higher education in the field of law).

Key words: project, types of projects, project activities, functional structure of project activities, forms of project activities in legal education.

Указом Президента Российской Федерации от 30 июня 2016 года № 306 (ред. от 19.07.2018) «О Совете при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам» была поставлена задача по совершенствованию деятельности по стратегическому развитию и приоритетным проектам Российской Федерации. В силу этого обстоятельства на Правительство Российской Федерации была возложена обязанность об организации проектной деятельности с учетом задач и полномочий Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам и его президиума. Постановлением Правительства РФ от 31.10.2018 № 1288 (ред. от 30.07.2019) «Об организации проектной деятельности в Правительстве Российской Федерации» было подготовлено Положение об организации проектной деятельности в Правительстве Российской Федерации. На нормативном уровне впервые были закреплены основные понятия для осуществления проектной деятельности [1, с. 8]:

во-первых, определение дефиниции «проект» как комплекса взаимосвязанных мероприятий, направленных на получение уникальных результатов в условиях временных и ресурсных ограничений;

во-вторых, установление понятия национального, федерального, ведомственного и регионального проектов, в частности: под региональным

проектом предлагается понимать проект, обеспечивающий достижение целей, показателей и результатов федерального проекта, мероприятия которого относятся к законодательно установленным полномочиям субъекта Российской Федерации, а также к вопросам местного значения муниципальных образований, расположенных на территории указанного субъекта Российской Федерации;

в-третьих, определение проектной деятельности как деятельности, связанной с инициированием, подготовкой, реализацией и завершением проектов.

Предлагается строить проектную деятельность по функциональной структуре и выделять в ней обязательные стадии: а) инициирование проекта или подготовка предложений по его форме и содержанию; б) подготовка проекта или разработка его паспорта; в) реализация проекта или его разработка и согласование в экспертном совете, мониторинг процессов его осуществления, а также внесение изменений и дополнений к проекту; г) завершение проекта как процесс достижения целей и показателей его выполнения и их одобрение уполномоченным органом.

Для проектной деятельности важно определить субъектов деятельности в лице совета, проектного комитета, рабочей группы по разработке проекта, проектного офиса, руководителя, администратора, участников, общественно-экспертного совета, центра компетенций проектной деятельности [2, с. 71].

Важным звеном проектной деятельности является центр компетенций, который определяет объекты проектной деятельности:

- аналитические и иные материалы (информационные, оценочные, статистические);
- сведения об их достоверности, актуальности и полноте изложения;
- формализация информации в типовых формах, шаблонах и тому подобных документах;
- методология проведения проектной деятельности;
- комплекс образовательных программ и оценка компетенций кадрового состава проекта;
- подготовка конференций и семинаров по проектной деятельности;
- осуществление экспертно-консультативной помощи;
- информационное сопровождение проекта;
- ведение научной, образовательной и экспертной деятельности;
- координирование полномочий участников проектной деятельности.

Закрепление нормативного регулирования проектной деятельности способствовало ее реализации в конкретной сфере общественных отношений [3, с. 49]. Так, в образовательной деятельности ее осуществлению помог Национальный проект «Образование», в паспорте которого установлены:

- цели образования — обеспечение глобальной конкурентоспособности российского образования, вхождение Российской Федерации в число 10 ведущих стран мира по качеству общего образования;
- целевые и дополнительные показатели (место Российской Федерации в мире по присутствию университетов в ТОП-500 глобальных рейтингов университетов; воспитание гармонично развитой и социально ответственной личности на основе духовно-нравственных ценностей народов Российской Федерации, исторических и национально-культурных традиций);
- специальные программы образования для некоторых категорий лиц;
- цифровое обеспечение образовательных программ.

В сфере высшего образования действуют федеральные государственные образовательные стандарты, которые позволяют осуществлять проектную деятельность в качестве методологической основы образовательного процесса. Приказом Минобрнауки Российской Федерации от 14 декабря 2010 года № 1763 (ред. от 31.05.2011) «Об утверждении и введении в действие федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 030900 Юриспруденция (квалификация (степень) «магистр»)), зарегистрированного в Минюсте РФ 01.02.2011 № 19648), закреплены следующие виды профессиональной деятельности:

- а) правотворческая;
- б) правоприменительная;
- в) правоохранительная;
- г) экспертно-консультационная;
- д) организационно-управленческая;
- е) научно-исследовательская;
- ж) педагогическая.

В пункте 7. 12 выше указанного стандарта определены методики обучения: инновационные технологии обучения, развивающие навыки консультационной работы, принятия решений, межличностной коммуникации, лидерские и другие необходимые юристу личностные и профессиональные качества (чтение интерактивных лекций, проведение групповых дискуссий и проектов, анализ деловых ситуаций и имитационных моделей, проведение ролевых игр, тренингов, юридических консультаций населения в студенческих правовых консультациях (юридических клиниках)), преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ вуза, учитывающих региональную и профессиональную специфику при условии реализации содержания образования и формировании компетенций выпускника. Среди таких методик в юридическом образовании особое место занимает юридическая проектная деятельность.

Так, большинство юридических образовательных учреждений высшего образования в качестве проектной деятельности выделяют:

– **проекты** (проект — это деятельность студента, направленная на решение одной из актуальных задач в области профессиональной деятельности и выражающаяся в создании нового, ранее не существовавшего или не известного объекта, который может быть востребован в научной, учебной или практической деятельности; проект может реализовываться студентами в рамках работы структурных подразделений, коллективов или отдельных членов научно-педагогического состава вуза, а также в учреждениях и организациях, занимающихся юридической деятельностью);

– **проектные семинары** (проектный семинар является формой проведения аудиторных занятий, и направлен на подготовку студентов к участию в реализации отдельных проектов в области права);

– **подготовка и участие в конкурсах по праву** (дополнительная форма проектной работы организуется в виде аудиторных занятий, которые проводятся тренерами из числа научно-педагогических работников);

– **юридическая клиника** — вид проектной работы, заключающийся в предоставлении студентами, действующими под контролем преподавателей

и (или) опытных юристов-практиков, бесплатной юридической помощи населению [4, с. 61].

В качестве примера проекта в юридической деятельности могут служить профессиональные стажировки в юридических образовательных организациях или отдельных юридических организациях узкопрофильной направленности (суд, прокуратура, нотариат, адвокатура, следственный орган и другие). Обучающемуся выдается правовое задание (казус, дело, документы), на основании которого предлагается произвести следующие действия: подобрать нормативно-правовые акты по проектной ситуации, специальные источники (монографии, научные статьи, комментарии к кодексам или законам), правоприменительные акты (постановления Пленумов Верховного суда РФ, решения Конституционного суда РФ, обзоры судебной практики, аналоговые решения судебных органов по разрешению спора со сходными общественными отношениями), сделать разбор правового казуса с установлением юридически значимых обстоятельств, принять решение и оформить его в определенной юридической форме (составить процессуальный документ, договор, передаточный акт, перечень документов для разрешения ситуации и т. д.) [5, с. 271].

При организации проектного семинара коллективу обучающихся предлагается выполнить проектное задание с распределением функций между ними и достигнуть результат путем объединения своих знаний, владений и умений в процессе реализации юридической деятельности в форме юридического консультирования, участия в подготовке и проведении судебного заседания, ведении переговоров по участию в договоре и ином виде юридической деятельности. Кроме того, необходимо облечь результат юридической деятельности в форму правового документа и представить его на обсуждение группы с разбором результатов тренером-экспертом, например, как ролевою или деловую игру, имитированную юридическую ситуацию, правовой сценарий.

Подготовка и участие в правовом конкурсе требует изучения правил его проведения, осуществления процесса подготовки к участию в конкурсе и подготовки результата в форме научно-исследовательской работы, обзора судебной практики по заданной ситуации, составлению юридических документов и иных действий, требования к которым устанавливает конкурсная комиссия. Важно уметь определить цель реализации конкурсного задания, выполняемые задачи, установление объекта и предмета оценочных действий, методы осуществления конкурсного задания, установление положений, выносимых на обсуждение конкурсной комиссии, оформленные выводы и результаты их апробации.

Участие в проектах юридической клиники определяется документами об ее регламентации на юридическом факультете образовательной организации высшего образования [6, с. 179]. Формами участия служат устное или письменное юридическое консультирование граждан на бесплатной основе при участии преподавателей вуза или привлеченных практиков. Знания обучающихся в этой ситуации должны подкрепляться умениями и владениями вести переговоры, оценивать ситуацию, выделять юридически значимые обстоятельства, составлять юридические документы, уметь извлекать информацию с помощью справочных правовых систем и технических, цифровых технологий в юриспруденции, уметь использовать ее в дальнейшем по аналогичным практикам [7, с. 8]. В силу этого предлагается оформлять полученные результаты в виде кейс — технологий и использовать их

в дальнейших проектах. Многие профессиональные работодатели предлагают подобные проекты для реализации клиентам, указывая их в качестве юридических услуг.

С учетом изложенного, можно констатировать, что в образовательном юридическом процессе не только есть место проектной деятельности, но и имеются возможности использовать ее для оценки качества знаний, умений и владений обучающихся по дисциплинам федерального образовательного стандарта, а также повышать эффективность обладания общекультурными и специальными компетенциями в определенных сферах правоприменительной практики.

Библиографический список

1. Виляк О. И. О конституционализации юридического образования // Государственная власть и местное самоуправление. 2018. № 8. С. 3—16.
2. Енькова Е. Е. Трудности цифровизации юридического бизнес-образования // Предпринимательское право. 2019. № 3. С. 69—74.
3. Инновационные кластеры: доктрина, законодательство, практика / А. А. Мохов, А. Е. Балашов, О. А. Шевченко и др.; отв. ред. А. А. Мохов. М.: КОНТРАКТ, 2018. 100 с.
4. Мазаев Д. В. Участие работодателей в системе высшего юридического образования и в подготовке юристов // Закон. 2016. № 11. С. 59—65.
5. Образовательное законодательство России. Новая веха развития: монография / Л. В. Андриченко, В. Л. Баранков, Б. А. Булаевский и др.; под ред. Н. В. Путило, Н. С. Волковой. М.: ИЗиСП, 2015. 480 с.
6. Шевелева Н. А., Лаврикова М. Ю., Васильев И. А. Юридические онлайн-курсы: ожидания и возможности // Закон. 2018. № 5. С. 176—186.
7. Якушев П. А. Модельный гражданский процесс, или Игра в суд по правилам профессионалов // Российский судья. 2015. № 8. С. 5—9.

УДК 378.183
ББК 74.480.43

Т. А. Майорова

ВОЛОНТЕРСКОЕ УЧАСТИЕ СТУДЕНТОВ В СПЕЦИАЛЬНЫХ СОБЫТИЯХ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ ИХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Анализируются различные пути формирования профессиональных компетенций студентов, осваивающих образовательную программу по направлению «Реклама и связи с общественностью». Акцент делается на вовлечении студентов в волонтерскую деятельность и организацию специальных событий по социальному заказу коммерческих и некоммерческих организаций.

Ключевые слова: образовательные стандарты, профессиональные компетенции, волонтерская деятельность, специальные события.

Т. А. Mayorova

VOLUNTEER PARTICIPATION IN SPECIAL EVENTS AS A WAY OF FORMING STUDENTS' PROFESSIONAL COMPETENCES

The article draws attention to forming professional competencies of students who major in «Advertising and Public Relations». The emphasis is on involving students in volunteering and organizing special events provided on social procurement of commercial and non-profit organizations.

Key words: educational standards, professional competencies, volunteer activities, special events.

Выпускник, освоивший образовательную программу (в нашем случае образовательную программу по направлению «Реклама и связи с общественностью» — 42.03.01), должен быть готов решать определенные государственным стандартом профессиональные задачи. Особое место среди данных профессиональных задач занимает проектная деятельность: участие в проектировании программ и отдельных мероприятий в области рекламы и связей с общественностью, обеспечение средств и методов реализации проектов, участие в организации работы проектных команд; коммуникационная деятельность: участие в создании эффективной коммуникационной инфраструктуры организации, обеспечении внутренней и внешней коммуникации, в том числе с государственными органами, общественными организациями, коммерческими структурами, средствами массовой информации и т. д. [8].

Для того чтобы выпускники смогли решить эти и другие ориентированные на профессиональную деятельность задачи, образование должно быть направлено на развитие у них различного рода компетенций, среди которых

© Майорова Т. А., 2020

ключевое место занимают профессиональные компетенции. Для этого требуется широкое поле практической деятельности. Конечно, его помогают сформировать многочисленные практики. Также это поле вполне реально смоделировать в формате практических и лабораторных занятий, семинаров. Большую роль при этом играют интерактивные формы организации образовательных отношений: деловые игры, дискуссии, решение ситуационных задач, проектная технология.

Вместе с тем, очевидно, что для эффективного развития профессиональных компетенций необходимо подключать студентов к реализации «живых» проектов, включенных в образовательный процесс, ведь при этом мы сможем, скажем так, «пошагово», в режиме реального времени диагностировать, например, насколько у будущих специалистов в области рекламы и связей с общественностью развиты способность реализовывать проекты и владение методами их реализации (ПК-5); способность участвовать в обеспечении внутренней и внешней коммуникации (ПК-6); способность под контролем осуществлять рекламные кампании и мероприятия по связям с общественностью (ПК-12) и т. д.

Важной площадкой своеобразного тренинга профессиональных компетенций является волонтерское участие студентов в специальных событиях различного рода. Например, мы имеем в виду следующие мероприятия, к организации и проведению которых были привлечены студенты за последнее время: интерактивную акцию для старшеклассников «Коррупция: профилактика, методы борьбы», проведенную по инициативе специалистов управления образования и управления муниципальной службы и кадров Администрации города Иванова при поддержке управления Правительства Ивановской области по противодействию коррупции, интеллектуальные турниры для лицеев города «Пульсар», региональный фестиваль «Открытый диалог: опыт и перспективы», муниципальный Форум инноваций, Дни открытых дверей, проводимые в Ивановском государственном университете и т. п. Участвуя в данных мероприятиях в качестве волонтеров, студенты выступали в разных ролях: со-организаторов и исполнителей; креативных разработчиков дизайнерских проектов и экспертов, развивая тем самым свои компетенции.

Профессиональные навыки в этом случае формируются в полевых условиях, когда техническое задание студентам часто определяют коммерческие или некоммерческие организации и для успешного выполнения поставленных задач необходимо действовать на основе полученных на занятиях знаний и умений. Содержание этих компетенций формируется под влиянием внешних и внутренних факторов. С одной стороны важен социальный заказ на реализацию актуального для различных целевых аудиторий проекта, а также необходимость достичь предполагаемых стандартом образовательных результатов, а с другой — добрая воля студентов принимать участие в деятельности, определенная свобода в выборе предлагаемых путей решения задач, реализации своих внутренних интересов и потребностей.

Именно в данном контексте, учитывая внутренне мотивационные факторы формирования компетенций будущих специалистов в области рекламы и связей с общественностью, и актуализируется понятие «волонтерская деятельность», которое по-другому называется «добровольчество» [4].

В литературе уделяется достаточно внимания проблеме формирования профессиональных компетенций студентов в русле их волонтерской деятельности. Исследователи при этом затрагивают самые разные аспекты проблемы.

Продуктивный путь анализа данного вопроса, на наш взгляд, связан с выявлением «движущих» противоречий подобной деятельности. К ним, относятся, например, такие:

— между требованиями к качеству подготовки специалиста и уровнем общей подготовки студентов, их мотивации на познавательную и профессиональную деятельность;

— достаточно большим объемом новой информации, получаемой студентами, и их неспособностью в основной массе работать самостоятельно, творчески, что приводит к неумению применять на практике имеющиеся знания;

— между требованиями к технологичному овладению профессией и недостаточным развитием профессиональных качеств личности в процессе обучения [1].

Как видим, уже выявление этих противоречий ориентировано на преподавательскую и управленческую требовательность к себе, а также на поиск «мест улучшений» подготовки студентов, что сегодня во многом обусловлено стремлением максимально задействовать все имеющиеся ресурсы, найти «работающие» деятельностные модели.

Что же тормозит работу, полезность которой, казалось бы, очевидна? Отсутствие площадок, предполагающих волонтерское профессиональное участие студентов? Возможно, здесь требуется весьма специфический мониторинг, инициированный выпускающим отделением. Отметим главную особенность этого подхода в нашем случае: студенты направления подготовки «Реклама и связи с общественностью» органично вписываются в волонтерское движение совершенно различных организаций с их различной же проблематикой — от затрагивающей всех экологической тематики до каких-нибудь специфических проектов для совершенно узких целевых аудиторий. То, что в рамках данной публикации больше упоминаются именно образовательные инициативы, связано исключительно с опытом деятельности автора. А между тем коммуникационная активность студентов в будущей профессиональной деятельности может быть связана с любой сферой жизни, с коммерческими и некоммерческими организациями, и волонтерскому началу есть место в разных сферах.

Причем это может быть и привычная деятельность в офлайн пространстве, и набирающее силу онлайн волонтерство. Как известно, существуют специальные площадки, сервисы, где могут встретиться потенциальные волонтеры и те, кто нуждается в их услугах (например, «IT-волонтер», «Пасека», «Волонтим», «ProCharity», «Godogood» и др.). Плюсом данной работы может быть признана искомая широта деятельности: заказчики заявляют об актуальности дизайнерской работы, продвижения организаций в социальных медиа, копирайтинга и рерайтинга и многого другого. Минус — в слабом контроле правового поля такой деятельности, непрозрачности ее реализации. Эти недостатки могли бы нейтрализовать региональные и муниципальные волонтерские проекты, поэтому мы не снимаем задачи пополнения базы таких проектов, в том числе с опорой на заявки выпускников отделения, работающих в самых разных сферах жизни города.

Опыт показывает, что реализации волонтерской деятельности сопряжена и с другими проблемами: от нехватки времени до недостатка мотивации.

Во многом это обусловлено процессуальностью такой работы, длящейся по времени, не исключаяющей и рутины. Понимая то, что такие особенности вполне соответствуют и будущей профессиональной деятельности студентов, все же мы думаем, что целесообразно сгладить возникающие проблемы, сконцентрировать внимание на актуальных целевых установках по формированию и развитию профессиональных компетенций, чтобы повысить мотивацию. И вот здесь может помочь событийный подход, предполагающий выраженные яркие кульминационные моменты деятельности, вызывающие чувство удовлетворения проделанной работой. Таким образом получается искомое сочетание факторов формирования профессиональных компетенций студентов: волонтерская деятельность + событийный подход.

Событийный маркетинг (event marketing) сегодня рассматривается специалистами по связям с общественностью как один из эффективных путей преодоления кризиса традиционной массовой коммуникации, в том числе рекламной или имеющей отношение к связям с общественностью, что имеет немаловажное значение, если, как в нашем случае, речь идет о подготовке специалистов данных сфер. Под событийным маркетингом при таком подходе чаще всего понимают «систематическую организацию мероприятий как платформы презентации товара (услуги) для того, чтобы с помощью эмоционального воздействия активизировать внимание целевой группы к товару (услуге)» [9]. Рассматривая вопрос несколько более углубленно, делают акцент на формировании имиджа организации: «Специальные события — это мероприятия, проводимые компанией в целях формирования позитивного имиджа организации и привлечения внимания общественности к самой компании, ее деятельности и продуктам» [7]. Современное и своевременное звучит мысль о том, что событийный маркетинг — это технология деятельностного характера: «...пиармены подсказывают организации не только что говорить, но еще и что делать» [2].

Анализ литературы показывает, что предметом специальных исследований еще не стало событийное волонтерство как особый вид деятельности, направленной на формирование конкретных компетенций организаторов и участников действия [5].

Рассмотрим актуальные, на наш взгляд, модели реализации волонтерских событийных проектов, в которые были вовлечены студенты разных курсов.

1. Модель «Событие-». Такое событие инициировано внешней стороной, но с делегированием полномочий студентам. Их активность здесь ограничивается необходимостью подключения к уже приводящемуся мероприятию, то есть она локальна. Само это определение со знаком «-» думается, не должно смущать: очевидно, что обозначенная локальность дает возможность, как сегодня говорят, «прокачать» какой-то конкретный компонент или индикатор компетентности, определенный навык деятельности. Причем применение данной модели актуально как для «новичков» — не искушенных студентов 1—2 курсов, так и для попробовавших себя в разных качествах выпускников, особенно если обозначенный индикатор входит в сферу их интересов в связи с реализацией курсового или выпускного проекта. Пример мероприятия, соответствующего данной модели, — уже упоминаемая выше интерактивная акция для старшеклассников города «Коррупция: профилактика, методы борьбы», проведенная по инициативе специалистов управления образования и управления муниципальной службы и кадров Администрации города

Иванова при поддержке управления Правительства Ивановской области по противодействию коррупции. Студентам было поручено провести интерактивную игру «Мы против коррупции», затем осветить мероприятие в социальных сетях, для чего потребовалось «включить» собственную активность в канву общего события. Отметим, что на формирование профессиональных компетенций здесь «работает» не только активность на локальном уровне, но и широкий коммуникационный контекст, предполагающий актуализацию работы в команде, развитие ценных для студентов нашего направления подготовки коммуникативных умений.

2. Модель «Событие» предполагает расширенный контекст, когда студенты, конечно, рядом со взрослыми коллегами, берутся за реализацию мероприятия «под ключ» — от разработки концепции до проведения рефлексии, «разбора полетов» и определения перспектив деятельности, если это возможно. То есть речь идет о полноценном, «отдельном» событии, отвечающем запросам различных внешних целевых аудиторий. Например, так было в случае реализации муниципального естественнонаучного турнира «Пульсар» для лицеев города. Здесь были подключены студента 1—3 курсов, они занимались проблемами нейминга, копирайтинга, разработки айдентики мероприятия, поддержания коммуникации с организациями-партнерами и т. д. Уровень ответственности волонтеров при таком подходе, конечно, более высокий и выход на формирование профессиональных компетенций более ощутим.

3. Модель «Событие+» предполагает «длющееся» событие или цепь событий. Актуальной формой реализации этой волонтерской модели может стать так называемая имитационная стратегия, на основе которой возможно создание учебной фирмы, предоставляющей услуги внешним организациям по продвижению социальных идей или коммерческих проектов. Например, в недавнем прошлом на базе выпускного курса группой студентов-волонтеров был создан консультативный центр для решения проблем самопрезентации организаций среднего профессионального образования — колледжей, училищ, профессиональных лицеев. Площадкой реализации целей этого центра стал Институт развития образования Ивановской области, напрямую заинтересованный в развитии и правильном позиционировании организаций среднего профессионального образования. Без сомнения, подобная учебная фирма является развивающей средой, наиболее приближенной к практике профессиональной деятельности, она дает возможность ощутить ее полноту, разнообразие ролевых позиций, получать новые контакты, связи, опыт, наконец, документы для резюме и т. д. Сегодня уже можно сказать о том, что обнаруживается закономерность: те, кто проявляет себя в профессионально ориентированной волонтерской деятельности, затем проявляют способность найти и ярко проявить себя и в профессии.

В течение последних трех лет проводилось собеседование со студентами с целью выявления актуальных проблем реализации профессионально ориентированной волонтерской деятельности, проводились соответствующие диагностические процедуры по оценке ее результативности. Исходя из полученных данных, можно сформулировать ряд условий, при которых волонтерское участие в специальных событиях действительно может стать средством развития профессиональных компетенций студентов. Назовем главные из них.

1. Деятельность должна быть действительно добровольной. Нельзя делать упор на использовании административного ресурса, превращая волонтерство в «обязаловку», тем самым нарушая его суть.

2. Студентам должен быть понятен смысл и ценность деятельности. И в этом аспекте необходимо выделять два начала — объективное и субъективное. То есть работа по реализации поставленных целей должна «греть» осознанием пользы, приносимой конкретным людям с помощью решения (хотя бы частичного) их насущных проблем, но при этом сами студенты должны понимать и то, какую пользу приносит участие в проекте именно им. Данный вопрос предполагает, в том числе, разработку гибких мер по нематериальному стимулированию такой деятельности.

3. Важен фактор престижа деятельности. Должно возникать желание рассказать другим об участии в мероприятии, делиться сообщениями об этом в социальных сетях, рекомендовать другим. Это важный индикатор того, что специальное мероприятие состоялось именно как событие.

4. Еще важно, чтобы волонтерские мероприятия соотносились с компонентами актуальных профессиональных компетенций и были обеспечены соответствующими оценочными средствами для мониторинга их развития. Сюда же можно отнести и фактор системности.

Библиографический список

1. *Городин В. Н., Зотов С. В., Наумов Г. Н., Шемиура А. Б., Ефремова М. В.* Вовлечение в волонтерскую деятельность как способ формирования профессиональной компетентности специалистов с высшим сестринским образованием // *Международный журнал экспериментального образования*. 2014. № 10. С. 110—112. URL: <http://expeducation.ru/ru/article/view?id=6037> (дата обращения: 02.05.2020).
2. *Королько В. Г.* Основы паблик рилейшнз. URL: http://www.gumer.info/bibliotek_Buks/Gurn/korol/05.php (дата обращения: 03.02.2020).
3. *Кравчук Т. А., Стафеева А. Ю.* Волонтерская деятельность как средство формирования компетенций будущих специалистов туриндустрии. URL: <https://vestnik.kemsu.ru/jour> (дата обращения: 02.05.2020).
4. *Певная М. В.* Волонтерство как социологическая категория: определение понятия. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/volontyorstvo-kak-sotsiologicheskaya-kategoriya-opredelenie-ponyatiya> (дата обращения: 02.05.2020).
5. *Поршнева О. С., Ясилевич Н. В.* Технологии event-сервиса в волонтерском движении: «событийное волонтерство» как вид деятельности. URL: http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/61083/1/978-5-8295-0559-2_27.pdf (дата обращения: 03.04.2020).
6. *Рассохина И. Ю., Аршинова Е. В., Билан М. А.* Волонтерская деятельность как средство формирования профессионально значимых компетенций студентов вуза. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/volonterskaya-deyatelnost-kak-sredstvo-formirovaniya-professionalno-znachimyh-kompetentsiy-studentov-vuza> (дата обращения: 03.02.2020).
7. *Тульчинский Г. Л.* PR фирмы: технология и эффективность. URL: http://www.gumer.info/bibliotek_Buks/Gurn/korol/05.php (дата обращения: 03.02.2020).
8. ФГОС ВО по направлению подготовки 42. 03. 01 Реклама и связи с общественностью (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 11 августа 2016 г. № 997. URL: <http://fgosvo.ru/news/5/1909> (дата обращения: 03.02.2020).
9. Event Marketing как он есть. Энциклопедия маркетинга. URL: http://www.marketing.spb.ru/lib-mm/btl/event_marketing.htm?printversion (дата обращения: 03.02.2019).

УДК 57.017.72
ББК 28.707.234.3

М. О. Баринаова, В. Н. Зарипов, С. В. Королева

ПОКАЗАТЕЛИ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ У КУРСАНТОВ-СПАСАТЕЛЕЙ МУЖСКОГО И ЖЕНСКОГО ПОЛА

Показатели функции внешнего дыхания у курсантов мужского и женского пола в условиях повседневной учебной деятельности соответствуют нормативным для данного возраста значениям и достоверно не различаются между собой. Это является результатом хорошей тренированности организма и достаточной степени адаптации курсантов к физическим нагрузкам учебного процесса.

Ключевые слова: курсанты, спасатели, спирография, показатели внешнего дыхания.

М. О. Barinova, V. N. Zaripov, C. V. Koroleva

THE INDICATORS OF EXTERNAL RESPIRATION OF MALE AND FEMALE CADETS-RESCUERS

Indicators of external respiratory function in male and female cadets in the conditions of daily training activities correspond to the normative values for this age and do not differ significantly from each other. This is the result of a well-trained body and a sufficient degree of adaptation of cadets to the physical loads of the educational process.

Key words: cadets, rescuers, spirometry, indicators of external respiration.

В настоящее время является весьма актуальной проблема изучения изменений, происходящих в организме людей особо опасных профессий, в том числе пожарных, на фоне различных по интенсивности физических и психических нагрузок. Работа в чрезвычайных ситуациях предъявляет серьезные требования к специалистам экстремального профиля [11]. Влияние нагрузок различной интенсивности на организм человека отражается, в первую очередь, на состоянии кардио-респираторной системы, поскольку она обеспечивает адаптацию организма к различным воздействиям и отражает динамику восстановительных процессов [1].

При обучении в Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России стрессогенные условия тренировки в моделируемых условиях чрезвычайной ситуации представляют несомненную ценность для формирования у курсантов профессионально важных качеств, а также предоставляют возможность изучения процессов профессиональной адаптации. Это важно для совершенствования тренирующих и реабилитационных программ и, в конечном итоге, превентивном повышении эффективности спасательных действий [4].

© Баринаова М. О., Зарипов В. Н., Королева С. В., 2020

Кроме того, в настоящее время увеличивается количество девушек, поступающих в высшие учебные заведения МЧС России. Обязательным условием их обучения является соответствие физического состояния организма определенным стандартам, разработанным для курсантов.

Целью данного исследования было выявление особенностей спирографических показателей у курсантов мужского и женского пола в условиях повседневной учебной деятельности.

Материал и методы исследования

Исследование проведено на базе ФБГОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России» в научно-исследовательской лаборатории «Медицина катастроф». В исследовании приняли участие 49 курсантов, средний возраст обследованных — 18—20 лет, из которых 31 — мужского пола и 18 — женского пола. Обследование курсантов проводилось в условиях повседневной учебной деятельности.

Для проведения исследования использовали программное обеспечение и оборудование «Спиро-спектр» (ООО «Нейрософт»). Для оценки возможных изменений в функциональном состоянии легких у курсантов исследуемых групп регистрировали спирограмму. Анализировали основные показатели внешнего дыхания: жизненная емкость легких (ЖЕЛ), форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ), дыхательный объем (ДО), резервный объем вдоха (РОВд.), резервный объем выдоха (РОВыд.), максимальная вентиляция легких (МВЛ). Затем проводили сравнение спирографических показателей у курсантов мужского и женского пола.

Статистическую обработку полученных данных выполняли с помощью t-критерия Стьюдента.

Результаты исследования и их обсуждение

Известно, что жизненная емкость легких является показателем функциональных возможностей аппарата внешнего дыхания. При этом, кроме ЖЕЛ, часто измеряют форсированную жизненную емкость легких (ФЖЕЛ), чтобы оценить состояние дыхательных путей и работу дыхательных мышц.

В результате исследования установлено (табл. 1), что у курсантов в условиях повседневной учебной деятельности как жизненная емкость легких, так и форсированная жизненная емкость легких соответствуют норме, установленной для здорового молодого человека [7]. В норме ФЖЕЛ варьирует в пределах $\pm 15\%$. Снижение ФЖЕЛ более чем на 15 % от нормы расценивают как показатель недостаточных функциональных возможностей респираторной системы, а повышение ФЖЕЛ более чем на 15 % — как высокий уровень функционирования респираторной системы.

Сумма дыхательного объема и резервного объема вдоха определяет инспираторную мощность легких, а сумма дыхательного объема и резервного объема выдоха — экспираторную мощность легких [12].

Известно, что дыхательный объем — это объем воздуха, поступающий в легкие и удаляемый из них за один дыхательный цикл или глубина дыхания. В условиях повседневной учебной деятельности дыхательный объем у курсантов соответствует показателю у здоровых лиц [1].

Соотношение резервного объема вдоха к резервному объему выдоха у курсантов соответствует показателю, характерному для данного возраста.

Согласно многочисленным исследованиям [1, 2, 3, 10], одним из наиболее важных показателей, отражающих возможности вентиляционной функции легких, является максимальная вентиляция легких или предел дыхания. Максимальная вентиляция легких у курсантов соответствует нормативным показателям для молодых людей в возрасте 20 лет.

Сравнительный анализ спирографических показателей у курсантов мужского и женского пола позволил выявить следующие закономерности (табл. 1).

Таблица 1

Спирографические показатели у курсантов мужского и женского пола в условиях повседневной учебной деятельности

Показатели	Курсанты	
	мужского пола	женского пола
ЖЕЛ, л	3,56±0,31	3,40±0,39
ФЖЕЛ, л	3,37±0,30	2,99±0,25
ДО, л	0,61±0,07	0,49±0,08
РОВд./РОВыд., у.е.	1,29±0,07	1,30±0,09
МВЛ, л/мин.	74,38±3,78	72,75±6,81

Жизненная емкость легких у курсантов мужского и женского пола достоверно не отличается. Известно, что у здоровых нетренированных молодых мужчин ЖЕЛ обычно в пределах 3,0—4,5 л, у женщин — 2,5—3,5 л, а у физически развитых лиц, занимающихся такими видами спорта, где необходима выносливость (бокс, дзюдо, легкая атлетика и т. д.), индивидуальные значения ЖЕЛ возрастают на 30 % и более. У хорошо тренированных спортсменов, особенно гребцов и пловцов, она может достигать 8 л, т. к. у них сильно развиты вспомогательные дыхательные мышцы — большие и малые грудные [6].

Форсированная жизненная емкость легких у курсантов мужского и женского пола достоверно не отличается. Величина этого показателя зависит от общего состояния здоровья, длительности и направленности занятий. У бегунов-любителей, а также у занимающихся лыжами, плаванием и другими видами упражнений, развивающих выносливость, величины ФЖЕЛ обычно высокие — 5 и более литров у мужчин и около 4 л у женщин. У спортсменов, тренирующихся на выносливость, регистрируются наибольшие величины ЖЕЛ: до 8 и более литров у мужчин, до 5 и более литров у женщин. При правильно построенных регулярных занятиях данный показатель увеличивается, причем наиболее интенсивно в первый год занятий [6].

Дыхательный объем у курсантов мужского и женского пола достоверно не отличается. Согласно литературным данным [1], при физической нагрузке у спортсменов, независимо от пола, дыхательный объем отчетливо растет лишь при относительно небольших ее мощностях. При околопредельных и предельных мощностях он практически стабилизируется, достигая 3—3,5 л.

Соотношение резервного объема вдоха к резервному объему выдоха у курсантов мужского и женского пола также достоверно не отличается.

Максимальная вентиляция легких у курсантов мужского и женского пола достоверно не отличается. У высокорослых спортсменов мужского пола с хорошо развитой дыхательной мускулатурой МВЛ достигает 350 л/мин. [1].

Исследования, проведенные И. Г. Кретовой и О. И. Ширяевой [5], показывают достоверно более высокие величины показателей внешнего дыхания у студентов мужского пола, по сравнению со студентами женского пола, профессионально не связанных со спортом.

Исследуемые нами спирографические показатели у курсантов мужского и женского пола достоверно не отличаются, что может быть обусловлено тем, что регулярные физические нагрузки, сопровождающиеся усилением легочной вентиляции, приводят к повышению эластичности легочной ткани, а тренировка дыхательных мышц способствует увеличению эластичности внелегочных элементов грудной клетки [1, 8, 9].

Выводы

1. Показатели функции внешнего дыхания у курсантов в условиях повседневной учебной деятельности соответствуют нормативным для данного возраста.

2. Спирографические показатели у курсантов не имеют гендерных различий.

3. Функциональное состояние дыхательной системы курсантов, как мужского, так и женского пола, является результатом хорошей тренированности организма и достаточной степени адаптации курсантов к физическим нагрузкам учебного процесса.

Библиографический список

1. Баранова Е. А., Каплевич Л. В. Влияние физической нагрузки на показатели легочной вентиляции у спортсменов // Вестник Томского государственного университета. 2013. № 374. С. 152—155.
2. Баранова М. О., Зарипов В. Н., Королева С. В. Изменения вентиляции и легочного кровотока у курсантов после воздействия нагрузки в условиях имитации профессиональной деятельности // Научный поиск. 2017. № 2 (24). С. 70—73.
3. Евдокимов Е. И., Одинец Т. Е., Голец В. Е. Особенности изменений показателей функции внешнего дыхания под воздействием физической нагрузки // Физическое воспитание студентов творческих специальностей. 2008. № 4. С. 64—72.
4. Королева С. В., Баранова М. О. Критерии оценки эффективности работы дыхательной системы курсантов академии при тренировках в условиях, имитирующих экстремальные // Пожарная и аварийная безопасность. 2018. Вып. 1. № 8. С. 85—104.
5. Кретова И. Г., Ширяева О. И. Поло-возрастные особенности показателей функции внешнего дыхания студентов г. Самары // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=13659> (дата обращения: 15.04.2019).
6. Пашищев В. Г. Влияние нагрузки различной направленности на показатели внешнего дыхания дзюдоистов // Вестник спортивной науки. № 1. 2011. С. 38—40.
7. Покровский В. М., Коротько Г. Ф. Физиология человека. М.: Медицина, 2001. 656 с.
8. Чернова Е. А., Баранова М. О., Королева С. В. Особенности функционирования дыхательной системы курсантов в моделируемых условиях чрезвычайных ситуаций // Сб. ст. 70-й Всероссийской с международным участием школы-конференции молодых ученых «Биосистемы: организация, поведение, управление». Нижний Новгород, 2017. С. 172.

9. Чернова Е. А., Баринова М. О., Королева С. В. Оценка функционального состояния дыхательной системы курсантов под влиянием нагрузки, имитирующей условия профессиональной деятельности // Сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. «Материалы и методы инновационных исследований и разработок». Уфа: МЦИИ «Омега Сайнс», 2016. Ч. 3. С. 49—51.
10. Шарбанова И. Ю., Колодина И. Г. Сравнительный анализ параметров спирографии у пожарных и спортсменов под воздействием физической нагрузки // Вестник Санкт-Петербургского университета. 2010. Сер. 11. Вып. 1. С. 21—29.
11. Шойгу Ю. С. Психология экстремальных ситуаций для спасателей и пожарных. М., 2009. 320 с.
12. Яушев М. Ф., Визель А. А., Хабибуллина Л. В. Методы исследования функции внешнего дыхания в клинической практике врача // Практическая медицина. 2004. Вып. 7, № 2. С. 13—15.

УДК 574.4

ББК 28.080.63

В. А. Исаев

FORCIPOMYIA И CULICOIDES (DIPTERA, CERATOPOGONIDAE) АГРОЦЕНОЗОВ НЕКОТОРЫХ РЕГИОНОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Проанализирована экология Forcipomyia и Culicoides (Diptera, Ceratopogonidae) в агроценозах трех регионов Европейской части России.

Ключевые слова: мокрецы, Culicoides, Forcipomyia, экология, агроценозы.

V. A. Isaev

FORCIPOMYIA AND CULICOIDES (DIPTERA, CERATOPOGONIDAE) OF AGROCENOSSES OF SOME REGIONS FROM EUROPEAN PART OF RUSSIA

Ecology of biting midges Culicoides and Forcipomyia (Diptera, Ceratopogonidae) of agrocenoses of some regions from the European part of Russia were analysed by the author.

Key words: biting midges, Culicoides, Forcipomyia, ecology, agrocenoses.

Актуальность оценки состояния окружающей среды по видовому составу двукрылых насекомых, в том числе мокрецов, а также изучение ассоциаций насекомых разных экологических групп в агроценозах и распространение новых заболеваний на территории Европейской части России требуют биомониторинга мероприятий по защите человека и животных. В части регионов России такая оценка не проводится и они остаются в последние годы мало изученными. Сведения по экологии мокрецов в агроценозах часто ограничиваются одной из экологических групп мокрецов, отсутствуют в литературе либо давно не обновлялись энтомологами. К числу таких регионов

© Исаев В. А., 2020

2020. Вып. 1

в последние годы относится ряд районов Владимирской, Смоленской и Псковской области [1, 11]. В тоже время объективная необходимость изучения их в связи с потенциальным завозом ряда вирусных заболеваний животных и инфицированием переносчиков возрастает [3—8, 10 и др.].

В Ивановской области многолетние комплексные исследования мокрецов проводятся уже несколько десятилетий, при этом установлено, что поиск видов — биоиндикаторов в разных группах двукрылых может помочь оценке состояния окружающей среды [8], «но видовой состав таких индикаторов, а также экология отдельных видов может существенно отличаться в разных областях. В связи с этим целесообразно проведение аналогичных комплексных исследований в других географических регионах» [3, с. 223].

Во всем мире, кроме мокрецов рода *Culicoides*, распространенных и наиболее часто изучаемых кровососов, в отловах и при разборе проб, собранных световыми ловушками, в большем или меньшем количестве встречаются виды рода *Forcipomyia* [12—15 и др.].

Изучение связей встречаемости имаго *Forcipomyia* (личинки их распространены в сухопутных биотопах) и имаго разных групп *Culicoides* (личинки их преимущественно гидробионты) в сборах на свет в разных регионах России, а также возможностей использования этих материалов для комплексной оценки состояния окружающей среды и предупреждения возможностей местной передачи заболеваний при завозе или трансграничном переносе вирусных болезней животных на эти территории ранее не проводилось.

В связи с этим оценивали наличие мокрецов *Forcipomyia* и *Culicoides* в сборах световыми ловушками во Владимирской, Смоленской и Псковской области по материалам, привезенным для выборки и идентификации в Ивановскую область из этих регионов. Сборы проводились сотрудниками ВНИИЗЖ под руководством старшего научного сотрудника А. В. Спрыгина. Материал идентифицировался автором статьи [7]. Всего из этих трех областей Европейской части России было исследовано более 21 тыс. самок и самцов семейства *Ceratopogonidae* (табл.).

Результаты разбора проб показали, что мокрецы рода *Forcipomyia* попадали в ловушки в массе во Владимирской области, редко в Смоленской области и отсутствовали в сборах в Псковской области. Среди мокрецов этого рода на территории бывшего СССР и России встречается кровосос *F. (Lasiohelea) sibirica* Vujan., но в данном случае он не был найден и все собранные экземпляры мокрецов были нектарофагами, т. е. имели другую экологическую специализацию.

Мокрецы рода *Culicoides* (кровососы) наиболее часто попадали в ловушки во Владимирской и Смоленской области, менее обильны были в сборах в Псковской области.

Динамика численности *Forcipomyia* и *Culicoides* в сборах с мая по август даны в таблице.

Род *Forcipomyia* был представлен во Владимирской и Смоленской области одним видом (*F. bipunctata* Mg.), род *Culicoides* в каждом из трех регионов был представлен разными массовыми видами, которые определяли общий ход численности мокрецов: во Владимирской области, главным образом, *C. fascipennis* (Staeg.), а в Смоленской и Псковской области — *C. obsoletus* (Mg.).

Первое поколение *F. bipunctata* Mg. во Владимирской области регистрировалось в мае и было немногочисленным. После отсутствия самок и самцов в сборах в июне высокий подъем численности самок мокрецов данного вида

наблюдался в начале июля, а в дальнейшем в заметном числе этот вид отмечался и в августе (в этот период в сборах наряду с самками был найден самец).

Фенология и сезонный ход численности *Forcipomyia* и *Culicoides*

Род \ Область	Дата сбора и число экз.					
	Владимирская		Смоленская		Псковская	
<i>Forcipomyia</i>						
	13.05	15	–	–	–	–
	31.05	9	28.05	–	29.05	0
	23.06	–	27.06	–	26.06	0
	4.07	917	23.07	2	25.07	0
	2.08	24	27.08	4	20.08	0
<i>Итого</i>		965		6		0
<i>Culicoides</i>						
	13.05	24	–	–	–	–
	31.05	194	28.05	7927	29.05	1144
	23.06	9586	27.06	69	26.06	8
	4.07	335	23.07	101	25.07	408
	2.08	106	27.08	179	20.08	187
<i>Итого</i>		10245		8276		1747

В Смоленской области в конце мая в световую ловушку *F. bipunctata* Mg. не попадал, в сборе в конце июня были найдены только самки, а в конце июля в небольшом числе самки и самцы.

В Псковской области, откуда к нам поступили сборы ловушкой, проводившиеся один раз в месяц (в конце мая, июня, июля и августа), *F. bipunctata* Mg. нами отмечен не был.

Таким образом, самки этого вида встречались в сборах световыми ловушками в указанных областях с мая по август, а самцы были собраны в конце июля — начале августа.

Доля *F. bipunctata* Mg. в сборах мокрецов (*Culicoides*+*Forcipomyia*) из Владимирской области была достаточно велика (8,6%), при этом в целом за сезон *Forcipomyia* сопутствовали такие массовые более поздно вылетающие моновольтинные виды *C. fascipennis* (Staeg.) и *C. pallidicornis* Kieff., которые характерны для смешанных лесов [2].

В других регионах минимальное число найденных особей *F. bipunctata* Mg. (в Смоленской области) или их полное отсутствие за сезон (в Псковской области) ассоциировалось прежде всего с высокой численностью поливольтинных видов *Culicoides*.

Наиболее массовым среди них как в Смоленской, так и в Псковской области был *C. obsoletus* (Mg.), дававший высокий первый пик численности в конце мая. Однако в дальнейшем численность его быстро падала. В Смоленской области это резкое падение происходило в июне и продолжалось в июле—августе. В Псковской области в июне *C. obsoletus* в сборе

отсутствовал, а затем численность его была очень низкой в июле и несколько поднималась в августе.

Другой группой изученных видов был комплекс из *Culicoides punctatus* (Mg.), *C. pulicaris* (L.) и *C. griseescens* Edw.

В исследованных нами пробах из Смоленской области встречались два вида комплекса: *Culicoides punctatus* (Mg.) и *C. griseescens* Edw. Первый вид был поливольтинный и многочисленный, а второй моновольтинный и немногочисленный.

В Псковской области соотношение видов в комплексе было иным. Обычно поливольтинный вид *Culicoides punctatus* (Mg.) был немногочисленным и отмечался только во второй половине сезона. Т. е. у него в начале сезона не обнаруживалось в сборах первое поколение. Другой близкий поливольтинный вид *C. pulicaris* (L.) был немногочисленным в мае, потом в единичном экземпляре встретился в июне, а затем численность его росла в июле и августе. Таким образом, у него отмечалось оба поколения, но первое (первый пик) было меньше по численности, чем второе. Кроме того, в июльском сборе в Псковской области многочисленным оказался обычно поздно вылетающий моновольтинный вид *C. griseescens* Edw.

В заключение нужно отметить, что в литературе индикаторная роль *Forcipomyia*, рассматривается в основном применительно к лесным экосистемам, где их видовой состав более широк [14]. В нашей работе по трем регионам России проанализирована связь *Forcipomyia* и *Culicoides* для агроценозов, где набор таких видов невелик.

В предшествующие годы в Ивановской области было показано, что вместе с *Culicoides* в агроценозах обнаруживается четыре вида *Forcipomyia*, среди которых чаще всего встречается *F. bipunctata* (L.) [3]. Этот вид имеет два поколения, как и в других северо-западных и западных регионах бывшего СССР [12—14], что может помочь оценке состояния агроценозов на достаточно больших территориях Европейской части России.

В связи с происходящим потеплением в последние десятилетия сроки активности и подъемы численности *F. bipunctata* (L.) в Центре Нечерноземной зоны РФ могут быть более ранними (Владимирская область, данная работа), чем, например, наблюдавшиеся в 60—90-е гг. прошлого века в Ивановской области (вторая половина июля — начало августа) [3].

Индикаторная роль *F. bipunctata* (L.) [или другого близкого вида] может состоять еще и в том, что период вылета его второго поколения совпадает, с одной стороны, со снижением численности популяций *Culicoides*, а с другой, с нарастанием в этот период в популяциях доли старых самок, проделавших несколько гонотрофических циклов и способных к трансмиссии различных заболеваний. Конкретные виды переносчиков и их численность при этом могут определяться характером ландшафта и состоянием агроценоза.

Благодарность. Автор выражает благодарность кандидату биологических наук, старшему научному сотруднику А. В. Спрыгину (ВНИИЗЖ) за организацию и проведение сборов двукрылых насекомых световыми ловушками на фермах во Владимирской, Смоленской и Псковской области.

Библиографический список

1. *Бродская Н. К.* Фенология и сезонный ход численности массовых видов мокрецов рода *Culicoides* на юге Псковской области // *Паразитология*. 1992. Т. 26, вып. 3. С. 257—259.
2. *Гуцевич А. В.* Кровососущие мокрецы (*Ceratopogonidae*). Л., 1973. 269 с. (Фауна СССР. Насекомые двукрылые. Т. 3, вып. 5).
3. *Исаев В. А.* Семейство мокрецов (*Diptera, Ceratopogonidae*). Сравнительный анализ кариотипов, морфологии, экологии и филогенетических отношений: дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 1993. 537 с.
4. *Исаев В. А.* *Culicoides* Нечерноземной зоны РФ и их потенциальное значение в распространении вируса блутана // *Вестник Ивановского государственного университета*. Сер.: Естественные, общественные науки. 2011. № 2. С. 5—9.
5. *Исаев В. А.* Кровососущие мокрецы рода *Culicoides* Нечерноземной зоны России как потенциальные переносчики вируса Шмалленберга // *Вестник Ивановского государственного университета*. Сер.: Естественные, общественные науки. 2013. № 2. С. 14—21.
6. *Исаев В. А.* Биология и экология мокрецов рода *Culicoides* и их потенциальное значение в передаче вируса Шмалленберга в Восточном Верхневолжье // *Вестник Костромского государственного университета им. Н. А. Некрасова*. 2014. № 6. С. 38—40.
7. *Исаев В. А.* Экология мокрецов (*Diptera, Ceratopogonidae*) агроценозов некоторых регионов Европейской части России // *Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России: сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции с международным участием, посвященной 100-летию академика Д. К. Беляева*. 2 марта 2017 г. Иваново, 2017. Т. 2. С. 25—28.
8. *Кольцов А. Ю.* Разработка средств молекулярно-генетического анализа вируса блотанга 14 серотипа, выделенного в Российской Федерации: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Вольгинский, 2017. 26 с.
9. *Лобанов А. М., Иванищук П. П., Исаев В. А.* Комплексный анализ видового состава двукрылых в качестве оценки состояния окружающей среды. Иваново. 1993. 19 с.
10. *Макаров В. В., Василевич Ф. И., Сухарев О. И.* Блутанг и блутангоподобные инфекции. М.: РУДН, 2014. 69 с.
11. *Молев Е. В.* Материалы о кровососущих мокрецах рода *Culicoides* речной поймы Владимирской области // *Зоол. журн*. 1958. Т. 37, № 6. С. 945—946.
12. *Ремм Х. Я.* Обзор видов рода *Forcipomyia* (*Diptera, Heleidae*) Эстонии // *Ежегодник о-ва естествоиспыт. при АН СССР*. 1962. Т. 54. С. 165—195.
13. *Ремм Х. Я.* Мокрецы (*Diptera, Ceratopogonidae*) фауны СССР: дис. ... д-ра биол. наук. 1973. 456 с.
14. *Bartoniene R.* Peculiarities of biting midges (*Ceratopogonidae*) distribution and biodiversity in forest habitats // *Mipkininkystl*. 2006. № 1 (59), 35—42.
15. *González de Heredia, M. G., Lafuente A. G.* El género *Culicoides* en el País Vasco — Guía práctica para su identificación y control [The genus *Culicoides* in the Basque Country — Toolkit for identification and control]. Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia, Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. 2011. 247 p.

УДК 595.76
ББК 228.691.582.51

А. М. Тихомиров

ЖУКИ ДРОВОСЕКИ ИЛИ УСАЧИ (CERAMBYCIDAE, COLEOPTERA) ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В статье обобщаются сведения о фауне жуков дровосеков или усачей (Cerambycidae, Coleoptera) Ивановской области. Приводится список из 89 видов с указанием их распространения на территории области и трофических связях.

Ключевые слова: жуки дровосеки, колеоптерофауна, Ивановская область.

А. М. Tikhomirov

LONGICORN BEETLES (CERAMBYCIDAE, COLEOPTERA) OF IVANOVO REGION

The purpose of this article is to synthesize information about longicorn beetle of Ivanovo region. A check list includes 89 species with information of their distribution in Ivanovo region and trophic relationships.

Key words: longicorn beetles, fauna of Coleoptera, Ivanovo region.

Планомерное изучение жесткокрылых Ивановской области началось после организации кафедры зоологии в 1975 г. Неизменно привлекают внимание как специалистов, так и любителей одно из наиболее интересных семейств этого отряда — дровосеки или усачи. Дипломная работа С. А. Светлова [4] обобщила все известные к тому времени сведения по этой группе жесткокрылых, включая студенческие сборы с летних практик и материалы коллекционеров-любителей В. А. Лузева, В. Е. Повалишниковой, М. Э. Смирнова, Ю. Н. Сытина, С. В. Боброва, А. А. Гусакова, собранные на территории Ивановской области. В дальнейшем новые находки усачей были сделаны при подготовке материалов для издания Красной книги Ивановской области [1, 6], при выполнении выпускных квалификационных работ студентов биолого-химического факультета ИвГУ [5] и исследований, проводимых школьниками из Центра дополнительного образования детей на территории Клязьминского заказника во время летних экспедиций, организуемых А. Ю. Гусевой. Кроме того, список видов усачей, отмеченных на территории Ивановской области, любезно предоставлен М. Э. Смирновым. Сведения о биологии и трофических связях личинок дровосеков приводятся по ряду источников [2, 3]. К настоящему времени обследовано более 70 % территории области.

Подсемейство Prioninae

1. *Tragosoma deparium* L. — Усач дубильщик — Кинешемск., Пестяк., Южск. Включён в Красную книгу Ивановской области как редкий вид. Личинка в гнилой древесине хвойных.

© Тихомиров А. М., 2020

• Серия «Естественные, общественные науки»

2. *Prionus coriarius* L. — Дровосек кожевник — Повсем. Нередко. Личинка в мёртвых корнях как лиственных, так и хвойных деревьев.

Подсемейство Lepturinae

3. *Oxymirus cursor* L. — Усач скороход — Ивановск., Лежневск., Пестяк., Южск. Включён в Красную книгу Ивановской области как редкий вид. Личинка в гнилой древесине хвойных, реже лиственных деревьев, у комля и в корнях.

4. *Rhamnusium bicolor* Schrank. — Усач двухцветный — Ед. экз. из Савинского р-на. Личинка в мёртвой древесине различных лиственных деревьев.

5. *Rhagium mordax* De Geer — Рагий чернопятнистый — Повсем. Нередко. Личинка под сгнившей корой лиственных деревьев.

6. *Rh. inquisitor* L. — Рагий ребристый — Повсем. Нередко. Личинка под корой хвойных деревьев.

7. *Rh. sycophanta* Schrank — Рагий рыжий — Пестяк., Клязьм. зкз. Оч. редко. Личинка под корой лиственных деревьев.

8. *Stenocorus meridianus* L. — Усач южный — Пестяк., Клязьм зкз. Включён в Красную книгу Ивановской области как редкий вид. Личинка в сухой древесине дуба, реже других лиственных, обычно в пнях, корнях и комле.

9. *P. lamed* L. — Пахита еловая — Известно два экз. Ивановск., Шуйск. Личинка в древесине хвойных.

10. *Pachyta quadrimaculata* L. — Пахита четырехпятнистая — Повсем. Обычен. Личинка в корнях поваленных хвойных деревьев.

11. *Brachyta interrogationis* L. — Усач цветочный — Ивановск. р-н. Нередко. Личинка развивается в почве на корнях травянистых растений — пиона, молочая, купальницы.

12. *Carilia virginea* L. — Усач черногрудый — Повсем. Обычен. Личинка в мёртвой древесине хвойных деревьев.

13. *Gnataeops pratensis* Laich. — Усач луговой — Пестяк. Клязьм. зкз. Оч. редко. Личинка под мёртвой корой хвойных деревьев.

14. *Asmaeops marginatus* F. — Усач окаймлённый — г. Иваново, Клязьм зкз. Оч. редко. Личинка под корой поваленных сосен.

15. *A. septentrionis* Thomson — Усач таёжный — Клязьм. зкз. Оч. редко. Личинка под корой стволов и сучьев усыхающих и поваленных сосен, особенно повреждённых огнём.

16. *Dinoptera collaris* L. — Усач красногрудый — Повсем. Редко. Личинка под корой лиственных деревьев.

17. *Cortodera femorata* F. — Усач коротконогий — Иваново, окр. оз. Рубского. Включён в Красную книгу Ивановской области как редкий вид. Биология не известна, имеется лишь ряд предположений.

18. *Nivellia sanguinosa* Gyll. — Усач кровавый — Клязьм. зкз. Оч. редко. Личинка под корой и в древесине лиственных деревьев.

19. *Pedostrangalia pubescens* F. — Усач пушистый — Пестяк. Клязьм. зкз. Включён в Красную книгу Ивановской области как редкий вид. Личинка в гнилых пнях лиственных деревьев и сосны.

20. *Lepturobosca virens* L. — Лептура зелёная — Повсем. Нередко. Личинка в гнилых пнях хвойных деревьев.

21. *Leptura thoracica* Greutz. — Лептура красногрудая — Иваново, Фурман., окр. оз. Рубского, Клязьминск. зкз. Включён в Красную книгу Ивановской области как редкий вид. Личинка в нижней части ствола лиственных деревьев в белой древесной гнили.

22. *L. maculata* Poda — Лепура пятнистая — Ед. экз. из Вичугского р-на. Личинка в древесине лиственных деревьев.

23. *L. quadrifasciata* L. — Лептура четырехполосая — Повсем. Оч. обычен. Личинка в мёртвой древесине лиственных деревьев.

24. *L. annularis* Fabr. — Лептура кривоногая — Ед. экз. из Комсомольского р-на. Личинка развивается под корой и в древесине лиственных, реже хвойных деревьев.

25. *L. aethiops* Poda — Лептура чёрная — Повсем. Редко. Личинка в гнилой древесине лиственных деревьев.

26. *Lepturalia nigripes* De Geer — Лептуралия черноногая — Повсем. Нередко. Личинка в гнилой древесине лиственных деревьев.

27. *Strangalia attenuata* L. — Странгалия узкая — Пестяк., Клязьм. зкз. Редко. Личинка в гнилой древесине лиственных деревьев.

28. *Stenurella melanura* L. — Странгалия чернозадая — Повсем. Оч. обычен. Личинка в гнилой древесине хвойных и лиственных деревьев.

29. *S. bifasciata* Mull. — Странгалия перевязанная — Повсем. Обычен. Личинка в гнилой древесине хвойных и лиственных деревьев.

30. *Judolia sexmaculata* L. — Юдолия шестипятнистая — Повсем. Редко. Личинка в пнях и мёртвых корнях хвойных деревьев.

31. *Alosterna tabacicolor* De Geer — Алостерна бурая — Повсем. Обычен. Личинка в пнях как хвойных, так и лиственных деревьев.

32. *A. ingrlica* Ваект. — Усач алостерна ингрика — Пестяк., Клязьм. зкз. Включён в Красную книгу Ивановской области как редкий вид. Личинка в мёртвой древесине дуба, обычно в ветвях, в тёмных гнилях.

33. *Anastrangalia sanguinolenta* L. Странгалия краснокрылая — Повсем. Редко. Личинка в гнилой древесине хвойных деревьев.

34. *A. reyi* Heyd. — Странгалия Рея — Повсем. Оч. обычна. Личинка в гнилой древесине хвойных деревьев.

35. *Anoplodera sexguttata* Fabr. — Усач шестипятнистый — Пестяк. р-н, Клязьм. зкз. Включён в Красную книгу Ивановской области как редкий вид. Личинка в мёртвой древесине дуба.

36. *Brachyleptura maculicornis* De Geer - Лептура пятнистоусая — Повсем. Обычна. Личинка в гнилых стволах и пнях хвойных деревьев.

37. *Corymbia rubra* L. — Лептура красная — Повсем. Обычна. Личинка в мёртвой древесине хвойных деревьев.

38. *Pseudovadonia livida* recta J. Dan. et K. Dan. — Лептура жёлая — Повсем. Оч. обычна. Личинка в почве, питается подземными грибами.

Подсемейство Necydalinae

39. *Necydalis major* L. — Коротконодкрыл большой — Иваново, Лежнево, окр. оз. Рубского, Клязьм. зкз. Редко. Личинка в гнилой древесине лиственных деревьев.

Подсемейство Aseminae

40. *Asemum striatum* L. — Дровосек чёрный — Повсем. Редко. Личинка в мёртвой древесине хвойных деревьев.

41. *Arhopalus rusticus* L. — Дровосек деревенский — Повсем. Нередко. Личинка в мёртвой древесине сосен и других хвойных деревьев. Технический вредитель.

42. *A. ferus* Mulsant — Дровосек бурый — Южск., Клязьм. зкз. Редко. Личинка в мёртвой древесине комлевой части сосен.

43. *Tetropium castaneum* L. — Дровосек еловый — Повсем. Редко. Личинка под корой отмирающих елей.

44. *T. fuscum* F. Дровосек еловый бурый. Ед. экз. — Лежнево. Личинка под корой отмирающих елей.

45. *Spondilis buprestoides* L. — Спондил короткоусый — Повсем. Нередко. Личинка в пнях, корнях и комлевой части отмирающих сосен.

Подсемейство *Cerambycidae*

46. *Purpuricenus kaehlerii* L. — Краснокрыл Келера — Южск. р-н, Клязьм. экз. Оч. редко. Личинка в мёртвой древесине лиственных деревьев.

47. *Trichoferus campestris* Fald. — Усач полевой — Ед. экз. — г. Иваново. Личинка под корой как хвойных, так и лиственных деревьев.

48. *Aromia moschata* L. — Усач мускусный — Ивановск., Комсомольск., Савинск., окр. оз. Рубского, Пестяк. Редко. Личинка в живой древесине ивы, тополя, осины.

49. *Obrium cantharinum* L. — Усачик короткий светлый — Повсем. Редко. Личинка в мёртвых ветвях лиственных деревьев.

50. *Molorchus minor* L. — Коротконадкрыл малый — Повсем. Нередко. Личинка под корой как живых, так и мёртвых ветвей хвойных деревьев.

51. *Hylotrupes bajulus* L. — Усач домовый — Ед. находка — Тейк. р-н. Личинка в древесине хвойных пород, технический вредитель.

52. *Callidium coriaceum* Paук. — Дровосек плоский бронзовый — Тейковск. Оч. редко. Личинка в древесине ослабленных хвойных деревьев.

53. *C. violaceum* L. — Дровосек плоский фиолетовый — Повсем. Нередко. Личинка под корой хвойных и лиственных деревьев. Технический вредитель.

54. *C. aeneum* De Geer — Дровосек плоский золотистый — Ивановск., Шуйск. Редко. Личинка развивается на мёртвой древесине как лиственных, так и хвойных деревьев.

55. *Plagionotus detritus* L. — Пёстрый дубовый дровосек — Клязьм. экз. Редко. Личинка под корой мёртвых дубов.

56. *P. arguatus* L. — Поперечнополосатый дубовый дровосек — Клязьм. экз. Редко. Личинка под корой поваленных дубов.

57. *Chlorophorus varius* Mull. — Клит изменчивый — Ед. экз. из Ивановского р-на. Вызывает сомнения в точности этикетирования. Личинка в отмирающих стволах и ветвях широколиственных деревьев.

58. *Ch. herbsti* Brahm. — Усач Хербста — Лежневск., Пестяк., Южский, Клязьм. экз. Включён в Красную книгу Ивановской области как редкий вид. Личинка в сухой древесине дуба, липы, реже в других породах.

59. *Ch. figuratus* Scop. — Клит скромный — Ед. экз. из окр. г. Иваново. Личинка развивается в древесине широколиственных деревьев.

60. *Cyrtoclytus capra* Gebl. — Клит козерогий — Ед. экз. из Клязьминского заказника. Личинка развивается под корой лиственных деревьев.

61. *Xylotrechus arvicola* Oliv. — Клит многоядный — Только в Пестяк. р-не. Редко. Личинка развивается в сухих ветвях и стволах широколиственных деревьев.

62. *X. capricornis* Gebl. — Клит козлоусый. Ед. экз. из Пестяковского р-на. Личинка развивается в сухих стволах лиственных деревьев.

63. *X. rusticus* L. — Клит осиновый — Повсем. Нередко. Личинка в сухих стволах лиственных деревьев.

Подсемейство Lamiinae

64. *Mesosa myops* Dalman — Усач долгоносиковидный желтопятнистый — Приволжск., Пестяк., Клязьм. зкз. Редко. Личинка под корой отмирающих широколиственных деревьев.
65. *Monochamus galloprovincialis* Oliver — Бронзовый сосновый усач — Повсем. Нередко. Личинка под корой и в древесине усыхающих сосен.
66. *M. urussovi* Fish. — Большой чёрный еловый усач — Повсем. Нередко. Личинка под корой и в древесине ослабленных елей.
67. *M. sutor* L. — Малый чёрный еловый усач — Повсем. Редко. Личинка под корой и в древесине мёртвых елей.
68. *Lamia textor* L. — Толстяк ивовый — Повсем. Редко. Личинка в стволах и корнях ослабленных лиственных деревьев — ивы, тополя.
69. *Anaesthetis testacea* L. — Усач жёлто-бурый — Только в Пестяковском р-не. Личинка в древесине лиственных деревьев.
70. *Pogonocherus fasciculatus* De Geer — Усачик вершинный сосновый. Повсем. Редко. Личинка в отмирающих ветвях хвойных деревьев.
71. *P. decorates* Fairmair — Усачик вершинный украшенный — Ед. экз. с канала Волга-Уводь в окр. с. Семеновское. Личинка развивается под корой усыхающих ветвей сосны, реже ели.
72. *Acantoderes clavipes* Schrank — Усач осиновый чернопятнистый — Повсем. Редко. Личинка под отмершей корой лиственных деревьев.
73. *A. obscurior* Pic. — Усач осиновый темный — Пестяк., Клязьм. зкз. Редко. Личинка под отмершей корой лиственных деревьев.
74. *Acanthocinus griseus* Fabr. — Дровосек длинноусый малый — Повсем. Редко. Личинка под корой отмирающих елей, реже сосен.
75. *A. aedilis* L. — Дровосек длинноусый серый — Повсем. Редко. Личинка под корой отмирающих сосен.
76. *Leiorus linnei* Wallin — Усачик Линнея. — Клязьм. зкз. Оч. редко. Личинка развивается в древесине дуба.
77. *Tetrops praeusta* L. — Дровосек крошка — Повсем. Редко. Личинка в мёртвых ветвях лиственных деревьев.
78. *Saperda perforata* — Скрипун продырявленный — Повсем. Редко. Личинки в древесине отмирающих деревьев осины.
79. *S. scalaris* L. — Скрипун мраморный — Повсем. Редко. Личинка под корой и в древесине отмирающих лиственных деревьев.
80. *S. populnea* L. — Малый осиновый скрипун — Повсем. Редко. Личинка под корой и в древесине отмирающих деревьев осины.
81. *S. carcharius* L. — Большой осиновый скрипун — Повсем. Редко. Личинка под корой и в древесине отмирающих деревьев осины.
82. *S. similis* Laich. — Скрипун схожий — Клязьм. зкз. Оч. редко. Личинка в древесине ивы козьей, реже тополя и осины.
83. *Menesia bipunctata* Zbk. - Менезия двухточечная — Лежневск., Тейковск., Клязьм. зкз. Оч. редко. Личинка в живых ветвях крушины.
84. *Oberea pupillata* Gyll. — Усач жимолостный — Ед. экз. из Тейковского р-на. Личинка в живых и отмирающих ветвях жимолости.
85. *O. oculata* L. — Дровосек ивовый красногрудый — Повсем. Редко. Личинка в отмирающих ветвях ивы, тополя и осины.
86. *Phytoecia nigricornis* F. — Фитеция черноусая — Ивановск., Тейковск. Оч. редко. Личинка в стеблях сложноцветных

87. *Phytoecia cylindrica* L. — Фитеция цилиндрическая — Повсем. Редко. Личинка в стеблях сложноцветных.

88. *Agarantia intermedia* Gglb. Агапантия средняя — Повсем. Редко. Личинка в стеблях травянистых растений — зонтичных и сложноцветных.

89. *A. villosoviridescens* De Geer — Агапантия обыкновенная — Повсем. Обычна. Личинка в стеблях травянистых растений — зонтичных и сложноцветных.

Анализ трофических связей показывает, что в фауне Ивановской области преобладают усачи, личинки которых развиваются в листовых породах деревьев. Они составляют почти 49 %. Видов, развивающихся на хвойных заметно меньше (33 %). Ещё меньше полифагов — 10 %. Кроме того, у некоторых усачей личинки не связаны с древесно-кустарниковой растительностью. Сюда относится всего 7 видов, следовательно, у личинок преобладает пищевой режим — ксилофагия.

Библиографический список

1. Красная книга Ивановской области. Т. 1: Животные/ под ред. В. Н. Мельникова. Иваново, 2017. 240 с.
2. *Мамаев Б. М.* Определитель насекомых по личинкам. М., 1972. 400 с.
3. *Никитский Н. Б., Осипов И. Н., Чемерис М. В., Семёнов В. Б., Гусаков А. А.* Жесткокрылые-ксилобионты, мицетобионты и пласинчатоусые Приокско-Террасного биосферного заповедника (с обзором фауны этих групп Московской области) / под ред. А. В. Свиридова М., 1996. 197 с.
4. *Светлов С. А.* Фауна и экология усачей Ивановской области: дипломная работа. Иваново, 1996. 72 с.
5. *Соколова Е. В.* Жесткокрылые некоторых памятников природы Савинского района: Дипломная работа. Иваново, 2018. 109 с.
6. *Тихомиров А. М.* Аннотированный перечень видов насекомых, не включенных в Красную книгу Ивановской области, но нуждающихся в особом внимании к их состоянию в природной среде // Редкие животные и грибы: материалы по ведению Красной книги Ивановской области. Иваново, 2012. С. 29—34.

УДК 544.475

ББК 24.545

Е. Н. Крылов, Л. В. Вирзум

КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АРИЛСУЛЬФОАМИДОВ С КАРБОАНГИДРАЗой

Ингибирование α -карбоангидразы алкилзамещенными фенилсульфониламидами определяется в большей степени взаимодействием алкильных заместителей с аминокислотным окружением фермента, чем кислотными свойствами сульфониламидов вследствие сопоставимости электронных и стерических эффектов заместителей.

Ключевые слова: карбоангидраза, сульфониламиды, ингибирование, эффекты алкильных заместителей.

Е. N. Krylov, L. V. Virzum

QUANTUM-CHEMICAL ANALYSIS OF CARBOANHYDRASE SULPHONYLAMIDES INTERACTIONS

The inhibition of α -carbonic anhydrase by alkyl substituted phenylsulfonylamides is determined to a greater extent by the interaction of alkyl substituents with the amino acid environment of the enzyme than by the acidic properties of sulfonylamides due to the comparability of electronic and steric effects of substituents.

Key words: carbonic anhydrase, sulfonylamides, inhibition, effects of alkyl substituents.

Введение

Сульфоамидная группа арилсульфоамидов ($XArSO_2NH_2$) является ключевым структурным фрагментом этих соединений, обеспечивающим их физиологическое действие. Для сульфоамидов известно обширное практическое применение, поскольку они оказались пригодны для самых разнообразных биологических (фармакологических) мишеней [15], в том числе как ингибиторы различных ферментов семейства карбоангидраз, в частности α -карбоангидразы, характерной для человеческого организма [53]. При этом сульфамиды связывают катион цинка в активном центре карбоангидразы атомом сульфоамидного азота с весьма высокой константой связывания K ($\log K = 4 \div 9$) [53]. Важную роль при действии этих соединений как бактериостатиков [18, 50] играет их кислотность, поскольку установлено, что бактериостатическая активность уменьшается при увеличении кислотности {уменьшении свободной энергии кислотной диссоциации по схеме (1) [52]}. Поэтому знание кислотных, а следовательно, и основных свойств сульфоамидов способствует теоретическому предсказанию их действия, в том числе как ингибиторов [29].

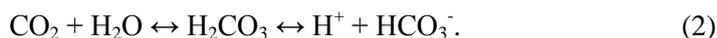
© Крылов Е. Н., Вирзум Л. В., 2020

Кислотность по Бренстеду определяется как способность отдавать протон основанию (В), в соответствии со схемой (1), и для $XArSO_2NH_2$ сходна с таковой для других органических структур.



Считается, что ингибитор (сульфонамид) связывается с ионом цинка в анионной форме, возникающей при его кислотной диссоциации (1), и нарушает его координацию с гидроксил-анионом, необходимым для связывания с CO_2 [19, 24, 35] по схеме (2).

Фермент карбоангидраза катализирует процессы интерконверсии двуокиси углерода в гидрокарбонат-анион [56], иначе говоря, обратимую реакцию гидратации диоксида углерода:



Данное представление (см. выше) является одним из пяти возможных механизмов ингибирования [55] и соответствует только сульфонамидам. Знание о соотношении ионных и нейтральных форм лекарственных препаратов представляется весьма важным, поскольку нейтральные формы, как правило, более липофильны, что определяет их проницаемость через мембраны, в то время как ионные формы более гидрофильны, что определяет их растворимость и транспорт к фармакологическим мишеням [16].

Помимо взаимодействия с катионом цинка [48], сульфонамиды взаимодействуют с аминокислотным окружением [59]. Водородными связями сульфамид координируется с различными аминокислотами из окружения катиона цинка (в частности, с тирозином), а ионным атомом азота сульфамидной группы – с катионом цинка [13, 14, 26, 44, 54].

В связи с этим проводятся интенсивные исследования как самих сульфонамидов, так и их взаимодействия с карбоангидразой. Известны даже квантово-химические методы анализа каталитического действия карбоангидразы, например [45]. Оценены энергии активации, предполагается вероятная схема элементарных стадий с точки зрения нуклеофильной атаки молекулой воды или гидроксил-анионом на молекулу CO_2 .

Теоретическое обоснование

Одним из направлений, развиваемых в рамках концептуальной DFT, является теоретическое обоснование и проверка возможности практического применения молекулярных параметров — дескрипторов — для описания реакционной способности, механизмов реакций и структур интермедиатов и переходных состояний [60].

Молекулярные дескрипторы являются численными характеристиками структурных особенностей молекул, отвечающие за проявление определенных химических и физико-химических свойств [62]. Дескрипторы классифицируются на экспериментально измеряемые — примерами таких дескрипторов могут быть σ -константы Гаммета [2] и параметры, предложенные Хэншем [36] — и рассчитываемые на основе различных теоретических представлений. В принципе дескриптором может быть любая величина, которую можно получить, исходя из структуры химического соединения — молекулярная масса, молекулярный объем, заряды на атомах и т. д. Для предсказания физиологической активности в технологиях QSAR обычно используют

дескрипторы, рассчитанные на основе стерических и топологических особенностей структуры, а также электронных эффектов заместителей и липофильности [36, 62].

Поэтому дескрипторы обычно подразделяют на термодинамические (торсионная энергия, логарифм коэффициента распределения между водой и октанолом), электронный (полная электронная энергия, энергии граничных орбиталей) и топологические (индексы Рандича, Балабана, радиус инерции (radius of gyration) (см., например, [10]).

К квантово-химическим дескрипторам, в частности, относят индексы реакционной способности (далее — ИРС), основанные на теории функционала плотности (DFT) [23]. Они используются в настоящее время в самых различных областях химии, в том числе для диагностики механизмов органических реакций и описания химической активности органических соединений [60]. К ним относятся жесткость (η), поляризуемость, или мягкость (S), электрофильность (ω) и электронный химический потенциал (μ), а также ИРС, описывающий динамику передачи электронной плотности на субстрат (электрофил) с реакционного центра реагента (нуклеофила) — в процессе нуклеофильной атаки, называемый функция Фукуи (FF) [22, 27]. Аналогично нуклеофильность определяется индексом нуклеофильности [33] или относительной нуклеофильностью (ω^-). Введены понятия локальных параметров (ИРС) для отдельных реакционных центров — локальной жесткости, локальной электрофильности и т. д., определяемых как произведение общего параметра на функцию Фукуи [9].

Указанные ИРС рассчитываются по соотношениям (3–7) [9]:

$$\text{Здесь } \mu = 0.5 * [E(\text{HOMO}) + E(\text{LUMO})], \quad (3)$$

$$\eta = 0.5 [E(\text{LUMO}) - E(\text{HOMO})], \quad (4)$$

$$\omega = 0.5 * \mu^2 / \eta, \quad (5)$$

$$S = 1 / \eta. \quad (6)$$

$$\omega(\text{лок}) = \omega * \text{FF} \quad (7)$$

К подобным ИРС относится также атомный электростатический потенциал V_{esp} (АЭП) [9, 46, 47]), определяемый как молекулярный электростатический потенциал на атоме.

Ряд этих ИРС был использован [53] для установления соотношения их с константами связывания (ингибирования) фермента карбоангидразы в виде математических моделей на основе технологий QSAR-QSPR [36, 62]. Эти модели представляют собой двух-, трех- и четырехпараметрические линейные уравнения, в которых дескрипторами служили теплота образования, молекулярная масса, электроотрицательность, квантовая жесткость, энергии фронтальных орбиталей, общая энергия в различных сочетаниях дескрипторов. Были достигнуты коэффициенты множественной корреляции от 0.816 до 0.848. Корреляции на какой-либо один параметр авторами обнаружены не были.

Оценка констант диссоциации арилсульфонамидов также проведена на основе мультипараметрических моделей с использованием модели искусственных нейронных сетей [39], а также с помощью предиктора, встроенного в программный продукт АВ/рКа [31], для расчета теоретических значений рКа [49] в конденсированной фазе (в среде воды).

Для оценки ингибирующей способности сульфонамидов на основе QSAR-технологий использованы топологические индексы Балабана [61],

а также расчет молекулярной негэнтропии [11]. Топологическое моделирование молекулярной совместимости использовано в работах [12, 24, 42].

Для анализа ингибирующей способности сульфонамидов из группы оснований Шиффа использована методология и программное обеспечение Codessa Pro. Используются 38 ингибиторов и 12 молекулярных дескрипторов, которые выделены из более чем ста геометрических, топологических, квантово-механических и электронных дескрипторов [28]. При этом получены величины R^2 в пределах 0.777 – 0.840.

В качестве дескрипторов активности сульфониламидов по отношению к карбоангидразе использованы также коэффициенты распределения вода/октанол, энергии ВЗМО, торсионная энергия и радиус вращения (радиус инерции) как расстояние между осью вращения и центром масс [48]. Во всех случаях достигнуты коэффициенты множественной корреляции 0.724–0.608.

Карбоангидраза высокоэффективна [20, 56] даже при крайне малых концентрациях, что позволяет достигать скоростей реакции, приближающихся к диффузионно-контролируемым (до $10^8 \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$). В ряде ситуаций, в частности при лечебном вмешательстве, требуется торможение ее деятельности, для чего служат ингибиторы карбоангидразы, в том числе сульфонамиды. Предполагается, что они станут новыми антибиотиками в связи с их эффективным связыванием с карбоангидразой [57, 58]. Поэтому синтезированы новые серии сульфонамидов, в частности, связанных с аминокислотами, активные как селективные ингибиторы карбоангидразы XII [21, 25, 37].

Как показано в предыдущих работах [5, 6], рКа сульфониламидов простым линейным соотношением связаны с электростатическим потенциалом на атоме сульфамидного азота и зарядом на этом атоме в схеме Хиршфельда, что позволяет определять рКа для тех сульфониламидов, для которых они еще неизвестны. Поскольку доноры в структуре уменьшают кислотность органических веществ вследствие упрочнения связи элемент-водород (в нашем случае N-H), следовало бы ожидать уменьшения константы связывания (ингибирования карбоангидразы) для алкилбензолсульфониламидов, использованных в работе [53] для ингибирования карбоангидразы, при увеличении размера алкила.

В действительности при сопоставлении данных [53] и табл. 1—5 наблюдается прямо противоположная картина. В частности, для 2-ХОСО-PhSO₂NH₂ при изменении заместителя X от H до C₅H₁₁ logK увеличивается от 4.41 до 6.18, т. е. примерно на полтора порядка. Указанное противоречие может быть разрешено при использовании каких-либо иных дескрипторов, адекватно отражающих взаимодействие сульфонамидов с карбоангидразой.

Результаты и их обсуждение

Для квантово-химического анализа взаимосвязи между свойствами сульфонамидов и их ингибирующей активностью использованы данные работы [53]. Представлялось целесообразным обнаружить более простые математические модели по сравнению с моделями работы [53], количественно связывающие свойства структур сульфамидов и константы ингибирования карбоангидразы K (в логарифмической форме log K в соответствии с теоретическими основами принципа линейности свободных энергий [50]), поскольку в цитированной выше работе [53] использованы трех-, четырех- и даже пятипараметрические соотношения.

Расчет структур замещенных ароматических сульфамидов $XPhSO_2NH_2$ осуществлен программным комплексом ADF 2014.04 [17] на уровне теории DFT M06/6-311++G** как в газовой фазе (табл. 1), так и с учетом неспецифической сольватации в среде H_2O в рамках метода SMD [41] (табл. 2). Этот метод, использующий представление о поляризованной непрерывной квантово-механической плотности заряда, позволяет рассчитать энергии сольватации с «химической» точностью (0.6 – 1.0 ккал/моль) [44], что важно при учете влияния среды. Расчет зарядов проведен в схеме Хиршфельда [30], которая считается одной из наиболее хорошо физически обоснованных [38].

Включение поляризационных и диффузных функций в базис расчета позволяет более точно рассчитать величины электронного химического потенциала, жесткости и электрофильности. Так, с использованием данных [43] можно показать, что переход от базиса 6-31G* к 6-311++G** увеличивает расчетную величину электрофильности примерно на 10%, как это следует из корреляционного соотношения (8) и приближает ее к экспериментально наблюдаемым значениям:

$$\omega(6-311++G^{**}) = (0.17 \pm 0.02) + (1.097 \pm 0.008 * \omega(6-31G^*)),$$

$$R = 0.9996, SD = 0.028, N = 17, P < 0.0001. \quad (8)$$

В процессе исследования установлено, что по отдельности использованные дескрипторы [электронный химический потенциал μ , жесткость η , электрофильность ω , функция Фукуи FF, локальная электрофильность $\omega(\text{лок})$] не дают линейных корреляций на $\log K$, которые определены экспериментально [53]. Однако обнаружены два дескриптора, которые могут описать взаимодействие сульфонамидов с карбоангидразой в простом линейном виде — число атомов углерода в алкильном заместителе $n(C)$ и эффективный объем этого заместителя V_{eff} .

Таблица 1

Квантово-химические параметры сульфамидов 4- $XPhSO_2NH_2$

X	E(HOMO)	E(LUMO)	Q(N)	V _{esp} (N)	Q(N ⁺)
H	-0.28594	-0.04632	-0.1851	-18.354624	-0.1608
4-Me	-0.27647	-0.04326	-0.1866	-18.358902	-0.1430
4-Et	-0.27758	-0.04372	-0.1879	-18.359235	-0.1438
4-Pr	-0.27663	-0.04327	-0.1864	-18.358857	-0.1426
4-Bu	-0.27574	-0.04301	-0.1867	-18.359174	-0.1435
4-C ₅ H ₁₁	-0.29230	-0.07343	-0.1828	-18.345252	-0.1474

Продолжение табл. 1

X	FF	μ	η	ω	$\omega(\text{лок})$	$\log K$ [53]
H	0.0243	-4.521	3.260	3.134	0.0762	6.69
4-Me	0.0436	-4.350	3.173	2.982	0.1300	7.09
4-Et	0.0441	-4.372	3.182	3.003	0.1324	7.53
4-Pr	0.0438	-4.352	3.175	2.983	0.1307	7.77
4-Bu	0.0432	-4.337	3.166	2.970	0.1283	8.30
4-C ₅ H ₁₁	0.0354	-4.976	2.978	4.158	0.1472	8.86

Примечание. Здесь и далее E(HOMO), E(LUMO) – Hartree = 27,2116 эВ, V_{esp} – а.у., 1 а.у. V_{esp} = 3.0277*10⁻⁹ кл/м [3], μ , η , ω $\omega(\text{лок})$ – eV, FF, Q — в ед. заряда электрона, $\log K$ — логарифм константы связывания сульфонамида с карбоангидразой (она же — константа ингибирования).

Поскольку связывание (ингибирование) сульфамидами увеличивается при увеличении размера алкильной группы [рис. 1, соотношение (9)] [или эффективного объема (11)], это означает, что связывание атома азота сульфамида с катионом цинка в ферментативном узле происходит *не по кислотно-основному типу* (при диссоциации сульфамида как кислоты Бренстеда с образованием аниона), а *по донорно-акцепторному механизму* путем координации неподеленной пары атома азота сульфамида с катионом цинка.

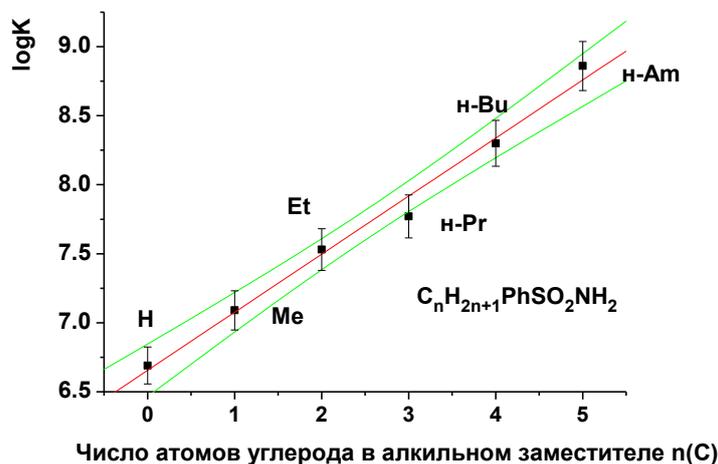


Рис. 1. Ингибирование карбоангидразы алкилбензолсульфониламидами как функция числа атомов углерода в алкильном заместителе n(C). Здесь и далее на рисунках отмечен 5 %-ный доверительный интервал [1]

$$\log K \text{ (табл. 1)} = (6.655 \pm 0.069) + (0.421 \pm 0.023) \cdot n(C), R = 0.994, SD = 0.095, N = 6, P < 0.0001. \quad (9)$$

Если бы работал первый механизм, зависимости (9) и (10), а также (11) были бы антибатными, так как увеличение размера алкильного заместителя увеличивает его донорный эффект, что уменьшает кислотность по Бренстеду, и связывание также уменьшалось бы. На самом деле увеличение размера алкильного заместителя увеличивает константу связывания, что вызвано усилением нуклеофильности неподеленной пары атома азота.

Таблица 2

Квантово-химические параметры сульфамидов 4-XNHCO-PhSO₂NH₂

X	E(HOMO)	E(LUMO)	Q(N)	V _{esp} (N)	Q(N) ⁺
Me	-0.28440	-0.06105	-0.1814	-18.344308	-0.1576
Et	-0.28477	-0.05908	-0.1840	-18.346379	-0.1747
n-Pr	-0.28415	-0.06639	-0.1837	-18.347958	-0.1770
n-Bu	-0.28388	-0.06523	-0.1849	-18.346533	-0.1532
C ₅ H ₁₁	-0.28389	-0.06563	-0.1847	-18.346304	-0.1778
C ₆ H ₁₃	-0.28217	-0.06486	-0.1836	-18.348151	-0.1780
C ₆ H ₁₃ *)	-0.28217	-0.06486	-0.1836	-18.348151	-0.1780

Примечание. *) расчет на воспроизводимость из другого стартового приближения.

Продолжение табл. 2

X	Veff	FF	μ	η	ω	$\omega(\text{лок})$	logK [53]
4-Me	155.79	0.0238	-4.7001	3.0389	3.6348	0.0865	7.08
4-Et	214.84	0.0093	-4.6784	3.0707	3.5639	0.0331	7.53
4-n-Pr	269.22	0.0067	-4.7694	2.9628	3.8388	0.0257	8.08
4-n-Bu	323.27	0.0317	-4.7499	2.9749	3.7920	0.1202	8.49
4-C ₅ H ₁₁	377.39	0.0069	-4.7555	2.9696	3.8077	0.0263	8.75
4-C ₆ H ₁₃	431.67	0.0056	-4.7216	2.9567	3.7701	0.0211	8.88

Примечание: Veff — эффективный объем алкана, соответствующего алкильному заместителю. Расчет в газовой фазе на уровне теории HF/3-21G.

Аналогичный вывод следует из анализа зависимости (13), относящейся к рис 2, а также зависимостей (12) и (14), относящихся к табл. 3, зависимостей (16) и (17), построенных по данным табл. 4, и наконец, зависимостей (18) и (19), построенным по данным табл. 5.

$$\log K (\text{табл. 2}) = (6.998 \pm 0.205) + (0.337 \pm 0.048) \cdot n(C),$$

$$R = 0.971, SD = 0.153, N = 5, P = 0.0061. \quad (10)$$

$$\log K (\text{табл. 2}) = (6.123 \pm 0.206) + (0.00681 \pm 0.000665) \cdot V_{\text{eff}},$$

$$R = 0.982, SD = 0.153, N = 6, P = 0.00051. \quad (11)$$

Таблица 3

Квантово-химические параметры сульфамидов 4-XOCO-PhSO₂NH₂

X	E(HOMO)	E(LUMO)	Q(N)	V _{esp} (N)	Q(N) ⁺
Me	-0.29280	-0.07614	-0.1816	-18.345129	-0.1613
Et	-0.29071	-0.06699	-0.1803	-18.341687	-0.1405
Pr	-0.29221	-0.07555	-0.1819	-18.345416	-0.1610
n-Bu	-0.29231	-0.07532	-0.1824	-18.345764	-0.1773
n-C ₅ H ₁₁	-0.29230	-0.07343	-0.1828	-18.345252	-0.1604
n-C ₆ H ₁₃	-0.29209	-0.07544	-0.1811	-18.345691	

Продолжение табл. 3

X	Veff	FF	μ	η	ω	$\omega(\text{лок})$	logK[53]
Me	149.81	0.0203	-5.0197	2.9478	4.2739	0.0868	7.99
Et	203.23	0.0398	-4.8668	3.0439	3.8907	0.1548	8.50
Pr	263.52	0.0209	-5.0037	2.9478	4.2466	0.0888	8.77
n-Bu	317.98	0.0051	-5.0019	2.9523	4.2372	0.0216	9.11
n-C ₅ H ₁₁	371.29	0.0224	-4.9760	2.9779	4.1575	0.0931	9.39
n-C ₆ H ₁₃	424.35						—

Примечание. Veff — эффективный объем алкильного заместителя, куб. ангстрем. Расчет в газовой фазе, на уровне теории HF/6-31G**.

$$\log K (\text{табл. 3}) = (7.857 \pm 0.138) + (0.286 \pm 0.035) \cdot n(C), R = 0.971,$$

$$SD = 0.148, N = 6, P = 0.0013. \quad (12)$$

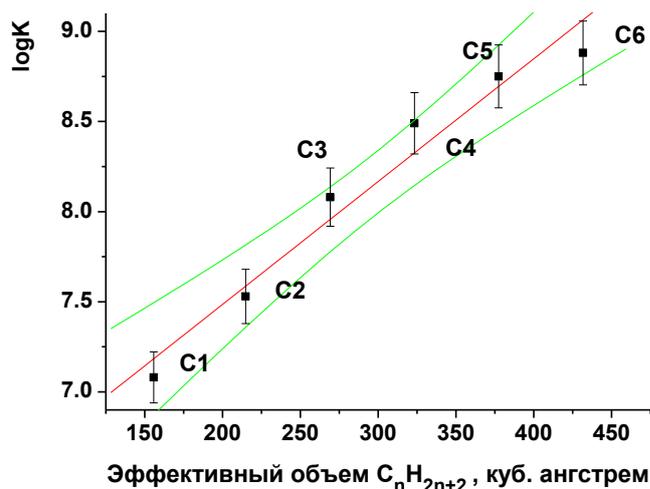


Рис. 2. Ингибирование карбоангидразы как функция эффективного объема алкана, соответствующего алкильной группе X (V_{eff}) в 4-XNHCO-PhSO₂NH₂

$$\log K (\text{табл. 2}) = (6.123 \pm 0.206) + (0.00681 \pm 0.00067) \cdot V_{eff},$$

$$R = 0.982, SD = 0.153, N = 6, P = 0.00051. \quad (13)$$

Зависимость (13) на рис. 2 иллюстрирует вероятное насыщение связывания при увеличении объема алкильного заместителя в карбамидной группе, начиная с алкильного заместителя C5.

$$\log K (\text{табл. 3}) = (7.857 \pm 0.138) + 0.286 \pm 0.035 \cdot V_{eff},$$

$$R = 0.971, SD = 0.148, N = 6, P = 0.0013. \quad (14)$$

Как показывает сопоставление расчета эффективного объема на уровне HF/3-21G(алканы) и HF/6-31G**(алкилы), вполне возможно использование обоих наборов данных, поскольку между ними существует строгая линейная зависимость (15) с коэффициентом корреляции, статистически неотличимым от единицы [1] и аналогичным угловым коэффициентом:

$$V_{eff}(\text{HF/6-31G}^{**}, \text{ алканы}) = (-8.528 \pm 3.467) + (1.005 \pm 0.011) \cdot V_{eff}(\text{HF/3-21G}, \text{ алкилы}),$$

$$R = 0.9998, SD = 2.569, N = 6, P < 0.0001. \quad (15)$$

Таблица 4

Квантово-химические параметры сульфамидов 2-XOCO-PhSO₂NH₂

X	E(HOMO)	E(LUMO)	Q(N)	V _{esp} (N)	Q(N) ⁺
Me	-0.29355	-0.06907	-0.1908	-18.378280	-0.1382
Et	-0.29330	-0.06970	-0.1914	-18.380367	-0.1674
Pr	-0.29012	-0.05626	-0.1869	-18.371200	-0.1645
n-Bu	-0.29011	-0.05607	-0.1893	-18.373487	-0.1659
n-C ₅ H ₁₁	-0.29059	-0.06169	-0.1872	-18.355191	-0.1657
n-C ₆ H ₁₃	-0.29059	-0.06204	-0.1873	-18.355824	-0.1645
Zn ⁺²	-0.51510	-0.10537			

Продолжение табл. 4

X	FF	μ	η	ω	$\omega(\text{лок})$	$\log K$ [53]
Me	0.0526	-4.9337	3.0542	3.9849	0.2096	4.41
Et	0.0240	-4.9389	3.0423	4.0090	0.0962	4.80
Pr	0.0224	-4.7128	3.1819	3.4901	0.0782	5.28
n-Bu	0.0234	-4.7101	3.1843	3.4834	0.0815	5.76
n-C ₅ H ₁₁	0.0215	-4.7931	3.1144	3.6883	0.0793	6.18
Zn ⁺²		-8.4420	5.5747	6.3920		

$$\log K (\text{табл. 4}) = (3.936 \pm 0.030) + (0.450 \pm 0.009) \cdot n(\text{C}),$$

$$R = 0.9994, SD = 0.029, N = 5, P < 0.0001. \quad (16)$$

$$\log K (\text{табл. 4}) = (3.101 \pm 0.066) + (0.00815 \pm 0.00024) \cdot V_{\text{eff}},$$

$$R = 0.999, SD = 0.0411, N = 5, P < 0.0001. \quad (17)$$

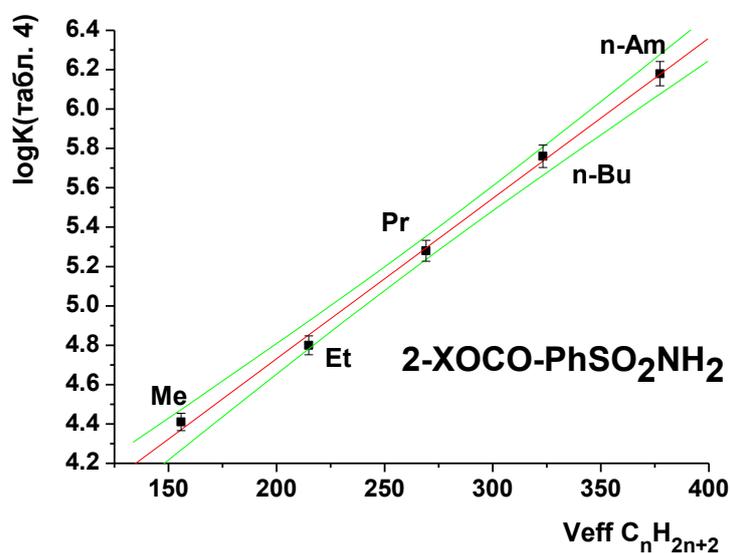


Рис. 3. Ингибирование карбоангидразы как функция эффективного объема алкильной группы X (V_{eff}) в 2-XOCO-PhSO₂NH₂ (соотношение 17)

Наилучшее качество корреляций $\log K$ на эффективный объем заместителя наблюдается для *орто*-замещенных сульфониламидов (рис. 3), что согласуется с представлением о преобладании в ряде реакций стерических эффектов алкильных заместителей над их электронными эффектами вследствие их соизмеримости [4, 8].

Более того, аналогичным дескриптором является доступная поверхность алкильного заместителя [рис. 4 и соотношение (20) в подписи к нему]. Данное соотношение имеет место, поскольку объем V и поверхность S соотносятся друг с другом через радиус R . Для шара или эллипсоида $V = S \cdot R/3$.

Таблица 5

Сульфамиды 3-ХОСО-PhSO₂NH₂

X	E(НОМО)	E(LUMO)	Q(N)	Vesp(N)	ω ⁻	Q(N) ⁺
Me	-0.29504	-0.06859	-0.1829	-18.345469	0.2510	-0.1481
Et	-0.29402	-0.06797	-0.1814	-18.348909	0.2542	-0.1584
Pr	-0.29296	-0.06677	-0.1845	-18.346725	0.2587	-0.1442
n-Bu	-0.29287	-0.06546	-0.1810	-18.352527	0.2619	-0.1574
n-C ₅ H ₁₁	-0.29271	-0.06552	-0.1828	-18.346672	0.2620	-0.1405
n-C ₆ H ₁₃	-0.29384	-0.06761	-0.1821	-18.349077	0.2553	-0.1511
Zn ⁺²	-0.51510	-0.10537				

Продолжение табл. 5.

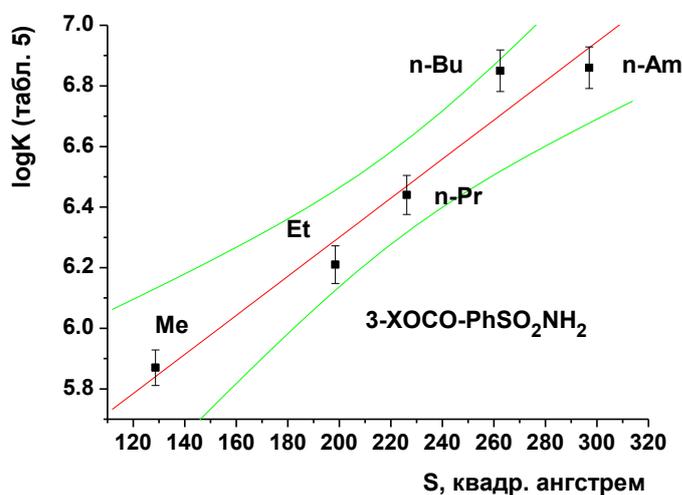
X	S	FF	μ	η	ω	ω(лок)	logK[53]
Me	128.68	0.0348	-4.9475	3.0810	3.9723	0.1382	5.87
Et	198.48	0.0230	-4.9252	3.0756	3.9435	0.0907	6.21
Pr	226.16	0.0403	-4.8944	3.0775	3.8920	0.1568	6.44
n-Bu	262.41	0.0236	-4.8754	3.0941	3.8411	0.0906	6.85
n-C ₅ H ₁₁	297.03	0.0423	-4.8740	3.0911	3.8426	0.1625	6.86
n-C ₆ H ₁₃		0.0310	-4.9178	3.0780	3.9286	0.1218	—

$$\log K \text{ (табл. 5)} = (5.660 \pm 0.114) + (0.262 \pm 0.034) * n(C),$$

$$R = 0.975, SD = 0.109, N = 5, P = 0.0047. \quad (18)$$

$$\log K \text{ (табл. 5)} = (5.171 \pm 0.169) + (0.00476 \pm 0.0006) * S_{\text{eff}},$$

$$R = 0.977, SD = 0.106, N = 5, P = 0.0043 \quad (19)$$

Рис. 4. Ингибирование карбоангидразы сульфониламидами 3-ХОСО-PhSO₂NH₂ как функция доступной поверхности алкильного заместителя S

$$\log K \text{ (табл. 5)} = (5.011 \pm 0.191) + (0.00645 \pm 0.00083) * S,$$

$$R = 0.976, SD = 0.107, N = 5, P = 0.0044. \quad (20)$$

Симбатный характер зависимости (21) (рис. 5) указывает на нуклеофильность молекул сульфонамидов как фактор, определяющей интенсивность взаимодействия этих соединений и карбоангидразы. Этот факт согласуется с обнаруженной выше антибатной зависимостью между кислотностью субстратов и степенью ингибирования фермента.

Эти данные могли бы указывать на то, что связывание сульфонамида осуществляется не ионной, а молекулярной формой субстрата путем координации неподеленной пары электронов атома сульфамидного азота и катиона цинка в ферментативном узле карбоангидразы.

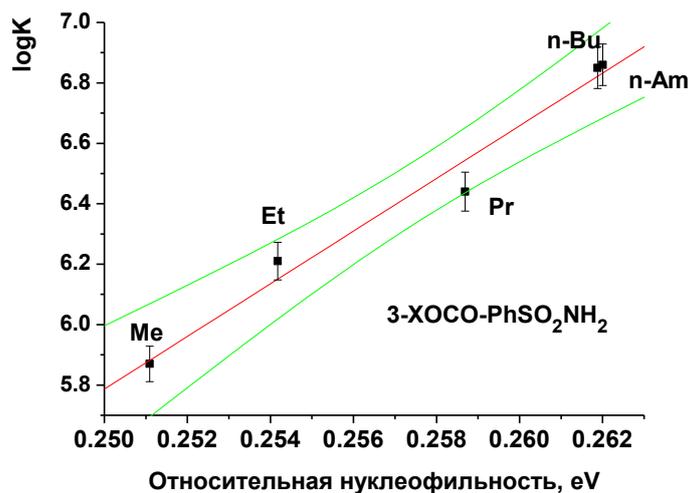


Рис. 5. Ингибирование карбоангидразы как функция относительной нуклеофильности арилсульфонамидов 3-ХОСО-PhSO₂NH₂ по Zn⁺²

$$\log K = (-16.001 \pm 1.948) + (87.151 \pm 7.563) \cdot \omega, \quad (21)$$

$$R = 0.989, SD = 0.073, N = 5, P 0.0014$$

Однако они не согласуются с результатом работы [40], в которой обнаружена симбатная корреляция между рКа сульфонамидов и logK (K — константа диссоциации комплекса карбоангидразы и сульфонамида). Поскольку константа диссоциации комплекса антибатна его устойчивости, это означает, что в реакционной серии работы [40] определяющую роль играет кислотность использованных сульфонамидов, поскольку чем выше их кислотность, тем меньше константа диссоциации указанного выше комплекса.

Набор сульфонамидов, представленных в табл. 1—5, вероятно, представляет собой пример структур, взаимодействие которых с каталитическим центром карбоангидразы определяется не их кислотными свойствами, а степенью гидрофобного взаимодействия алкильных заместителей с аминокислотным окружением [51], которое превосходит вклад кислотно-основного взаимодействия катиона цинка и аниона сульфонамида. Аналогичные реакционные серии, основанные на гидрофобных взаимодействиях, известны [13].

Выводы

Таким образом, обнаруженные однопараметрические зависимости между константой связывания карбоангидразы и эффективным объемом алкильных заместителей, числом атомов углерода в заместителе, доступной поверхностью заместителя и относительной нуклеофильностью сульфониламидов по Zn^{+2} вполне способны предсказать результат ингибирования карбоангидразы алкилзамещенными сульфидами различных классов и указать на соотношение между различными типами взаимодействий при ингибировании карбоангидразы как путем координации неподеленной пары электронов атома сульфамидного азота и катиона цинка в ферментативном узле карбоангидразы, так и с помощью гидрофобных взаимодействий.

Библиографический список

1. Ахназарова С. А., Кафаров В. В. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии. М.: Высш. шк., 1985. 327 с.
2. Гаммет Л. Основы физической органической химии. М.: Мир, 1972. 534 с.
3. Гордеев Е. Г. Влияние электронного строения ряда дикарба-клозо-додексаборанов(12) на их реакционную способность: автореф. дис. ... канд. хим. наук. М.: МГАТХТ им. М. В. Ломоносова (МИТХТ). 2007. 26 с.
4. Крылов Е. Н. Стерические эффекты алкильных заместителей в электрофильных реакциях алкилбензолов или с участием алкилсодержащих реагентов // Вестник Ивановского государственного университета. Сер.: Естественные, общественные науки. 2008. № 2. С. 22—27.
5. Крылов Е. Н., Вирзум Л. В. Кислотность арилсульфониламидов как функция квантово-химических параметров атома сульфамидного азота // Известия Академии наук. Серия химическая. 2019. № 3. С. 527—531.
6. Крылов Е. Н., Вирзум Л. В., Сергеева Г. А. Газофазная кислотность арилсульфониламидов // European multi science journal. 2018. № 21. Р. 22—25.
7. Пальм В. А. Основы количественной теории органических реакций. Л.: Химия, 1977. 360 с.
8. Шмид Р., Сапунов В. Н. Неформальная кинетика. М.: Мир, 1985. 264 с.
9. A matter of density. Exploring the electron density concept in the chemistry, biological and materials sciences / Sukumar N., Ed. Hoboken: J. Wiley and Sons Inc. 2013. 318 p.
10. Abhishek G. A., Mishra B. B. Quantitative structure-activity relationship of matrix metalloproteinase inhibitors based on topological descriptors // J. Chem. Pharm. Res. 2011. Vol. 3. Iss. 5. P. 290—305.
11. Agrawal V. K., Khadikar P. V. Modelling of carbonic anhydrase inhibitors activity of sulfonamides using molecular negentropy // Bioorg. Med. Chem. 2003. Vol. 13. Iss. 3. P. 447—453.
12. Agrawal V. K., Singh J. QSAR study on topically acting sulfonamides incorporating GABA moieties: A molecular connectivity approach // Bioorg. Med. Chem. Lett. 2006. Vol. 16. Iss. 4. P. 2044—2051.
13. Alterio V., Di Fiore A., D'Ambrosio K., et al. Multiple binding modes of inhibitors to carbonic anhydrases // Chem. Rev. 2012. Vol. 112. Iss. 8. P. 4421—4468. DOI: 10.1021/cr200176r.
14. Alterio V., Vitale R. M., Monti S. M., Pedone C., Scozzafava A., Cecchi A., De Simone G., Supuran C. T. Carbonic anhydrase inhibitors: X-ray and molecular modeling study for the interaction of a fluorescent antitumor sulfonamide with isozyme II and IX // J. Am. Chem. Soc. 2006. Vol. 128. N 25. P. 8329—8335.

15. *Al-Rashida M., Hussain S., Hamayoun M., Altaf A., Iqbal J.* Sulfa Drugs as Inhibitors of Carbonic Anhydrase: New Targets for the Old Drugs // *BioMed Research International*. Hindawi Publishing Corporation. Vol. 2014. P. 1—110. Article ID 162928. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/162928>
16. *Babic S., Horvat A. J. M., Pavlovic D. M., Kastelan-Macan M.* Determination of pKa values of active pharmaceutical ingredients // *Trends Anal. Chem.* 2007. Vol. 26. N 11. P. 1043—1061.
17. *Baerends E. J. et al.* ADF2014. SCM. Theoretical Chemistry. Vrije Universiteit. Amsterdam. The Netherlands. 2014. <http://www.scm.com>. (дата обращения: 25.03.2019).
18. *Bell P. H., Robin R. O., Jr.* A theory of the relationship of structure to activity of sulphonamide type compounds // *J. Am. Chem. Soc.* 1942. Vol. 64. P. 2905—2917.
19. *Bertini I., Lucinat C.* Cobalt(II) as a probe of the structure and function of carbonic anhydrase // *Acc. Chem. Res.* 1983. Vol. 16. N 8. P. 272—279.
20. *Boone C. D., Habibzadegan A., Gill S., McKenna R.* Carbonic Anhydrases and Their Biotechnological Applications // *Biomolecules*. 2013. Vol. 3. Iss. 3. P. 553—562; doi:10.3390/biom3030553.
21. *Ceruso M., Bragagni M., AlOthman Z., Osman Z. M., Supuran C. T.* New series of sulfonamides containing amino acid moiety act as effective and selective inhibitors of tumor-associated carbonic anhydrase XII // *J. Enzyme Inhib. Med. Chem.* 2015. Vol. 30. Iss. 3. P. 430—434. DOI: 10.3109/14756366.2014.942659
22. *Chattaraj P. K., Giri S., Duley S.* Update 2 of: Electrophilicity index // *Chem. Rev.* 2011. Vol. 111. N 2. P. PR43—PR75.
23. *Chemical reactivity theory. A density functional view / Chattaraj P. K., Ed.* N.-Y.: CRC Press. 2009. 577 p.
24. *Christianson D. W., Fierke C. A.* Carbonic anhydrase: evolution of the zinc binding site by nature and by design // *Acc. Chem. Res.* 1996. Vol. 29. Iss. 7. P. 331—339.
25. *Chiaramonte N., Romanelli M. N., Teodori E., Supuran C. T.* Amino Acids as Building Blocks for Carbonic Anhydrase Inhibitors // *Metabolites* 2018. Vol. 8. Iss. 2. 36—58. doi:10.3390/metabo8020036.
26. *Chiaramonte N., Bua S., Ferraroni M., Nocentini A., Bonardi A., Bartolucci G., Durante M., Lucarini L., Chiapponi D., Dei S.* 2-Benzylpiperazine: A new scaffold for potent human carbonic anhydrase inhibitors // *Eur. J. Med. Chem.* 2018. Vol. 151. P. 363—375.
27. *Concepts and methods in modern theoretical chemistry. Electronic structure and reactivity / Ghosh S. K., Chattaraj P. K., Eds.* 2013. N.-Y.: CRC Press. 450 p.
28. *Eroglu E.* Some QSAR Studies for a Group of Sulfonamide Schiff Base as Carbonic Anhydrase CA II Inhibitors // *Int. J. Mol. Sci.* 2008. Vol. 9. P. 181—197.
29. *Gomes J. R. B., Gomes P.* Gas-phase acidity of sulfonamides: implications for reactivity and prodrugs design // *Tetrahedron*. 2005. Vol. 61. P. 2705—2712.
30. *Hirshfeld F. L.* Bonded-Atom Fragments for Describing Molecular Charge-Densities // *Theor. Chim. Acta*. 1977. Vol. 44. Iss. 2. P. 129—138.
31. <http://www.acdlabs.com/products/physchemlab/>. (дата обращения: 12.02.2020).
32. *Jaramillo P., Fuentealba P., Perez P.* Nucleophilicity scale for n- and π -nucleophiles // *Chem. Phys. Lett.* 2006. Vol. 427. N 4-6. P. 421—425.
33. *Jaramillo P., Perez P., Tiznado W., Contreras R., Fuentealba P.* Definition of a Nucleophilicity Scale // *J. Phys. Chem. A*. 2006. Vol. 110. Iss. 26. P. 8181—8187. DOI: 10.1021/jp057351q
34. *Jaiswal M., Khadikar P. V., Supuran C. T.* Topological modeling of lipophilicity, diuretic activity, and carbonic inhibition activity of benzene sulfonamides: a molecular connectivity approach // *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 2004. Vol. 14. P. 5661—5666.
35. *Kimura E.* Model Studies for Molecular Recognition of Carbonic Anhydrase and Carboxypeptidase // *Acc. Chem. Res.* 2001. Vol. 34. N 2. P. 171—179.
36. *Kubinyi H.* QSAR: Hansch analysis and related approaches. N.-Y.: Wiley-VCH. 1993. 240 p.

37. K \ddot{u} ç \ddot{u} kbay H, Buğday N, K \ddot{u} ç \ddot{u} kbay F. Z., Berrino E., Bartolucci G., Del Prete S., Carpasso C., Supuran C. T. Bioorganic chemistry synthesis and carbonic anhydrase inhibitory properties of novel 4- (2-aminoethyl) benzenesulfonamide-dipeptide conjugates // *Bioorg. Chem.* 2019. Vol. 83. N 3. P. 414—423. doi: 10.1016/j.bioorg.2018.11.003. Epub 2018 Nov 3.
38. Liu S.-B. Conceptual density functional theory and some recent developments // *Acta Phys.-Chim. Sin.* 2009. Vol. 25. N 3. P. 590—600.
39. Maleki A., Daraei H., Alaei L., Faraji A. Comparison of QSAR models based on combinations of genetic algorithm, stepwise multiple linear regression, and artificial neural network methods to predict K_d of some derivatives of aromatic sulfonamides as carbonic anhydrase II inhibitors // *Russian Journal of Bioorganic Chemistry.* 2014. Vol. 40. Iss. 1. P. 61—75
40. Maren T. H., Conroy C. W. A New Class of Carbonic Anhydrase Inhibitor // *J. Biol. Chem.* 1993. Vol. 268. N 35. P. 26233—26239.
41. Marenich A. V., Cramer C. J., Truhlar D. G. Performance of SM6, SM8, and SMD on the SAMPL1 Test Set for the Prediction of Small-Molecule Solvation Free Energies // *J. Phys. Chem. B* 2009. Vol. 113. No 14. P. 4538—4543.
42. Melagraki G., Afantitis A., Sarimveis H., Iglessi-Markopoulou O., Supuran C. T. QSAR study on *para*-substituted aromatic sulfonamides as carbonic anhydrase II inhibitors using topological information indices // *Bioorg. Med. Chem.* 2006. Vol. 14. P. 1108—1114.
43. Meneses L., Fuentealba P., Contreras R. Relationship between the electrophilicity of substituting agents and substrate selectivity in Friedel — Crafts reactions // *Tetrahedron.* 2005. Vol. 61. Iss. 4. P. 831—836.
44. Mennucci B., Cammi R. Continuum Solvation Models in Chemical Physics: From Theory to Applications, John Wiley & Sons, Chichester, 2008. P. 65.
45. Miscione G. P., Stenta M., Spinelli D., Anders E., Bottoni A. New computational evidence for the catalytic mechanism of carbonic anhydrase // *Theor. Chem. Acc.* 2007. Vol. 118. Iss. 1. P. 193—201.
46. Politzer P., Murray J. S. Molecular electrostatic potentials. Some observations. / In: *Concepts and methods in modern theoretical chemistry* / Ghosh S. K., Chattaraj P. K., Eds. N.-Y.: CRC Press. 2013. P. 181—199. (450 p.).
47. Politzer P., Murray J. S. The fundamental nature and role of electrostatic potential in atoms and molecules // *Theor. Chem. Acc.* 2002. Vol. 108. N 3. P. 134—142.
48. Pothan B., Singh V., Kumar S., Tiwari M. Structural optimization of new class of selective carbonic anhydrase inhibitors: QSAR approach // *Indian J. Chem.* 2010. Vol. 49B. P. 224—233.
49. Remko M. Molecular structure, pK_a, lipophilicity, solubility and absorption of biologically active aromatic and heterocyclic sulfonamides // *J. Mol. Struct. THEOCHEM.* 2010. Vol. 944. P. 34—42. doi:10.1016/j.theochem.2009.12.017
50. Seydel J. K. Sulfonamides, structure-activity relationship, and mode of action. Structural problems of the antibacterial action of 4-aminobenzoic acid (PABA) // *Pharm. Sci.* 1968. Vol. 57. P. 1455.
51. Snyder P. W., Mecinovic J., Moustakas D. T., Thomas S. W., Harder M., Mack E. T., Lockett M. R., Heroux A., Woody S., Whitesides G. M. Mechanism of the Hydrophobic Effect in the Biomolecular Recognition of Arylsulfonamides by Carbonic Anhydrase // *Proceedings of the National Academy of Sciences.* 2011. Vol. 108. N 44. P. 17889—17894. doi:10.1073/pnas.1114107108
52. Soriano-Correa C., Esquivel R. O., Sagar R. P. Physicochemical and structural properties of bacteriostatic sulfonamides: Theoretical study / *Int. J. Quant. Chem.* 2003. Vol. 94. Iss. 3. P. 165—172.
53. Srivastava P., Srivastava Sh., Soni A. K., Singh R. K. Quantitative structure-activity relationship study of benzene sulfonamides as inhibitor of carbonic anhydrase based on quantum chemical descriptor // *J. Comp. Meth. Mol. Des.* 2012. Vol. 2. N 3. P. 99—106.

54. *Stams T., Christianson D. W.* The Carbonic Anhydrase — New Horizons. Basel: Birkhauser Verlag. 2000. P. 159—174.
55. *Supuran C. T.* How many carbonic anhydrase inhibition mechanisms exist? // *J. Enzyme Inhib. Med. Chem.* 2016. Vol. 31. N 3. P. 345—360. DOI 10.3109/14756366.2015.1122001.
56. *Supuran C. T.* Carbonic anhydrases: novel therapeutic applications for inhibitors and activators // *Nat. Rev. Drug. Discov.* Nature Publishing Group. 2008. Vol. 7. N 2. P. 168—181.
57. *Supuran C. T.* Bacterial carbonic anhydrases as drug targets: toward novel antibiotics? // *Frontiers in Pharmacology. Experimental Pharmacology and Drug Discovery.* 2011. Vol. 2. Article 34. P. 1—6. doi: 10.3389/fphar.2011.00034
58. *Supuran C. T., Capasso C.* An Overview of the Bacterial Carbonic Anhydrases // *Metabolites.* 2017. Vol. 7. Iss. 4. P. 56—75. doi:10.3390/metabo7040056
59. *Supuran C. T.* Carbonic anhydrases: novel therapeutic applications for inhibitors and activators // *Nat. Rev. Drug Discov.* Nature Publishing Group. 2008. Vol. 7. № 2. P. 168—181.
60. *Theoretical aspects of chemical reactivity / Toro-Labbe A., Ed.* Oxford: Elsevier. 2007. 322 p.
61. *Thakur M., Thakur A., Khadakar P. V., Supuran C. T., Sudele P.* QSAR study on benzene sulphonamide carbonic anhydrase inhibitors: Topological approach using Balaban Index // *Bioorg. Med. Chem.* 2004. Vol. 12. N 4. P. 789—793.
62. *Todeschini R. Consonni V.* Molecular descriptors for chemoinformatics. Vol. 41 / *Mannhold R., Kubinyi H., Timmerman H., Ed.* 2nd, Revised and Enlarged Edition. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. 2009. 1257 p.

О СОПРЯЖЕННОЙ ФИНИТНОЙ ОТДЕЛИМОСТИ ЦИКЛИЧЕСКИХ ПОДГРУПП

Подгруппа H группы G называется сопряженно финитно отделимой, если для любого элемента $g \in G$, не сопряженного ни с одним элементом из H , найдется такой гомоморфизм φ группы G на некоторую конечную группу, что элемент $g\varphi$ не сопряжен в группе $G\varphi$ ни с одним элементом из подгруппы $H\varphi$. Известно, что в любой свободной группе все конечно порожденные подгруппы сопряженно финитно отделимы, но прямое произведение двух свободных групп ранга 2 содержит конечно порожденную подгруппу, не являющуюся сопряженно финитно отделимой. Доказывается, тем не менее, что все циклические подгруппы прямого произведения двух свободных групп сопряженно финитно отделимы. Доказано также, что свободное произведение произвольного семейства групп, в каждой из которых любая циклическая подгруппа сопряженно финитно отделима, является группой, в которой все циклические подгруппы сопряженно финитно отделимы.

Ключевые слова: финитно аппроксимируемые группы, финитно отделимые подгруппы, сопряженно отделимые подгруппы, прямые произведения групп, свободные произведения групп.

Е. Д. Loginova, D. I. Moldavanskii

ON THE CONJUGACY FINITELY SEPARABILITY OF CYCLIC SUBGROUPS

A subgroup H of a group G is said to be conjugacy finitely separable if, for every element $g \in G$ that is not conjugate to any element from H , there exists a homomorphism φ of the group G onto some finite group such that the element $g\varphi$ is not conjugate in the group $G\varphi$ to any element from the subgroup $H\varphi$. It is known that, in any free group, all finitely generated subgroups are conjugacy finitely separable, but the direct product of two free groups of rank 2 contains a finitely generated subgroup that is not conjugacy finitely separable. It is proved, however, that all cyclic subgroups of the direct product of two free groups are conjugacy finitely separable. It is also proved that the free product of any family of groups with the property of conjugacy finitely separability of all cyclic subgroups is a group, in which all cyclic subgroups are conjugacy finitely separable.

Key words: residually finite groups, finitely separable subgroups, conjugacy separable subgroups, direct products of groups, free products of groups.

1. Введение. Формулировка результатов

Понятие финитно аппроксимируемой группы, впервые, как свидетельствуют авторы исторического обзора [9], введенное А. И. Мальцевым в работе [4], обобщалось в ряде направлений. Так, в другой статье А. И. Мальцева [5] изучалась аппроксимируемость (уже с явным исполь-

зованием этого термина) нильпотентными группами свободных произведений групп, а в работе [6] было предложено рассматривать понятие группы, аппроксимируемой группами произвольного класса \mathcal{K} : группа G называется аппроксимируемой группами из класса \mathcal{K} (короче, \mathcal{K} -аппроксимируемой), если для любого неединичного элемента $g \in G$ существует гомоморфизм φ группы G на некоторую группу из класса \mathcal{K} , образ $g\varphi$ элемента g при котором отличен от единицы.

Очевидно, что группа G является \mathcal{K} -аппроксимируемой тогда и только тогда, когда для любых двух различных элементов этой группы их образы при некотором гомоморфизме на группу из класса \mathcal{K} также различны, и еще одно направление обобщения \mathcal{K} -аппроксимируемости состоит в том, что вместо отношения равенства рассматривается некоторое другое, определенное на всех группах, отношение ρ между элементами и множествами элементов группы. Группа G называется \mathcal{K} -аппроксимируемой относительно отношения ρ , если для любых ее элементов и множеств элементов, для которых ρ ложно, существует гомоморфизм группы G на некоторую группу из класса \mathcal{K} , в которой ρ ложно для образов этих элементов и множеств (см., например, [2, с. 57]).

Подавляющее большинство результатов, полученных в этом направлении к настоящему времени, относятся к свойствам \mathcal{K} -аппроксимируемости относительно равенства элементов группы, относительно сопряженности элементов и относительно вхождения элемента в данную подгруппу.

В последнем случае, следуя [6], говорят о \mathcal{K} -отделимых подгруппах: подгруппа H группы G называется \mathcal{K} -отделимой, если для любого элемента $g \in G$, не принадлежащего подгруппе H , существует гомоморфизм φ группы G на некоторую группу из класса \mathcal{K} такой, что образ $g\varphi$ элемента g не входит в образ $H\varphi$ подгруппы H . Очевидно, что группа является \mathcal{K} -аппроксимируемой тогда и только тогда, когда ее единичная подгруппа \mathcal{K} -отделима.

Другой вид отделимости подгрупп получается заменой отношения принадлежности подгруппе отношением «быть сопряженным с некоторым элементом этой подгруппы».

Более точно, назовем подмножество M группы G сопряженно \mathcal{K} -отделимым, если для любого элемента $a \in G$, не сопряженного ни с одним элементом из M , найдется такой гомоморфизм φ группы G на некоторую группу из класса \mathcal{K} , что элемент $a\varphi$ не сопряжен в группе $G\varphi$ ни с одним элементом из подмножества $M\varphi$. Другими словами, если $a^G \cap M = \emptyset$, то $a^G \cap MN = \emptyset$ для некоторой нормальной подгруппы N такой, что фактор-группа G/N принадлежит классу \mathcal{K} (здесь, как обычно, a^G обозначает совокупность всех элементов $a^x = x^{-1}ax$, сопряженных с a в группе G).

Разумеется, нас, главным образом, интересует сопряженная отделимость подгрупп, но и сопряженная отделимость подмножеств, не являющихся подгруппами, также может представлять определенный интерес. Хорошо известно, например, что если класс \mathcal{K} гомоморфно замкнут, то для любой нормальной подгруппы N группы G \mathcal{K} -аппроксимируемость фактор-группы G/N равносильна \mathcal{K} -отделимости подгруппы N . Оказалось (см.: [1, предложение 1]), что если \mathcal{K} — гомоморфно замкнутый класс, то для любой группы G и произвольной ее нормальной подгруппы N фактор-группа G/N является \mathcal{K} -аппроксимируемой относительно сопря-

женности тогда и только тогда, когда каждый смежный класс группы G по подгруппе N сопряженно \mathcal{K} -отделим.

Всюду далее рассматривается только аппроксимируемость в классе \mathcal{F} всех конечных групп.

Хорошо известно (см.: [6]), что \mathcal{F} -аппроксимируемость конечно определенной группы относительно отношения ρ влечет за собой существование алгоритма, распознающего истинность этого отношения. Поэтому построенный в работе [14] пример подгруппы H конечно порожденной нильпотентной группы G такой, что проблема распознавания сопряженности элемента $g \in G$ с некоторым элементом из H алгоритмически неразрешима, показывает, что конечно порожденная нильпотентная группа может содержать подгруппу, не являющуюся сопряженно \mathcal{F} -отделимой. Тем не менее, имеет место доказанное Дж. Дайер

Предложение 1.1 [13, лемма 6]. *В произвольной конечно порожденной нильпотентной группе все циклические подгруппы являются сопряженно \mathcal{F} -отделимыми.*

В той же статье доказано и

Предложение 1.2 [13, лемма 8]. *В любой свободной группе все циклические подгруппы являются сопряженно \mathcal{F} -отделимыми.*

Это утверждение было обобщено следующим образом.

Предложение 1.3 [7, теорема 1]. *В любой свободной группе все конечно порожденные подгруппы являются сопряженно \mathcal{F} -отделимыми.*

В данной статье рассматривается поведение свойства сопряженной \mathcal{F} -отделимости подгрупп относительно операций прямого произведения и (обычного) свободного произведения.

Отрицательный ответ на вопрос о сопряженной \mathcal{F} -отделимости любых конечно порожденных подгрупп прямого произведения групп, все конечно порожденные подгруппы которых сопряженно \mathcal{F} -отделимы, получается с помощью указанного в статье [10] примера конечно порожденной подгруппы прямого произведения двух свободных групп ранга 2, не являющейся \mathcal{F} -отделимой. Для полноты изложения приведем схему построения этого примера.

Пусть A — свободная группа со свободными порождающими a и b , B — свободная группа со свободными порождающими c и d и G — их прямое произведение, т. е., напомним, A и B — поэлементно перестановочные подгруппы группы G , причем $G = AB$ и $A \cap B = 1$.

Фиксируем некоторое конечное множество W элементов группы A такое, что группа $\langle a, b; W \rangle$ не является \mathcal{F} -аппроксимируемой и потому нормальное замыкание N подмножества W в группе A не является \mathcal{F} -отделимой ее подгруппой (например, в силу [11] таким является множество, состоящее из единственного элемента $a^{-1}b^2ab^{-3}$). Следовательно, существует не принадлежащий подгруппе N элемент $g \in A$, образ которого при любом гомоморфизме группы A на конечную группу лежит в образе подгруппы N .

Обозначим через H подгруппу группы G , порожденную подмножеством W и элементами ac и bd . Тогда выполнено равенство $A \cap H = N$,

из которого следует, в частности, что элемент g не входит в подгруппу H , тогда как, с другой стороны, очевидно, что при любом гомоморфизме группы G на конечную группу образ этого элемента лежит в образе подгруппы H . Легко видеть, что, в действительности, элемент g не сопряжен в группе G ни с одним элементом из подгруппы H .

В самом деле, если для некоторого $z \in G$ выполнено включение $z^{-1}gz \in H$, то, записав элемент z в виде $z = xy$, где $x \in A$ и $y \in B$, получаем $z^{-1}gz = x^{-1}gx \in A$. Следовательно, $x^{-1}gx \in A \cap H = N$ и потому элемент g принадлежит подгруппе N , что противоречит его выбору.

Таким образом, в прямом произведении G двух свободных групп ранга 2 существует элемент g , не сопряженный ни с одним элементом из конечно порожденной подгруппы H , но при любом гомоморфизме группы G на конечную группу образ элемента g входит в образ подгруппы H . Отсюда и из предложения 1.3 следует, что семейство групп, в которых все конечно порожденные подгруппы сопряженно \mathcal{F} -отделимы, не замкнуто относительно операции прямого произведения.

С другой стороны, здесь будет доказана

Теорема 1. *В прямом произведении двух свободных групп каждая циклическая подгруппа является сопряженно \mathcal{F} -отделимой.*

Вопрос о том, будет ли в общем случае прямое произведение групп, в каждой из которых любые циклические подгруппы сопряженно \mathcal{F} -отделимы, группой с сопряженно \mathcal{F} -отделимыми всеми циклическими подгруппами, остается открытым. Неизвестно также, наследует ли свободное произведение групп от сомножителей свойство сопряженной \mathcal{F} -отделимости всех конечно порожденных подгрупп. Второй результат данной работы утверждает, что для циклических подгрупп это верно.

Теорема 2. *Свободное произведение произвольного семейства групп, в каждой из которых любая циклическая подгруппа сопряженно \mathcal{F} -отделима, является группой, в которой все циклические подгруппы сопряженно \mathcal{F} -отделимы.*

2. Доказательство теоремы 1

Здесь будет удобнее пользоваться внешним определением прямого произведения групп.

Пусть A и B — свободные группы и $G = \{(x, y) \mid x \in A, y \in B\}$ — их прямое произведение. Пусть также H — циклическая подгруппа группы G , порожденная элементом $h = (c, d)$, и пусть элемент $g = (a, b)$ группы G не сопряжен ни с одним элементом из подгруппы H (где, разумеется, $a, c \in A$ и $b, d \in B$). Требуется показать, что существует гомоморфизм φ группы G на некоторую конечную группу такой, что в этой группе элемент $g\varphi$ не сопряжен ни с одним элементом из подгруппы $H\varphi$.

Обозначим через C циклическую подгруппу группы A , порожденную элементом c , и через D — циклическую подгруппу группы B , порожденную элементом d .

Если в группе A элемент a не сопряжен ни с одним элементом подгруппы C , то в силу предложения 1.2 можно выбрать такую нормальную подгруппу N конечного индекса группы A , что $a^A \cap CN = \emptyset$. Очевидно,

что в этом случае произведение проектирования G на A и естественного отображения A на A/N является искомым гомоморфизмом. В случае, когда элемент b не сопряжен ни с одним элементом подгруппы D , требуемый гомоморфизм строится аналогично.

Легко видеть, что в случаях, когда хотя бы один из элементов a, b, c, d равен единице, вопрос о существовании требуемого гомоморфизма либо сводится к только что рассмотренным случаям, либо решается непосредственно с использованием проектирований. Поэтому можем считать далее, что все элементы a, b, c, d отличны от единицы и что для некоторых элементов $x \in A$ и $y \in B$ и некоторых целых чисел m и n выполнены равенства $x^{-1}ax = c^m$ и $y^{-1}by = d^n$. При этом, поскольку тогда $(x, y)^{-1}g(x, y) = (c^m, d^n)$, равенство $m = n$ невозможно.

Рассмотрим сначала случай, когда и равенство $n = -m$ не имеет места, так что $|m| \neq |n|$.

Здесь нам понадобится хорошо известное и без труда проверяемое свойство свободных групп: для любого неединичного элемента f свободной группы F и любого положительного целого числа r в группе F существует нормальная подгруппа конечного индекса N такая, что порядок элемента fN фактор-группы F/N равен r . Поэтому в группах A и B существуют нормальные подгруппы R и S конечных индексов такие, что порядок элемента cR фактор-группы A/R , как и порядок элемента dS фактор-группы B/S , равен числу $r = |mn|$. Полагая $P = A/R \times B/S$, покажем, что гомоморфизм $\varphi: G \rightarrow P$, определяемый естественными отображениями A на A/R и B на B/S (т. е. $(x, y)\varphi = (xR, yS)$ для любого $(x, y) \in G$), является искомым.

В самом деле, если предположить, что в группе P элемент $g\varphi$ сопряжен с элементом подгруппы $H\varphi$, то для некоторых элементов $u \in A$, $v \in B$ и некоторого целого числа t в этой группе должно выполняться равенство $((u, v)\varphi)^{-1}(g\varphi)((u, v)\varphi) = (h\varphi)^t$, равносильное, как легко видеть, системе сравнений

$$\begin{cases} u^{-1}au \equiv c^t \pmod{R} \\ v^{-1}bv \equiv d^t \pmod{S}. \end{cases}$$

Отсюда и из равенств $x^{-1}ax = c^m$ и $y^{-1}by = d^n$ следует, что элементы $(cR)^m$ и $(cR)^t$ группы A/R и элементы $(dS)^n$ и $(dS)^t$ группы B/S сопряжены в этих группах. Поэтому порядки элементов $(cR)^m$ и $(cR)^t$ равны и порядки элементов $(dS)^n$ и $(dS)^t$ равны. Следовательно, $(r, m) = (r, t) = (r, n)$, так что и порядки элементов $(cR)^m$ и $(cR)^n$ должны совпадать. Но это невозможно, так как в силу выбора числа r порядки элементов $(cR)^m$ и $(cR)^n$ равны числам $|n|$ и $|m|$ соответственно.

Предположим теперь, что $n = -m$. Поскольку тогда элемент g сопряжен с элементом $(c, d^{-1})^m$, для завершения доказательства нам достаточно указать такой гомоморфизм группы G на конечную группу, образ при котором элемента $(c, d^{-1})^m$ не сопряжен ни с одним элементом образа подгруппы H .

Напомним, что известная теорема В. Магнуса [3, теорема 5.7 и следствие 5.12] (см. также [8, с. 14]) утверждает, что в любой свободной группе F пересечение $\bigcap_{i=1}^{\infty} \gamma_i(F)$ всех членов нижнего центрального ряда совпадает с единичной подгруппой и все фактор-группы $F/\gamma_i(F)$ являются

нильпотентными группами без кручения. Поскольку элементы c и d отличны от единицы, отсюда следует существование натуральных чисел i и j таких, что $c \in \gamma_i(A) \setminus \gamma_{i+1}(A)$ и $d \in \gamma_j(B) \setminus \gamma_{j+1}(B)$. При этом элементы $c\gamma_{i+1}(A)$ и $d\gamma_{j+1}(B)$ фактор-групп $A/\gamma_{i+1}(A)$ и $B/\gamma_{j+1}(B)$ являются центральными, а порядки их бесконечны.

Пусть $\overline{G} = A/\gamma_{i+1}(A) \times B/\gamma_{j+1}(B)$ — прямое произведение групп $A/\gamma_{i+1}(A)$ и $B/\gamma_{j+1}(B)$ и σ — гомоморфизм группы G на группу \overline{G} , определяемый естественными отображениями A на $A/\gamma_{i+1}(A)$ и B на $B/\gamma_{j+1}(B)$ (для краткости σ -образы элементов $x \in G$ и подмножеств $X \subseteq G$ будем обозначать через \overline{x} и \overline{X} соответственно).

Подгруппа \overline{H} лежит в центре конечно порожденной нильпотентной группы \overline{G} и порождается элементом $\overline{(c, d)} = (cR, dS)$. Так как порядки элементов cR и dS бесконечны, элемент $\overline{(c, d^{-1})^m} = ((cR)^m, (dS)^{-m})$ не входит, очевидно, в эту подгруппу, и потому в силу \mathcal{F} -отделимости подгрупп конечно порожденной нильпотентной группы (см.: [6]) существует гомоморфизм τ группы \overline{G} на конечную группу, в которой τ -образ элемента $\overline{(c, d^{-1})^m}$ не принадлежит подгруппе $\overline{H}\tau$ и, следовательно, не сопряжен с ее элементами, так как она центральна. Произведение $\varphi = \sigma\tau$ является, очевидно, требуемым гомоморфизмом.

3. Доказательство теоремы 2

Для большей замкнутости изложения напомним ряд понятий и утверждений, связанных с конструкцией свободного произведения групп.

Пусть $G = A * B$ — свободное произведение некоторых групп A и B . Тогда эти группы можно считать подгруппами группы G . Произвольный неединичный элемент $g \in G$ однозначно представим в виде произведения вида $g = x_1x_2 \dots x_s$, где $s \geq 1$, каждый сомножитель x_i является неединичным элементом либо подгруппы A (и называется A -словом этого произведения), либо подгруппы B (и называется B -словом) и при $s > 1$ любые соседние слоги x_i и x_{i+1} не лежат в одной и той же подгруппе A или B . Такая запись элемента g называется несократимой записью, а количество s сомножителей этой записи называется длиной этого элемента и обозначается символом $l(g)$. Несократимой записью единичного элемента группы G считают пустое произведение, а его длину считают равной нулю.

Если g — элемент группы G с несократимой записью $g = x_1x_2 \dots x_s$, где $s \geq 2$, утверждение о том, что несократимая запись этого элемента имеет вид cd для некоторых элементов c и d , будет означать, что она получается соединением несократимых записей этих элементов, т. е. $c = x_1x_2 \dots x_i$ и $d = x_{i+1}x_{i+2} \dots x_s$ для некоторого i , $1 < i < s$.

Элемент g группы называется циклически несократимым, если в его несократимой записи $g = x_1x_2 \dots x_s$ при $s \geq 2$ крайние сомножители x_1 и x_s не являются одновременно A -словами или B -словами (так что при $s \leq 1$ элемент g циклически несократим).

Можно показать, что элемент g группы G не является циклически несократимым тогда и только тогда, когда его можно представить в виде $g = uvu^{-1}$, где u и v — неединичные элементы группы G с несократимыми записями $u = x_1x_2 \dots x_r$ и $v = y_1y_2 \dots y_s$, причем элемент v циклически несократим, элементы x_r и y_1 не принадлежат одной и той же подгруппе

А или B и при $s > 1$ элемент $y_s x_r^{-1}$ (лежащий в той же подгруппе A или B , где находятся элементы x_r и y_s) отличен от единицы. Отсюда следует, что если элемент g не является циклически несократимым, то для любого целого $m > 0$ элемент g^m также не является циклически несократимым.

Циклической перестановкой циклически несократимого элемента g с несократимой записью $g = x_1 x_2 \dots x_s$, где $s \geq 2$, называется любой элемент, определяемый (очевидно, циклически несократимой) записью вида $x_{i+1} x_{i+2} \dots x_s x_1 \dots x_i$, где $i = 0, 1, \dots, s - 1$.

С помощью этих понятий формулируется критерий сопряженности элементов группы G .

Предложение 3.1 [3, теорема 4.2]. *Справедливы следующие утверждения.*

1. *Каждый элемент группы $G = A * B$ сопряжен с некоторым циклически несократимым элементом.*
2. *Если длины двух циклически несократимых элементов группы различны, то эти элементы не являются сопряженными.*
3. *Циклически несократимые элементы длины 1 сопряжены в группе G тогда и только тогда, когда они лежат в одном и том же свободном сомножителе и сопряжены в нем.*
4. *Циклически несократимые элементы, длина которых больше 1, сопряжены в группе G тогда и только тогда, когда один из них является циклической перестановкой другого.*

Нам понадобится еще одно свойство элементов свободного произведения групп.

Предложение 3.2. *Пусть f и g — циклически несократимые элементы группы $G = A * B$, причем длина хотя бы одного из них больше 1. Тогда для любого целого числа $m > 0$ из равенства $f^m = g^m$ следует равенство $f = g$ и из того, что в группе G элементы f^m и g^m сопряжены, следует, что сопряженными являются и элементы f и g .*

Доказательство. В самом деле, пусть $l(g) \geq 2$. Тогда в силу циклической несократимости этого элемента несократимая запись элемента g^m состоит из m отрезков, каждый из которых совпадает с несократимой записью элемента g , так что $l(g^m) = ml(g)$.

Если $f^m = g^m$, то элемент f^m является циклически несократимым и потому (как отмечено выше) циклически несократим и элемент f , причем его длина больше 1. Поэтому несократимая запись элемента f^m тоже состоит из m отрезков, каждый из которых совпадает с несократимой записью элемента f , и $l(f^m) = ml(f)$. Следовательно, $l(f) = l(g)$ и из единственности несократимой записи элементов группы G вытекает, что $f = g$.

Если элементы f^m и g^m сопряжены, то (в силу предложения 3.1) элемент f^m совпадает с некоторой циклической перестановкой элемента g^m . Это означает, что несократимая запись элемента g^m представлена в виде соединения cd записей некоторых элементов c и d и несократимая запись элемента f^m совпадает с записью произведения dc . Очевидно, что существуют элементы u и v и целые числа $k \geq 0$ и $l \geq 0$ такие, что $g = uv$, $c = g^k u$, $d = v g^l$ и $k + l = m - 1$. Поскольку тогда $c = u(vu)^k$ и $d = (vu)^l v$, имеем $f^m = dc = (vu)^m$, откуда в силу доказанного первого утверждения

предложения получаем $f = vu$. Таким образом, элементы f и g сопряжены и предложение 3.2 доказано полностью.

Переходя непосредственно к доказательству теоремы 2, заметим, что, как нетрудно видеть, для этого достаточно рассмотреть лишь случай свободного произведения двух групп.

Предположим, что группа $G = A * B$ является свободным произведением групп A и B , в каждой из которых все циклические подгруппы сопряженно \mathcal{F} -отделимы. Отметим, что поскольку сопряженная \mathcal{F} -отделимость всех циклических подгрупп некоторой группы влечет \mathcal{F} -отделимость ее единичной подгруппы и потому \mathcal{F} -аппроксимируемость этой группы, группа G \mathcal{F} -аппроксимируема.

Пусть U — циклическая подгруппа группы G , порожденная элементом u , и g — элемент группы G , не сопряженный ни с одним элементом из подгруппы U . Требуется доказать существование гомоморфизма φ группы G на конечную группу, в которой элемент $g\varphi$ не сопряжен ни с одним элементом подгруппы $U\varphi$. Очевидно при этом, что элементы g и u можно считать циклически несократимыми.

В случае, когда элемент g и подгруппа U принадлежат одному и тому же свободному сомножителю, существование такого гомоморфизма является очевидным следствием предположения о сопряженной \mathcal{F} -отделимости всех циклических подгрупп групп A и B . Поэтому всюду ниже будем считать, что если U лежит в одной из подгрупп A или B , то элемент g в эту подгруппу не входит.

Предположим сначала, что группы A и B конечны. В этом случае группа G содержит нормальную свободную подгруппу F конечного индекса и потому, в силу результата статьи [12], \mathcal{F} -аппроксимируема относительно сопряженности. Следовательно, если подгруппа U содержится в одной из подгрупп A и B и потому конечна, существование требуемого гомоморфизма очевидно.

Таким образом, остается рассмотреть ситуацию, когда $l(u) \geq 2$, и рассмотрение ее начнем с замечания о том, что для любого целого $m > 0$ элемент g^m не сопряжен в группе G ни с одним элементом из подгруппы U^m . Действительно, из того, что элемент g^m сопряжен с элементом u^{mk} для некоторого целого числа k , в соответствии с утверждением предложения 3.2 следовало бы, что элемент g сопряжен с элементом u^k , а это невозможно в силу выбора g .

Отсюда следует, что если число m совпадает с индексом подгруппы F в группе G , то элемент $f = g^m$ группы F не сопряжен в группе G ни с одним элементом из подгруппы $V = U^m$, также лежащей в F .

Фиксируем некоторую систему x_1, x_2, \dots, x_m представителей левых смежных классов группы G по подгруппе F и для каждого $i = 1, 2, \dots, m$ полагаем $f_i = x_i^{-1} f x_i$. Так как для каждого такого i элемент f_i не сопряжен в группе F ни с одним элементом из подгруппы V (и в группе F все циклические подгруппы сопряженно \mathcal{F} -отделимы), в F существует нормальная подгруппа конечного индекса M_i такая, что элемент f_i не сопряжен в F ни с одним элементом подгруппы $V M_i$. Подгруппа $M = \bigcap_{i=1}^m M_i$ имеет конечный индекс в группе G и потому содержит подгруппу N , нормальную в G и имеющую в G конечный индекс. Утверждается, что элемент f не сопряжен в группе G ни с одним элементом подгруппы $V N$.

Действительно, пусть, напротив, существует элемент $x \in G$ такой, что $x^{-1}fx \in VN$. Этот элемент может быть представлен в виде $x = x_i y$ для некоторого номера $i \in \{1, 2, \dots, m\}$ и некоторого $y \in F$. Тогда включение $x^{-1}fx \in VN$ принимает вид $y^{-1}f_i y \in VN$, откуда вытекает включение $y^{-1}f_i y \in VM_i$, противоречащее выбору подгруппы M_i .

Таким образом, в фактор-группе G/N элемент $(gN)^m$ не сопряжен ни с одним элементом подгруппы $(UN/N)^m$. Так как тогда элемент gN не сопряжен, очевидно, ни с одним элементом подгруппы UN/N , естественный гомоморфизм G на G/N является искомым.

Итак, утверждение о сопряженной \mathcal{F} -отделимости всех циклических подгрупп свободного произведения двух конечных групп доказано. Тем самым, задача построения в общем случае требуемого гомоморфизма группы G на конечную группу сводится к нахождению таких нормальных подгрупп R и S конечных индексов групп A и B , что при гомоморфизме ρ группы G на группу $A/R * B/S$, продолжающем естественные отображения A на A/R и B на B/S , образ $g\rho$ элемента g в этой группе не сопряжен ни с одним элементом образа $U\rho$ подгруппы U .

Обозначим через X и Y множества соответственно всех A -слов и всех B -слов несократимых записей элементов g и u , и пусть W — множество всех неединичных элементов группы G , все слоги несократимых записей которых входят в $X \cup Y$. Поскольку множества X и Y конечны, а группы A и B \mathcal{F} -аппроксимируемы, в этих группах можно выбрать такие нормальные подгруппы R и S конечных индексов, что $R \cap X = \emptyset$ и $S \cap Y = \emptyset$. Пусть также ρ — гомоморфизм группы G на группу $\bar{G} = A/R * B/S$, продолжающий естественные отображения A на A/R и B на B/S .

Легко видеть, что при любом выборе подгрупп R и S , удовлетворяющих условиям $R \cap X = \emptyset$ и $S \cap Y = \emptyset$, для любого $c \in W$ имеем $l(c\rho) = l(c)$, причем, если элемент c циклически несократим, то и элемент $c\rho$ циклически несократим, и для любых $c, d \in W$ из того, что $c\rho = d\rho$, следует, что $c = d$. В частности, если $l(u) = 1$, т. е. подгруппа U лежит в одном из свободных сомножителей, скажем $U \subseteq A$, то для любых таких подгрупп R и S образ элемента g относительно соответствующего гомоморфизма ρ не сопряжен ни с одним элементом из образа подгруппы U . Действительно, если $l(g) = 1$, то $g\rho$ является неединичным элементом подгруппы B/S , а если $l(g) > 1$, то элемент $g\rho$ не сопряжен ни с одним элементом подгруппы A/R .

Если $l(u) > 1$, то в силу циклической несократимости элемента u все неединичные элементы подгруппы U принадлежат множеству W . Поэтому в случае, когда число $l(g)$ не делится на $l(u)$, снова образ элемента g не сопряжен ни с одним элементом из образа подгруппы U при гомоморфизме ρ , соответствующем произвольному выбору подгрупп R и S с теми же свойствами. Это следует из того, что элемент $g\rho$ и все неединичные элементы подгруппы $U\rho$ циклически несократимы и потому сопряженность элементов $g\rho$ и $(u\rho)^k$ для некоторого k влечет равенства $l(g) = l(g\rho) = l((u\rho)^k) = kl(u\rho) = kl(u)$.

Остается рассмотреть случай, когда $l(g) = nl(u)$ для некоторого целого числа $n > 0$. При доказательстве предложения 3.2 было замечено, что если v_1, v_2, \dots, v_s — все циклические перестановки элемента u ,

то $v_1^n, v_2^n, \dots, v_s^n$ — список всех циклических перестановок элемента u^n . Поскольку элемент g не сопряжен ни с одним элементом подгруппы U , он отличен от всех элементов этого списка, и, так как группа G является \mathcal{F} -аппроксимируемой, то элемент g отличен от всех этих элементов по модулю некоторой нормальной подгруппы N конечного индекса группы G .

Если $R_1 = A \cap N$, $S_1 = B \cap N$, а R_2 и S_2 — такие нормальные подгруппы конечных индексов групп A и B , что $R_2 \cap X = \emptyset$ и $S_2 \cap Y = \emptyset$, то нормальные подгруппы $R = R_1 \cap R_2$, $S = S_1 \cap S_2$ конечных индексов групп A и B не пересекаются с множествами X и Y и образ элемента g относительно соответствующего гомоморфизма $\rho: G \rightarrow A/R * B/S$ отличен от образов каждого из элементов $v_1^n, v_2^n, \dots, v_s^n$.

Этот гомоморфизм является искомым. Действительно, если, напротив, элемент $g\rho$ сопряжен в группе $A/R * B/S$ с элементом подгруппы $U\rho$, то он совпадает с какой-то циклической перестановкой элемента $(u\rho)^k$ для некоторого целого числа k (которое можно считать положительным, заменив, если нужно, g на g^{-1}). Сравнение длин этих элементов дает равенство $k = n$, и, так как (практически очевидно, что) любая циклическая перестановка элемента $(u\rho)^n$ совпадает с элементом $(v_i^n)\rho$ для некоторого $i = 1, 2, \dots, s$, мы приходим к равенству $g\rho = (v_i^n)\rho$.

Полученное противоречие завершает доказательство теоремы.

Библиографический список

1. Иванова Е. А., Молдаванский Д. И. Об аппроксимируемости относительно сопряженности конечно порожденных нильпотентных групп // Вестник Ивановского государственного университета. Сер.: Биология, Химия, Физика, Математика. 2004. Вып. 3. С. 125—130.
2. Каргаполов М. И., Мерзляков Ю. И. Основы теории групп : учебное пособие. 5-е изд., стереотип. СПб.: Лань, 2009. 288 с.
3. Магнус В., Каррас А., Солитар Д. Комбинаторная теория групп. М.: Наука, 1974. 456 с.
4. Мальцев А. И. Об изоморфном представлении бесконечных групп матрицами // Математический сборник. 1940. Т. 8. С. 405—422.
5. Мальцев А. И. Обобщенно нильпотентные алгебры и их присоединенные группы // Математический сборник. 1949. Т. 25. С. 347—366.
6. Мальцев А. И. О гомоморфизмах на конечные группы // Ученые записки Ивановского государственного педагогического института. 1958. Т. 18. С. 49—60.
7. Молдаванский Д. И. О финитной отделимости подгрупп // Ивановский государственный университет. 20 лет: юбилейный сб. науч. ст. Ч. 2. Иваново, 1993. С. 18—23.
8. Ольшанский А. Ю., Шмелькин А. Л. Бесконечные группы // Итоги науки и техники. Современные проблемы математики. Фундаментальные направления. 1989. Т. 37. С. 5—113.
9. Чандлер Б., Магнус В. Развитие комбинаторной теории групп. М.: Мир, 1985. 255 с.
10. Allenby R., Gregorac R. On locally extended residually finite groups // Lecture Notes Math. 1973. Vol. 319. P. 9—17.
11. Baumslag G., Solitar D. Some two-generator one-relator non-Hopfian groups // Bull. Amer. Math. Soc. 1962. Vol. 68. P. 199—201.
12. Dyer J. L. Separating conjugates in free-by-finite groups // J. London Math. Soc. (2). 1979. Vol. 20, № 2. P. 215—221.
13. Dyer J. L. Separating conjugates in generalized free products and HNN extensions // J. Austral. Math. Soc. Ser. A. 1980. Vol. 29, № 1. P. 35—51.
14. Segal D. Decidable properties of polycycle groups // Proc. London Math. Soc. 1990. Vol. 61. P. 497—528.

УДК 512.543

Е. В. Соколов

ОБ ОТДЕЛИМОСТИ ПОДГРУПП ОГРАНИЧЕННЫХ РАЗРЕШИМЫХ ГРУПП

Статья представляет собой расширенную версию доклада, сделанного автором на заседании алгебраического семинара Ивановского государственного университета, посвященном 110-летию со дня рождения академика Анатолия Ивановича Мальцева. Описываются некоторые результаты А. И. Мальцева о финитной отделимости подгрупп и их аналоги для случая отделимости классом конечных π -групп. Указано применение этих результатов для исследования аппроксимационных свойств свободных конструкций групп.

Ключевые слова: отделимость подгрупп, аппроксимируемость конечными π -группами, аппроксимируемость нильпотентными группами, обобщенное свободное произведение, HNN-расширение.

E. V. Sokolov

ON THE SEPARABILITY OF SUBGROUPS OF BOUNDED SOLVABLE GROUPS

This paper is an extended version of the report made by the author at the meeting of the algebraic seminar of Ivanovo State University dedicated to the 110th birthday of academician Anatoly Ivanovich Mal'cev. Some results of A. I. Mal'cev on the finite separability of subgroups and their analogues for the case of separability by the class of finite π -groups are described. The application of these results for studying the residual properties of free constructions of groups is indicated.

Key words: subgroup separability, residual π -finiteness, residual nilpotence, generalized free product, HNN-extension.

1. Отделимость подгрупп ограниченных абелевых и ограниченных разрешимых групп

В 1958 году в Ученых записках Ивановского педагогического института была опубликована статья А. И. Мальцева «О гомоморфизмах на конечные группы» [3]. Известна она прежде всего потому, что в ней установлена связь между финитной аппроксимируемостью относительно того или иного предиката и разрешимостью соответствующей алгоритмической проблемы. Однако, значительная часть данной статьи посвящена изучению отделимости подгрупп.

Согласно данному А. И. Мальцевым определению подгруппа Y группы X называется *отделимой* в этой группе классом групп \mathcal{C} (или, короче, *\mathcal{C} -отделимой*), если для каждого элемента $x \in X \setminus Y$ найдется гомоморфизм σ группы X на группу из класса \mathcal{C} такой, что $x\sigma \notin Y\sigma$. Напомним, что отделимость классом всех конечных групп, как и аппроксимируемость этим классом, принято называть *финитной*.

Понятие \mathcal{C} -отделимости тесно связано с аппроксимируемостью классом \mathcal{C} . Во-первых, \mathcal{C} -аппроксимируемость группы X — это не что иное,

как \mathcal{C} -отделимость ее единичной подгруппы. Во-вторых, если класс \mathcal{C} замкнут относительно взятия гомоморфных образов, то \mathcal{C} -отделимость нормальной подгруппы Y равносильна \mathcal{C} -аппроксимируемости фактор-группы X/Y . Кроме того, отделимость тех или иных подгрупп часто оказывается одним из необходимых или достаточных условий аппроксимируемости группы, примеры этому будут приведены позже.

В статье [3] исследовался вопрос о том, при каких условиях для группы имеет место

Свойство (1). Все подгруппы группы являются финитно отделимыми.

Абелева группа обладает свойством (1) тогда и только тогда, когда в каждой ее фактор-группе все примарные компоненты периодической части имеют конечный период [3]. Однако, разрешимая группа, составленная из таких групп, т. е. имеющая субнормальный ряд, факторы которого обладают свойством (1), сама уже не обязана удовлетворять данному свойству; соответствующий пример приводится в [3, п. 4]. В связи с этим А. И. Мальцевым были введены понятия ограниченной абелевой и ограниченной разрешимой групп.

Абелеву группу будем называть *ограниченной*, если в каждой ее фактор-группе все примарные компоненты периодической части конечны. Разрешимая группа называется *ограниченной*, если она обладает субнормальным рядом с абелевыми ограниченными факторами. Справедлива

Теорема 1 [3]. *Каждая ограниченная разрешимая группа удовлетворяет свойству (1). Разрешимая группа без кручения обладает свойством (1) тогда и только тогда, когда она ограничена.*

Отметим, что поскольку всякий конечный гомоморфный образ разрешимой группы является конечной разрешимой группой, теорема 1 на самом деле утверждает не просто финитную отделимость всех подгрупп ограниченной разрешимой группы, а их отделимость классом конечных разрешимых групп.

Говорят, что группа имеет *конечный ранг Гирша–Зайцева*, если она обладает конечным субнормальным рядом, каждый фактор которого является периодической или бесконечной циклической группой.

Теорема 2. *Пусть группа X аппроксимируется ограниченными разрешимыми группами без кручения. Тогда каждая подгруппа группы X , имеющая конечный ранг Гирша–Зайцева, отделима в этой группе классом всех конечных разрешимых групп.*

Доказательство. Пусть \mathcal{C} — класс всех ограниченных разрешимых групп без кручения, Y — подгруппа группы X , имеющая конечный ранг Гирша–Зайцева, и $x \in X \setminus Y$ — произвольный элемент. Известно [3], что класс ограниченных разрешимых групп замкнут относительно взятия подгрупп и прямых произведений конечного числа сомножителей. Следовательно, тем же свойством обладает и класс \mathcal{C} . Это позволяет воспользоваться предложением 18 из [16], согласно которому в группе X найдется нормальная подгруппа Z , удовлетворяющая условиям $X/Z \in \mathcal{C}$ и $Z \cap Y = 1$. Отсюда в силу предложения 5 из [6] следует, что подгруппа Y \mathcal{C} -отделима

в X и, значит, существует гомоморфизм σ группы X на группу из класса \mathcal{C} такой, что $x\sigma \notin Y\sigma$. Пользуясь теоремой 1 и сделанным выше замечанием, отображение σ можно продолжить до гомоморфизма τ группы X на конечную разрешимую группу, переводящего x в элемент, не принадлежащий $Y\tau$. Следовательно, подгруппа Y отделима в X классом всех конечных разрешимых групп.

2. Отделимость подгрупп классом конечных π -групп

Рассмотрим теперь вопрос об отделимости подгрупп классом \mathcal{F}_π всех конечных π -групп, где π — некоторое непустое множество простых чисел. Не утверждается, что обязательно существуют простые числа, не принадлежащие π . Поэтому класс \mathcal{F}_π в общем случае может совпадать с классом всех конечных групп.

Напомним, что подгруппа Y группы X называется π' -изолированной в этой группе, если для каждого элемента $x \in X$ и для каждого простого числа $q \notin \pi$ из включения $x^q \in Y$ следует, что $x \in Y$.

Легко заметить, что если подгруппа является \mathcal{F}_π -отделимой, то она должна быть π' -изолированной. Отсюда следует, что если множество π содержит не все простые числа и группа X не является периодической, то уже заведомо не все подгруппы группы X оказываются \mathcal{F}_π -отделимыми. Поэтому свойство (1) имеет смысл переформулировать следующим образом.

Свойство (2) $_\pi$. Все π' -изолированные подгруппы группы \mathcal{F}_π -отделимы.

Отметим, что если π совпадает с множеством всех простых чисел, то каждая подгруппа оказывается π' -изолированной и свойство (2) $_\pi$ превращается в свойство (1).

Как и в случае финитной отделимости, удается доказать (см.: [5, теорема 1]), что абелева группа обладает свойством (2) $_\pi$ тогда и только тогда, когда в каждой ее фактор-группе все примарные компоненты, соответствующие числам из множества π , имеют конечный период (подчеркнем, что в «финитном» случае требование конечности периода распространялось на все компоненты периодической части, здесь же — только на компоненты, соответствующие числам из π). Однако, упоминавшийся выше пример из [3] показывает, что даже двуступенно нильпотентная группа, факторы центрального ряда которой обладают свойством (2) $_\pi$, сама данному условию может не удовлетворять. Поэтому имеет смысл определить понятия π -ограниченных абелевой, нильпотентной и разрешимой групп следующим образом.

Будем говорить, что абелева группа π -ограничена, если в каждой ее фактор-группе все примарные компоненты периодической части, соответствующие числам из множества π , конечны. Разрешимые и нильпотентные группы будем называть π -ограниченными, если они обладают соответственно субнормальными и центральными рядами с π -ограниченными абелевыми факторами. Очевидно, что если π совпадает с множеством всех простых чисел, то π -ограниченные абелевы и разрешимые группы становятся ограниченными в смысле А. И. Мальцева. Для единообразия π -ог-

раниченную нильпотентную группу в этом случае будем называть просто *ограниченной нильпотентной*.

Используя идеи статьи [3], удастся доказать следующее утверждение.

Теорема 3 [5, теорема 3, следствие 1]. *Произвольная π -ограниченная нильпотентная группа удовлетворяет свойству $(2)_\pi$. Нильпотентная группа без кручения обладает свойством $(2)_\pi$ тогда и только тогда, когда она является π -ограниченной.*

Как и выше, легко заметить, что теорема 3 на самом деле утверждает отделимость π' -изолированных подгрупп π -ограниченной нильпотентной группы не только классом всех конечных π -групп, но и классом конечных нильпотентных π -групп. Аналог теоремы 2 также имеет место и представляет собой частный случай теоремы 2 из [6].

Теорема 4. *Пусть группа X аппроксимируется π -ограниченными нильпотентными группами без кручения. Тогда каждая π' -изолированная подгруппа группы X , имеющая конечный ранг Гирша–Зайцева, отделима в этой группе классом всех конечных нильпотентных π -групп.*

Отметим, что для π -ограниченных разрешимых групп теоремы 3 и 4 неверны. Даже в сверхразрешимой группе без кручения π' -изолированность уже необязательно равносильна отделимости конечными π -группами (см.: [5]).

3. Первое направление использования теорем 1–4

Теперь укажем, как описанные выше свойства ограниченных разрешимых и нильпотентных групп используются при исследовании аппроксимируемости свободных конструкций групп.

Пусть P — свободное произведение некоторых групп A и B с объединенной подгруппой U . Если подгруппа U нормальна в свободных множителях A и B , то она нормальна в P и потому можно рассмотреть группу $\text{Aut}_P(U)$, составленную из ограничений на подгруппу U всех внутренних автоморфизмов группы P . Аппроксимируемость последней удастся полностью исследовать при тех или иных дополнительных ограничениях, накладываемых на группу $\text{Aut}_P(U)$ (см.: [9–16]). Здесь рассматривается ситуация, когда эта группа является абелевой или совпадает с одной из своих подгрупп $\text{Aut}_A(U)$, $\text{Aut}_B(U)$, состоящих из ограничений на подгруппу U внутренних автоморфизмов групп A и B соответственно.

Следующее утверждение представляет собой частный случай теоремы 1 из [9].

Теорема 5. *Пусть $U \trianglelefteq P$, $A \neq U \neq B$ и группа $\text{Aut}_P(U)$ является абелевой или совпадает с одной из подгрупп $\text{Aut}_A(U)$, $\text{Aut}_B(U)$. Пусть также*

$$\Omega = \{(R, S) \mid R \trianglelefteq A, S \trianglelefteq B, A/R \in \mathcal{F}_\pi, B/S \in \mathcal{F}_\pi, R \cap U = S \cap U\}.$$

Группа P \mathcal{F}_π -аппроксимируема тогда и только тогда, когда

- 1) подгруппа U \mathcal{F}_π -отделима в группах A и B ;
- 2) справедливы равенства $\bigcap_{(R,S) \in \Omega} R = 1 = \bigcap_{(R,S) \in \Omega} S$.

Теорема 5 дает критерий \mathcal{F}_π -аппроксимируемости группы P , однако, его применение в конкретной ситуации сопряжено с определенными сложностями. Как легко догадаться, особенную трудность вызывает описание семейства Ω , хотя непростой задачей является и доказательство отделимости подгруппы U . Если же потребовать, чтобы свободные множители были π -ограниченными нильпотентными группами, то от условия 2 удастся избавиться полностью, а условие 1, благодаря теореме 3, превращается в требование π' -изолированности, которое для конкретной группы проверить гораздо проще. В результате, получаем следующее утверждение, служащее частным случаем теоремы 3 из [9].

Теорема 6. Пусть $U \trianglelefteq P$, $A \neq U \neq B$ и группа $\text{Aut}_P(U)$ является абелевой или совпадает с одной из подгрупп $\text{Aut}_A(U)$, $\text{Aut}_B(U)$. Если A и B — π -ограниченные нильпотентные группы, то группа P \mathcal{F}_π -аппроксимируема тогда и только тогда, когда подгруппа U π' -изолирована в группах A и B .

Приведем еще один пример, на этот раз для конструкции HNN-расширения. Пусть далее E — HNN-расширение некоторой нециклической группы G с бесконечными циклическими связанными подгруппами H и K , лежащими в центре базовой группы. Из теорем 3 и 4 работы [8] вытекает

Теорема 7. Пусть группа G \mathcal{F}_π -аппроксимируема. Если $H \cap K \neq 1$, то группа E \mathcal{F}_π -аппроксимируема тогда и только тогда, когда

- 1) подгруппы H и K \mathcal{F}_π -отделимы в группе G ;
- 2) фактор-группы $H/H \cap K$ и $K/H \cap K$ имеют одинаковые порядки;
- 3) $2 \in \pi$, если только подгруппа $H \cap K$ не лежит в центре группы E .

Если $H \cap K = 1$ и

$$\Omega = \{N \mid N \trianglelefteq G, G/N \in \mathcal{F}_\pi, \exists n \in \mathbb{Z}^+ N \cap HK = (HK)^n\},$$

то группа E \mathcal{F}_π -аппроксимируема тогда и только тогда, когда

$$\bigcap_{N \in \Omega} HN = H \quad \text{и} \quad \bigcap_{N \in \Omega} KN = K.$$

Как и выше, наибольшую трудность в применении этой теоремы представляет описание семейства Ω и проверка равенства H и K указанным пересечениям. Если же потребовать, чтобы группа G являлась ограниченной или аппроксимировалась ограниченными группами без кручения, то, используя ту же схему рассуждений, что и при доказательстве следствий 2, 3 из [8], можно получить достаточно простые критерии финитной и \mathcal{F}_π -аппроксимируемости группы E , которые содержат

Теорема 8. Если группа G является ограниченной разрешимой или аппроксимируется ограниченными разрешимыми группами без кручения, то группа E финитно аппроксимируема тогда и только тогда, когда фактор-группы $H/H \cap K$ и $K/H \cap K$ имеют одинаковые порядки.

Если группа G является π -ограниченной нильпотентной или аппроксимируется π -ограниченными нильпотентными группами без кручения, то группа E \mathcal{F}_π -аппроксимируема тогда и только тогда, когда

- 1) подгруппы 1 , H и K π' -изолированы в группе G ;
- 2) фактор-группы $H/H \cap K$ и $K/H \cap K$ имеют одинаковые порядки;
- 3) $2 \in \pi$, если только подгруппа $H \cap K$ не лежит в центре группы E .

Таким образом, первое направление применения теорем 1–4 — это получение конкретных следствий утверждений общего характера, условия которых без дополнительных предположений проверить затруднительно. Подобных примеров к настоящему времени имеется достаточно много (см.: [7–9]).

4. Второе направление использования теорем 1–4

Пусть снова P — свободное произведение некоторых групп A и B с объединенной подгруппой U . Справедливы следующие два утверждения.

Предложение 1 [1]. Пусть A и B — локально нильпотентные группы, $A \neq U \neq B$. Если группа P нильпотентно аппроксимируема, то подгруппа U $\{p\}'$ -изолирована в группах A и B для некоторого простого числа p .

Предложение 2 [17]. Пусть U — циклическая подгруппа, p — простое число, \mathcal{F}_p — класс всех конечных p -групп. Если группы A и B \mathcal{F}_p -аппроксимируемы и подгруппа U \mathcal{F}_p -отделима в них, то группа P \mathcal{F}_p -аппроксимируема.

Как известно, любая конечная p -группа нильпотентна, поэтому предложение 1 дает необходимое, а предложение 2 — достаточное условие нильпотентной аппроксимируемости группы P . В общем случае дистанция между этими двумя условиями достаточно велика, но если потребовать, чтобы группы A и B были ограниченными нильпотентными, то отделимость и аппроксимируемость конечными p -группами ввиду теоремы 3 окажутся равносильными $\{p\}'$ -изолированности и мы получим

Предложение 3. Пусть A и B — ограниченные нильпотентные группы, U — циклическая подгруппа и $A \neq U \neq B$.

Если группа P нильпотентно аппроксимируема, то подгруппа U $\{p\}'$ -изолирована в группах A и B для некоторого простого числа p .

Если подгруппы 1 и U $\{p\}'$ -изолированы в группах A и B для некоторого простого числа p , то группа P нильпотентно аппроксимируема.

Таким образом, «зазор» между необходимым и достаточным условиями становится совсем небольшим и его удается ликвидировать, причем в более общей ситуации.

Теорема 9. Пусть подгруппа U представляет собой локально циклическую группу или лежит в центре хотя бы одной из групп A , B и имеет конечный ранг. Пусть также каждая из групп A , B является ограниченной нильпотентной или аппроксимируется ограниченными нильпотентными группами без кручения.

Если подгруппа U $\{p\}'$ -изолирована в группах A и B для некоторого простого числа p , то группа P нильпотентно аппроксимируема.

Если группы A и B локально нильпотентны, то из нильпотентной аппроксимируемости группы P следует, что подгруппа U $\{p\}'$ -изолирована в группах A и B для некоторого простого числа p .

При тех же ограничениях на объединенную подгруппу удается получить и критерий аппроксимируемости группы P конечными нильпотентными π -группами для любого непустого множества простых чисел π .

Теорема 10. Пусть подгруппа U представляет собой локально циклическую группу или лежит в центре хотя бы одной из групп A , B и имеет конечный ранг. Пусть также группы A и B являются π -ограниченными нильпотентными. Группа P аппроксимируется конечными нильпотентными π -группами тогда и только тогда, когда единичная подгруппа π' -изолирована в группах A и B , а подгруппа $U \{p\}'$ -изолирована в группах A и B для некоторого простого числа $p \in \pi$.

Таким образом, второе направление применения полученных результатов об отделимости подгрупп, в первую очередь теорем 3 и 4, состоит в отыскании критериев нильпотентной аппроксимируемости, основанных на уже известных достаточных условиях аппроксимируемости конечными p -группами. Актуальность подобных исследований объясняется тем, что аппроксимируемость конечными p -группами изучена значительно лучше, чем аппроксимируемость произвольными нильпотентными группами. Отметим также, что известен аналог предложения 1 для HNN-расширений [4, 18] и его обобщение на случай фундаментальных групп произвольных графов групп [2]. Поэтому, несмотря на то, что результатов в описанном направлении получено еще довольно мало, оно представляется весьма перспективным.

Библиографический список

1. Азаров Д. Н., Иванова Е. А. К вопросу о нильпотентной аппроксимируемости свободного произведения с объединением локально нильпотентных групп // Научные труды Ивановского государственного университета. Математика. 1999. Вып. 2. С. 5–7.
2. Куваев А. Е. Необходимые условия нильпотентной аппроксимируемости некоторых теоретико-групповых конструкций // Сибирский математический журнал. 2019. Т. 60, № 6. С. 1335–1349.
3. Мальцев А. И. О гомоморфизмах на конечные группы // Ученые записки Ивановского государственного педагогического института. 1958. Т. 18. С. 49–60.
4. Савельичева Н. С., Соколов Е. В. Одно необходимое условие нильпотентной аппроксимируемости HNN-расширения нильпотентной группы // Вестник Ивановского государственного университета. Сер.: Естественные, общественные науки. 2015. Вып. 2. С. 64–68.
5. Соколов Е. В. Об отделимости подгрупп нильпотентных групп в классе конечных π -групп // Сибирский математический журнал. 2014. Т. 55, № 6. С. 1381–1390.
6. Соколов Е. В. Об отделимости подгрупп нильпотентно аппроксимируемых групп в классе конечных π -групп // Сибирский математический журнал. 2017. Т. 58, № 1. С. 219–229.
7. Соколов Е. В., Туманова Е. А. Достаточные условия аппроксимируемости некоторых обобщенных свободных произведений корневыми классами групп // Сибирский математический журнал. 2016. Т. 57, № 1. С. 171–185.
8. Соколов Е. В., Туманова Е. А. Аппроксимируемость корневыми классами HNN-расширений с центральными циклическими связанными подгруппами // Математические заметки. 2017. Т. 102, № 4. С. 597–612.
9. Соколов Е. В., Туманова Е. А. Об аппроксимируемости корневыми классами некоторых свободных произведений групп с нормальными объединенными подгруппами // Известия высших учебных заведений. Математика. 2020. № 3. С. 48–63.
10. Туманова Е. А. Об аппроксимируемости конечными π -группами обобщенных свободных произведений с нормальным объединением // Математика и ее приложения. Журнал Ивановского математического общества. 2012. Вып. 9. С. 91–94.
11. Туманова Е. А. Об аппроксимируемости конечными группами обобщенных свободных произведений групп // Чебышевский сборник. 2012. Т. 13, № 1. С. 150–152.

12. Туманова Е. А. К вопросу об аппроксимируемости корневыми классами групп обобщенных свободных произведений с нормальным объединением // Математика и ее приложения. Журнал Ивановского математического общества. 2013. Вып. 10. С. 61–64.
13. Туманова Е. А. Некоторые условия аппроксимируемости корневыми классами групп обобщенных свободных произведений с нормальной объединенной подгруппой // Чебышевский сборник. 2013. Т. 14, № 3. С. 134–141.
14. Туманова Е. А. Аппроксимируемость корневыми классами свободных конструкций групп : дис. . . . канд. физ.-мат. наук. Иваново, 2014.
15. Туманова Е. А. Об аппроксимируемости конечными π -группами обобщенных свободных произведений групп // Математические заметки. 2014. Т. 95, № 4. С. 605–614.
16. Туманова Е. А. Об аппроксимируемости корневыми классами групп обобщенных свободных произведений с нормальным объединением // Известия высших учебных заведений. Математика. 2015. № 10. С. 27–44.
17. Kim G., McCarron J. On amalgamated free products of residually p -finite groups // Journal of Algebra. 1993. Vol. 162, № 1. P. 1–11.
18. Sokolov E. V. A necessary condition for the residual nilpotence of HNN-extensions // Lobachevskii Journal of Mathematics. 2018. Vol. 39, № 2. P. 281–285.

УДК 510.5

Б. Я. Солон

СЛАБО ТОТАЛЬНЫЕ И КО-ТОТАЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ И ЧАСТИЧНЫЕ СТЕПЕНИ

В статье рассматриваются новые понятия слабой тотальности и ко-тотальности функций и степеней перечислимости таких функций. Впервые данные понятия, примененные к множествам, были рассмотрены автором в 2005 году. Недавно группа американских математиков обратилась к теме ко-тотальных множеств и степеней перечислимости ввиду того, что наиболее фундаментальным понятием в различных приложениях является свойство ко-тотальности.

Ключевые слова: операторы перечисления, частично вычислимые операторы, частичные степени, тотальные функции, ко-тотальные функции.

B. Ya. Solon

WEAKLY TOTAL AND COTOTAL FUNCTIONS AND PARTIAL DEGREES

The article deals with new notions of weak totality and cototality of functions and enumeration degrees of such functions. For the first time, these notions applied to sets were considered by the author in 2005. Recently, a group of American mathematicians referred to the topic of cototal sets and enumeration degrees in view of the fact that the most fundamental concept in various applications is the property of cototality.

Key words: enumeration operators, partial recursive operators, partial degrees, total functions, cototal functions.

Мы будем использовать понятия и терминологию, которые приняты в монографии [7]. Пусть $\omega = \{0, 1, 2, \dots\}$ — множество натуральных

чисел; A, B, \dots, X, Y (с индексами или без) — подмножества ω . Пусть, как обычно, $\langle x, y \rangle$ — канторовский номер упорядоченной пары (x, y) . Если z — канторовский номер пары (x, y) , то пусть $\langle z \rangle_1 = x$ и $\langle z \rangle_2 = y$. Пусть PF — множество одноместных частичных арифметических функций. Для данной частичной функции α обозначим через $dom \alpha$, $ran \alpha$ и $graph \alpha = \{\langle x, \alpha(x) \rangle : x \in dom \alpha\}$ область определения, множество значений и график α , соответственно. Будем писать $\alpha(x) \downarrow$, если $x \in dom \alpha$, и $\alpha(x) \uparrow$ — в противном случае. Для обозначения частичных функций из PF будем использовать малые греческие буквы начала алфавита: $\alpha, \beta, \gamma, \dots$. Для данных частичных функций α и β через $\alpha \oplus \beta$ обозначим сочленение функций α и β . Пусть $\chi_A(x)$ — частичная характеристическая функция множества A с графиком $\{\langle x, 0 \rangle : x \in A\}$ и $c_A(x)$ — характеристическая функция множества A с графиком $\{\langle x, 1 \rangle : x \in A\} \cup \{\langle x, 0 \rangle : x \notin A\}$. Мы ограничим использование символов f, g, h только для обозначения *тотальных* функций, т. е. таких, что $dom f = \omega$. Множество тотальных функций обозначим через TF . Будем писать $\alpha \subseteq \beta$, если $graph \alpha \subseteq graph \beta$. Термин *функциональный оператор* мы будем использовать в случае однозначных отображений $PF \rightarrow PF$ (не обязательно всюду определенных). Пусть, как обычно, $\Phi_z(X) = \{x : (\exists u)[\langle x, u \rangle \in W_z \ \& \ D_u \subseteq X]\}$ — результат применения е-оператора с геделевым номером z к множеству X .

Определение 1. Функциональный оператор Ψ называется *частично вычислимым* (ч. в.) [в терминологии Х. Роджерса — *частично рекурсивным*], если он определяется некоторым е-оператором Φ_z , т. е. для любых $\alpha, \beta \in PF$

$$\alpha = \Psi(\beta) \iff (\exists z)[graph \alpha = \Phi_z(graph \beta)].$$

Частичность функционального оператора Ψ , определяемого некоторым е-оператором Φ_z , состоит в том, что если даже $\alpha = \Psi(\beta)$, то это не гарантирует, что множество $\Psi(\gamma)$ является графиком некоторой функции для любой $\gamma \in PF$.

Определение 2. Ч. в. оператор Ψ называется *вычислимым* (в.) [в терминологии Х. Роджерса — *рекурсивным*], если он определяется таким е-оператором Φ_z , что функциональный оператор $\Psi : PF \rightarrow PF$ является всюду определенным.

Пусть $\{\Phi_z\}_{z \in \omega}$ — эффективное перечисление всех е-операторов и $\psi \in PF$. Введем в рассмотрение множество $K_\psi = \{\langle z, x \rangle : x \in \Phi_z(\psi)\}$. Легко проверить, что $graph \psi \equiv_e K_\psi$ для любой $\psi \in PF$.

Определение 3. Введем операцию *skip* на функциях: $\psi^\diamond = \chi_{\overline{K_\psi}}$ для любой $\psi \in PF$.

Определение 4. Введем операцию *е-скачка* на функциях: $\psi^{je} = \chi_{K_\psi} \oplus \chi_{\overline{K_\psi}}$ для любой $\psi \in PF$.

Термин «скип» мы позаимствовали из работы [4], где он применялся для аналогичной операции на множествах. Подробнее о скипах функций будет сказано ниже. Операция е-скачка для множеств была введена в статье [6], здесь мы адаптировали данную операцию для функций.

Введем обозначения: PC — множество всех ч.в. операторов; C — множество всех в. операторов. Будем говорить, что α *e-сводится к* (*се-сводится к*) β и писать $\alpha \leq_e \beta$ ($\alpha \leq_{ce} \beta$), если $\alpha = \Psi(\beta)$ для некоторого $\Psi \in PC$ ($\Psi \in C$). В статье будут рассмотрены две сводимости на PF :

$$\alpha \leq_e \beta \Leftrightarrow (\exists \Psi \in PC)[\alpha = \Psi(\beta)] \quad \text{и}$$

$$\alpha \leq_{ce} \beta \Leftrightarrow (\exists \Psi \in C)[\alpha = \Psi(\beta)].$$

Ранее эти сводимости были детально изучены в статье М. Г. Розинаса [2].

Как обычно, пусть $deg_e \alpha = \{\gamma : \gamma \equiv_e \alpha\}$ — функциональная *e-степень* или *частичная степень* функции α и $deg_{ce} \alpha = \{\gamma : \gamma \equiv_{ce} \alpha\}$ — *се-степень* функции α . Пусть L_e — ч.у. множество частичных степеней и L_{ce} — ч.у. множество се-степеней.

Легко видеть, что скип и е-скачок инвариантны в частичной степени (т. е. если $\varphi \equiv_e \psi$, то $\varphi^\diamond \equiv_e \psi^\diamond$ и $\varphi^{je} \equiv_e \psi^{je}$), поэтому они индуцируют соответствующие операторы на *e-степенях*. Мы используем \mathbf{a}^\diamond для обозначения скипа и \mathbf{a}' для обозначения е-скачка частичной степени \mathbf{a} . Обозначим через $\mathbf{0}$ частичную степень, состоящую из всех частично вычислимых функций, и через $\mathbf{0}'$ — е-скачок степени $\mathbf{0}$. Известно, что $\chi_{\overline{K_\psi}} \in \mathbf{0}'$.

Нам понадобятся следующие простые утверждения о соотношениях между сводимостями \leq_e и \leq_{ce} .

Предложение 1.

- (i) $\forall \alpha \forall f [\alpha \leq_e f \Leftrightarrow \alpha \leq_{ce} f]$.
(ii) $\forall A, B [A \leq_e B \Leftrightarrow \chi_A \leq_e \chi_B \Leftrightarrow \chi_A \leq_{ce} \chi_B]$.

Доказательство.

- (i) \Rightarrow : Очевидно, что $\alpha \leq_{ce} f \rightarrow \alpha \leq_e f$.

\Leftarrow : Пусть $\alpha \leq_e f$, тогда существует частично вычислимый оператор Ψ такой, что $\alpha = \Psi(f)$. В этом случае по основной теореме об операторах [7, с. 195] существует вычислимый оператор Ψ_0 такой, что

$$\forall g [g \in \text{dom } \Psi \rightarrow \Psi_0(g) = \Psi(g)].$$

В частности, для нашего случая имеем $\alpha = \Psi_0(f) = \Psi(f)$, следовательно, $\alpha \leq_{ce} f$.

(ii) \Rightarrow : Пусть $\chi_A = \Phi(\chi_B)$ для некоторого *e-оператора* Φ . Определим два *e-оператора* H_1 и H_2 :

$$H_1(X) = \{\langle \langle x \rangle_1, 0 \rangle : x \in X\};$$

$$H_2(X) = \{\langle x, 0 \rangle : \langle x, y \rangle \in X\}$$

для всех $x, y \in \omega$ и $X \subseteq \omega$. Пусть $\Psi = H_1 * \Phi * H_2$. Ясно, что Ψ — функциональный оператор, определяемый *e-оператором*, представляющим собой композицию *e-операторов* H_1, Φ, H_2 . Следовательно, Ψ — частично вычислимый оператор. Докажем, что Ψ — вычислимый оператор. Рассмотрим произвольную функцию α и применим к ней оператор Ψ :

$$\begin{aligned} \Psi(\alpha) &= H_1 * \Phi * H_2(\alpha) = H_1 * \Phi(\{\langle x, 0 \rangle : \langle x, y \rangle \in \text{dom } \alpha\}) = \\ &= \{\langle \langle x \rangle_1, 0 \rangle : x \in \Phi(\{\langle x, 0 \rangle \in \text{dom } \alpha\})\} = \beta, \end{aligned}$$

где, очевидно, β — некоторая функция. Итак, Ψ всюду определен на PF , поэтому Ψ — вычислимый оператор. Кроме того, из определения следует,

что $\chi_A = \Psi(\chi_B)$. Это означает, что $\chi_A \leq_{ce} \chi_B$. Заметим, что для любого множества X имеем $X \equiv_e \chi_X$, поэтому $\chi_A \leq_{ce} \chi_B \rightarrow \chi_A \leq_e \chi_B \rightarrow A \leq_e B$.

\Leftarrow : Пусть $A = \Phi(B)$ для некоторого e -оператора Φ . Определим два e -оператора Θ_1 и Θ_2 :

$$\begin{aligned} x \in \Theta_1(X) &\Leftrightarrow \langle x, 0 \rangle \in X; \\ \langle x, y \rangle \in \Theta_2(X) &\Leftrightarrow x \in X \wedge y = 0. \end{aligned}$$

Ясно, что $H = \Theta_2 * \Phi * \Theta_1$ — e -оператор, определяющий вычислимый оператор. Непосредственно проверяется, что $\chi_A = H(\chi_B)$, следовательно, $\chi_A \leq_{ce} \chi_B$. Предложение доказано.

Множество частичных степеней, содержащих хотя бы одну тотальную функцию, обозначим через D_{TF} . Будем называть частичные степени из D_{TF} *тотальными частичными степенями*.

Предложение 2. $\forall \psi[\psi \in TF \rightarrow \psi \equiv_e c_{graph} \psi]$.

Доказательство. Пусть $\psi \in TF$, тогда $dom \psi = \omega$ и

$$c_{graph} \psi = \{(\langle x, \psi(x) \rangle, 1) : x \in \omega\} \cup \{(\langle x, y \rangle, 0) : x \in \omega \wedge y \neq \psi(x)\}.$$

Ясно, что в этом случае $\psi \leq_e c_{graph} \psi$ и $c_{graph} \psi \leq_e \psi$.

Заметим, что обратное утверждение неверно. Например, пусть $\psi(0) \uparrow$ и $\psi(x) = 0$ для всех $x \neq 0$. Тогда $\psi \notin TF$. В то же время оба множества $graph \psi$ и $c_{graph} \psi$ вычислимы и, следовательно, e -эквивалентны. В этом случае имеет место e -эквивалентность функций $\psi \equiv_e c_{graph} \psi$. В общем случае имеем $\psi \leq_e c_{graph} \psi$ и $c_{graph} \psi \not\leq_e \psi$.

Авторы статьи [4] впервые всесторонне рассмотрели понятие тотальности множеств и степеней, которое появилось вполне естественно вместе с понятием e -сводимости, и понятие ко-тотальности, которое впервые использовалось (как термин) в тезисах А. В. Панкратьева [1] и было изучено более широко в статьях автора [3, 8]. В [4] для множеств была введена система терминов, характеризующих различные уровни “ко-тотальности” множеств — это *граф-кототальность*, *ко-тотальность* и *слабая ко-тотальность*. Выяснилось, что в работах [1, 3, 8] изучались в этой терминологии свойства граф-кототальных множеств и степеней, и что все приведенные классы множеств различны. Авторы утверждают, что наиболее фундаментальным в различных приложениях является свойство ко-тотальности. Приведем для сведения определения данных свойств из [4].

Пусть $A \subseteq \omega$. Множество A называется *тотальным*, если $\overline{A} \leq_e A$, множество A называется *ко-тотальным*, если наоборот $A \leq_e \overline{A}$, множество A называется *граф-кототальным*, если $A = graph f$ для некоторой функции $f \in TF$, и, наконец, множество A называется *слабо ко-тотальным*, если $\overline{A} \equiv_e graph g$ для некоторой функции $g \in TF$.

В [3] доказано, что для каждой тотальной e -степени \mathbf{b} выше $\mathbf{0}'$ существует граф-кототальная квазиминимальная e -степень \mathbf{a} такая, что $\mathbf{a}' = \mathbf{b}$. Это усиливает результат Макэвоя [6], который доказал, что квазиминимальные e -степени имеют все возможные e -скачки. Заметим, что все три результата из [3, 8] также можно рассматривать как обобщения построенной Гаттериджем квазиминимальной граф-кототальной e -степени [5].

В [4] доказано, что

$$\begin{aligned} \text{граф-кототальность} &\Rightarrow \text{ко-тотальность} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \text{слабая ко-тотальность}, \end{aligned}$$

причем никаких обратных импликаций нет.

В этой статье предпринята попытка перенести данные понятия на функции и частичные степени. Легко проверить, что определение тотального множества A , как множества, для которого выполнено $\bar{A} \leq_e A$, позволяет доказать, что

$$A \text{ — тотально} \Leftrightarrow A \equiv_e A \oplus \bar{A}.$$

Эта эквивалентность не проходит для случая тотальных функций, о чем было сказано выше. Мы введем новое понятие слабо тотальной функции, которое максимально соответствует множественному аналогу.

Пусть ψ — данная частичная функция, обозначим через $\psi^\sigma(x)$ частичную функцию, которая не определена для $x \in \text{dom } \psi$ и равна нулю для $x \in \overline{\text{dom } \psi}$.

Определение 5. Функция ψ называется *слабо тотальной*, если $\psi^\sigma \leq_e \psi$.

Обозначим через WTF (weakly total function) множество всех слабо тотальных функций и через D_{WTF} множество частичных степеней, содержащих хотя бы одну слабо тотальную функцию.

Предложение 3.

- (i) $\forall \psi[\psi \in TF \rightarrow \psi \in WTF]$.
- (ii) $\forall \psi[\overline{\text{dom } \psi} \text{ — в. н.} \rightarrow \psi \in WTF]$.
- (iii) $\forall \psi[\psi \in WTF \rightarrow \psi \equiv_e c_{\text{graph } \psi}]$.

Доказательство.

(i) Если $\text{dom } \psi = \omega$, то $\text{dom } \psi^\sigma = \emptyset$. В этом случае тривиально $\psi^\sigma \leq_e \psi$ и поэтому ψ — слабо тотальная функция.

(ii) Пусть $\overline{\text{dom } \psi} \neq \emptyset$ — вычислимо перечислимое множество, тогда ψ^σ — частично вычисляемая функция. В этом случае $\psi^\sigma \leq_e \psi$, следовательно, $\psi \in WTF$.

(iii) Пусть $\psi \in WTF$, тогда $\psi^\sigma \leq_e \psi$. Выпишем элементы графика характеристической функции множества $\text{graph } \psi$:

$$\begin{aligned} c_{\text{graph } \psi} = &\{(\langle x, \psi(x) \rangle, 1) : x \in \text{dom } \psi\} \cup \{(\langle x, y \rangle, 0) : x \in \text{dom } \psi^\sigma\} \cup \\ &\cup \{(\langle x, y \rangle, 0) : x \in \text{dom } \psi \wedge y \neq \psi(x)\}. \end{aligned}$$

Тогда ясно с учетом нашего предположения, что $\psi \leq_e c_{\text{graph } \psi}$ и $c_{\text{graph } \psi} \leq_e \psi$.

Теорема 1. $D_{TF} = D_{WTF}$.

Доказательство. Пусть $\psi \in WTF$, тогда по предложению 3 (iii) $\psi \equiv_e c_{\text{graph } \psi}$. Это означает, что $D_{TF} \supseteq D_{WTF}$. Обратно, предложение 3 (i) утверждает, что любая тотальная функция является ко-тотальной. Следовательно, $D_{TF} \subseteq D_{WTF}$.

Следующее определение является аналогом понятия ко-тотального множества.

Определение 6. Функция $\psi \in PF$ называется *ко-тотальной*, если $\psi \leq_e \psi^\sigma$.

Обозначим через CTF (cototal function) множество всех ко-тотальных функций и через D_{CTF} множество частичных степеней, содержащих хотя бы одну ко-тотальную функцию.

Определение 7. Функция $\psi \in PF$ называется *слабо ко-тотальной*, если $\psi^\sigma \equiv_e g$ для некоторой тотальной функции g .

Обозначим через $WCTF$ (weakly cototal function) множество всех слабо ко-тотальных функций и через D_{WCTF} множество частичных степеней, содержащих хотя бы одну слабо ко-тотальную функцию.

Предложение 4.

- (i) $\forall \psi [deg_e \psi \in D_{CTF} \Leftrightarrow \psi \leq_e \psi^\sigma]$.
- (ii) $\forall \psi [\psi \in CTF \rightarrow \psi \in WCTF]$.
- (iii) *Существуют частичные функции, которые не являются слабо ко-тотальными функциями.*
- (iv) $(\forall \psi \in CTF)(\forall \varphi)[\varphi \leq_e \psi \rightarrow \varphi^\sigma \leq_e \psi^\sigma]$.

Доказательство.

(i) Если $\psi \in CTF$, то $\psi \leq_e \psi^\sigma$. Поэтому имеем $\psi \leq_e \overline{K_\psi} \leq_e \chi_{\overline{K_\psi}} = \psi^\sigma$.
Итак, $\psi \leq_e \psi^\sigma$.

Обратно, если $\psi \leq_e \psi^\sigma$, то $\chi_{K_\psi} \equiv_e K_\psi \equiv_e \psi \leq_e \chi_{\overline{K_\psi}}$. Имеем в результате, что функция $\zeta = \chi_{K_\psi} \equiv_e \psi$ и $\zeta \leq_e \zeta^\sigma$, т. е. ζ является ко-тотальной функцией.

(ii) Пусть $\psi \in CTF$, тогда $\psi \leq_e \psi^\sigma$, поэтому $\psi \oplus \psi^\sigma \leq_e \psi^\sigma$. С другой стороны, очевидно, что $\psi \oplus \psi^\sigma \geq_e \psi^\sigma$, поэтому $\psi \oplus \psi^\sigma \equiv_e \psi^\sigma$. Введем функцию g такую, что $g(x) = \psi(x) + 1$, если $x \in dom \psi$, и $g(x) = 0$, если $x \in \overline{dom \psi}$. Очевидно, что g — тотальная функция. Кроме того, можно построить алгоритм для вычисления значений функции $g(x)$, используя перечисление графика функции $\psi \oplus \psi^\sigma$. Это означает, что $g \leq_e \psi \oplus \psi^\sigma$. Непосредственно из определения функции $g(x)$ следует, что $g \geq_e \psi \oplus \psi^\sigma$. Следовательно, $\psi \in WCTF$.

(iii) Ниже (см. определение 8) дано понятие квазиминимальной частичной степени. Впервые это понятие появилось в диссертации Гаттериджа [5]. С помощью конструкции Гаттериджа можно построить квазиминимальную функцию ψ такую, что ψ^σ также является квазиминимальной функцией. Если предположить, что ψ является слабо ко-тотальной, то $\psi^\sigma \equiv_e g$ для некоторой тотальной функции g , т. е. $deg_e \psi^\sigma$ является тотальной е-степенью. Из определения квазиминимальной е-степени следует, что она должна быть нетотальной. Итак, функция ψ не является слабо ко-тотальной.

Отсюда следует, в частности, что существуют и не ко-тотальные функции. Впрочем, можно привести тривиальные примеры не ко-тотальных, но слабо ко-тотальных функций. Пусть f — любая тотальная невычислимая функция, тогда $f^\sigma = \emptyset$ и в случае $f \leq_e f^\sigma$ получаем, что f — вычислимая функция. В то же время $f^\sigma = \emptyset \equiv_e g$, где g — некоторая тотальная вычислимая функция. Итак, имеем пример не ко-тотальной, сла-

бо тотальной функции. Аналогично доказывается, что невычислимая частичная функция ψ такая, что $\overline{dom \psi}$ — в. п. множество, является не ко-тотальной, слабо ко-тотальной функцией.

(iv) Следует непосредственно из определения 3.

Определение 8. Частичная степень (се-степень) $deg_e \psi \neq \mathbf{0}$ называется *квазиминимальной*, если

$$\forall f[f \leq_e \psi \rightarrow f \text{ — вычислимая функция}].$$

Теорема 2. Любая тотальная частичная степень $\mathbf{a} \geq \mathbf{0}'$ содержит ко-тотальную функцию ψ такую, что $deg_e \psi$ — квазиминимальная частичная степень.

Доказательство. В статье [3] доказана теорема, сформулированная в терминах множеств: любая тотальная е-степень $\mathbf{a} \geq \mathbf{0}'$ содержит тотальную функцию f такую, что $\overline{graph f}$ принадлежит квазиминимальной е-степени. Теорема 2 не является прямым следствием процитированной теоремы, но ее доказательство можно трансформировать в доказательство теоремы 2.

Замечание. Определения слабо тотальной функции, ко-тотальной и слабо кототальной функции можно дать в более общем виде. В данной статье этот подход не исследуется, однако, эти определения приведем ниже с сохранением соответствующих терминов.

Пусть ψ — данная частичная функция, обозначим через $\psi_f^\sigma(x)$ частичную функцию, которая не определена для $x \in \overline{dom \psi}$ и удовлетворяет равенству $\psi_f^\sigma(x) = f(x)$ для $x \in \overline{dom \psi}$, где f — некоторая тотальная функция такая, что $\psi \subseteq f$ и $f \leq_e \psi$.

Определение 5'. Функция ψ называется *слабо тотальной*, если $\psi_f^\sigma \leq_e \psi$ для некоторой тотальной функции f такой, что $\psi \subseteq f$ и $f \leq_e \psi$.

Определение 6'. Функция ψ называется *ко-тотальной*, если $\psi \leq_e \psi_f^\sigma$ для некоторой тотальной функции f такой, что $\psi \subseteq f$ и $f \leq_e \psi$.

Определение 7'. Функция ψ называется *слабо ко-тотальной*, если $(\exists g \in TF)[\psi_f^\sigma \equiv_e g]$ для некоторой тотальной функции f такой, что $\psi \subseteq f$ и $f \leq_e \psi$.

Библиографический список

1. Панкратьев А. В. Исследование некоторых свойств е-степеней кототальных множеств // Логика и приложения: Междунар. конф., посвященная 60-летию со дня рождения академика Ю. Л. Ершова: тез. докл. Новосибирск: Ин-т дискр. матем. и информ., 2000.
2. Розинас М. Г. Частичные степени и r -степени // Сибирский математический журнал. 1974. Т. 15, № 6. С. 1323—1331.
3. Солон Б. Я. Тотальные и ко-тотальные степени перечислимости // Известия высших учебных заведений. Математика. 2005. № 9. С. 60—68.
4. Andrews U., Ganchev H. A., Kuyper R., Lempp S., Miller J. S., Soskova A., Soskova M. On cototality and the skip operator in the enumeration degrees // Trans. Amer. Math. Soc. 2019. Vol. 372. P. 1631—1670.
5. Gutteridge L. Some results on enumeration reducibility. Ph. D. Thesis. Simon Fraser University, 1971.

6. *McEvoy K.* Jumps of quasiminimal enumeration degrees // *J. Symbolic Logic.* 1985. Vol. 50, № 3. P. 839–848.
7. *Rogers H., Jr.* Theory of recursive functions and effective computability. New York: McGraw-Hill, 1967. 482 p.
8. *Solon B. Ya.* Co-total enumeration degrees // *Beckmann A., Berger U., Löwe B., Tucker J. V.* (eds). Second conference on computability in Europe, CiE 2006. Proceedings. Berlin, Heidelberg : Springer, 2006. P. 538–545. (Lecture Notes in Computer Science, Vol. 3988).

УДК 519.67

С. И. Хашин

СРАВНЕНИЕ АКТИВАТОРНЫХ ФУНКЦИЙ НЕЙРОСЕТИ

Сравнивается эффективность различных функций активации нейронной сети. Рассматривается 3-слойная нейросеть с двумя входами для задачи регрессии: по 10 нейронов в первом и втором слоях. В 3-м, выходном, слое всегда 1 нейрон. Для всех нейронов в каждом внутреннем слое выбирается одна и та же функция активации. Мы рассматриваем по 9 различных активаторных функций в каждом слое, всего 81 вариант. Для примера рассматриваются три различные обучающие матрицы (4096 обучающих векторов в одной, 255 025 в другой и 70 000 в третьей). Сравниваются результаты обучения для разных пар активаторных функций в каждом слое.

Ключевые слова: нейрон, нейросеть, передаточная функция, активаторная функция.

S. I. Khashin

A COMPARISON OF THE ACTIVATION FUNCTIONS OF THE NEURAL NETWORK

We consider a 3-layer neural network with two inputs for the regression problem: 10 neurons in the first and the second layers. The 3rd, output, layer always contains 1 neuron. For all neurons in each inner layer, the same activation function is selected. We consider 9 different activator functions in each layer, 81 options in total. As an example, three different training matrices are considered (4096 training vectors in the first, 255 025 in the second, and 70 000 in the third). The paper compares the effectiveness of various selections of activator functions.

Key words: neuron, neural network, activation function

1. Введение

Нейронные сети в последнее время активно примеряются во многих разделах компьютерной графики [1–4]. К сожалению, большинство результатов в этой области носят экспериментальный характер, выбор той или иной архитектуры нейросети, выбор активаторных функций основывается на интуиции разработчика. Обучение нейронной сети требует боль-

ших вычислительных ресурсов, и разработчики обычно работают с одной-двумя wybranнми архитектурами нейронных сетей, не пытаясь исследовать все возможности.

В литературе не так часто встречаются прямые сравнения эффективности различных функций активации. Обычно (см., например, [6, 7]) анализируется не эффективность функций, а их популярность среди разработчиков нейросетей. В настоящей работе мы пытаемся на трех простейших примерах из компьютерной графики сравнить эффективность одной и той же архитектуры нейронной сети, изменяя лишь активаторную функцию. Все рассмотренные алгоритмы были реализованы на C++ (Visual Studio, [5]).

2. Функции активации и архитектура

Обычно в теории нейронных сетей ограничиваются сравнительно небольшим набором активаторных функций. Многие из них являются взаимозаменяемыми.

Теорема. Пусть функции $f(x)$ и $g(x)$ связаны соотношением

$$f(x) = C_1 + C_2 g(C_3 x + C_4)$$

для некоторых констант C_i ($1 \leq i \leq 4$). Тогда функции активации $f(x)$ и $g(x)$ эквивалентны. Более точно, если в обученной нейросети некоторый нейрон имеет функцию активации $f(x)$, то можно заменить ее на $g(x)$ и скорректировать некоторые коэффициенты нейронов так, что нейросеть будет давать в точности те же результаты, что и исходная.

Доказательство. Для перехода от функции $g(x)$ к функции $h(x) = g(C_3 x + C_4)$ достаточно поделить все коэффициенты нейрона на C_3 и вычесть из свободного члена C_4 .

Для перехода от функции $h(x)$ к функции $g(x) = C_1 + C_2 h(x)$ надо коэффициенты всех нейронов, зависящих от текущего, поделить на C_2 и вычесть из свободного члена C_1 .

Таким образом, функции активации можно считать принимающими значения от -1 до 1 и равными 0 в точке 0 . В нашем исследовании мы приняли 9 различных активаторных функций $f_i(x)$ ($1 \leq i \leq 9$). В основном, они являются антисимметричными, кроме первых трех:

- $f_0(x) = x$
- $f_1(x) = (x < 0 ? 0 : x)$ (ReLU)
- $f_2(x) = 1/(1 + \exp(-x))$ (сигмоид)
- $f_3(x) = (x < 0 ? -1 : 1)$ (sign)
- $f_4(x) = 2 \arctg(x)/\pi$
- $f_5(x) = x/(1 + |x|)$ (softSign)
- $f_6(x) = \text{sign}(x) * x^2/(1 + x^2)$ (softSign2)
- $f_7(x) = \text{th}(x)$ (тангенс гиперболический)

Функция f_8 — кусочно-линейная, задана правилом:

$$f_8(x) = \begin{cases} x, & |x| \leq 1, \\ \text{sign}(x), & |x| > 1. \end{cases}$$

И, наконец, f_9 — нечетная функция, для положительных x определена следующим образом:

$$f_9(x) = \begin{cases} x/2, & x \leq 1, \\ (x+1)/4, & 1 < x < 3, \\ 1, & 3 \geq x. \end{cases}$$

Для каждого испытания была взята трехслойная нейронная сеть с двумя входными параметрами, содержащая по 10 нейронов в первом и втором слоях и один нейрон в выходном слое. Все нейроны одного слоя имеют одну и ту же функцию активации от f_1 до f_9 , а выходной нейрон всегда имеет тривиальную функцию активации (f_0). Такая архитектура нейронной сети будет обозначаться $LLkm.arch$, если в первом слое функция активации f_k , а во втором — f_m . Например, если в первом слое функция активации f_4 , а во втором — f_7 , архитектура обозначается $LL47.arch$. Таким образом, всего у нас получается 81 вариант архитектуры, различающийся лишь активаторными функциями: $LL11.arch, \dots, LL99.arch$.

3. Обучающие матрицы

Для примера рассмотрим три типичные задачи из компьютерной графики:

- 1) аппроксимацию яркости изображения в точке через яркости изображения в предыдущих точках,
- 2) функцию, задающую яркость текущей точки изображения в зависимости от ее координат (x, y) .
- 3) стандартную задачу «MNIST» (см., например, [4]).

В первой задаче мы аппроксимируем яркость точки $R(x, y)$ через яркости трех предыдущих точек $R(x-1, y)$, $R(x, y-1)$, $R(x-1, y-1)$:

$$R(x, y) \approx R(x-1, y) + F(R(x-1, y-1), R(x, y-1)).$$

Всего в этой задаче было взято 255 026 точек (исходное изображение имеет размер 512×512).

Во второй задаче мы строим нейросеть, аппроксимирующую яркость точки изображения в зависимости от координат (x, y) точки. Так как яркость сравнительно плавно зависит от координат, размер изображения был уменьшен до $64 \times 64 = 4096$ точек.

Третья задача — это стандартная задача MNIST, содержащая 70 000 обучающих элементов. В этой задаче для каждого изображения размера 28×28 мы берем по 54 коэффициента Фурье.

При фиксированных обучающих множествах была рассмотрена 81 различная архитектура, различающаяся функцией активации в первом и втором слоях (от 1 до 9 в каждом). Функция активации выходного слоя всегда предполагалась тривиальной: $f(x) = x$.

4. Результаты

Для каждой из 81 взятой архитектуры было проведено по несколько сотен испытаний, то есть минимизаций целевой функции, начиная с различных начальных случайных параметров. В следующих таблицах при-

ведено по 12 наилучших результатов, полученных в каждой из трех рассмотренных задач.

Например, файл *LL61_33.for* означает активаторную функцию номер 6 в первом слое (т. е. $f_6(x) = \text{sign}(x) * x^2 / (1 + x^2)$) и функцию номер 1 (ReLU) во втором. Индекс 33 означает просто номер попытки. Аналогичные обозначения используются и в двух других таблицах.

Таблица 1

Результаты испытаний для задачи 1

<i>outFile</i>	<i>S</i>	<i>outFile</i>	<i>S</i>
<i>LL11_39.for</i>	0.00447444	<i>LL61_39.for</i>	0.004482715
<i>LL61_31.for</i>	0.00447937	<i>LL61_33.for</i>	0.004483161
<i>LL61_35.for</i>	0.00448081	<i>LL16_39.for</i>	0.004483752
<i>LL61_36.for</i>	0.00448136	<i>LL61_32.for</i>	0.004485782
<i>LL61_38.for</i>	0.00448144	<i>LL11_31.for</i>	0.004486463
<i>LL11_36.for</i>	0.00448216	<i>LL16_32.for</i>	0.004487027

Таблица 2

Результаты испытаний для задачи 2

<i>outFile</i>	<i>S</i>	<i>outFile</i>	<i>S</i>
<i>LL15_25.for</i>	0.00913053	<i>LL15_26.for</i>	0.00962957
<i>LL12_25.for</i>	0.00916242	<i>LL15_21.for</i>	0.00967867
<i>LL15_09.for</i>	0.00919930	<i>LL12_26.for</i>	0.00984016
<i>LL15_05.for</i>	0.00920503	<i>LL16_27.for</i>	0.00987700
<i>LL65_23.for</i>	0.00949088	<i>LL16_23.for</i>	0.01004778
<i>LL15_24.for</i>	0.00954694	<i>LL22_25.for</i>	0.01014372

Таблица 3

Результаты испытаний для задачи 3

<i>outFile</i>	<i>S</i>	<i>outFile</i>	<i>S</i>
<i>mn11_13.for</i>	0.26778785	<i>mn28_34.for</i>	0.2796177
<i>mn16_34.for</i>	0.27004601	<i>mn99_22.for</i>	0.2813517
<i>mn61_33.for</i>	0.27215121	<i>mn16_44.for</i>	0.2831303
<i>mn26_21.for</i>	0.27637881	<i>mn16_24.for</i>	0.2836603
<i>mn61_12.for</i>	0.27723661	<i>mn21_44.for</i>	0.2837765
<i>mn16_11.for</i>	0.27770696	<i>mn61_32.for</i>	0.2848535

5. Основные выводы

Во всех рассмотренных случаях в одном из слоев оказывается более эффективна функция активации ReLU. При этом функция активации в другом слое может быть различна: *softSign* или *softSign2* ($\text{sign}(x) * x^2 / (1 + x^2)$). Для первой задачи самый лучший результат получен в случае, когда у обоих внутренних (скрытых) слоев функция активации — ReLU. Все остальные пары функций активации показали худшие результаты.

Библиографический список

1. *Галушкин А. И.* Нейрокомпьютеры : учеб. пособие. М.: Альянс, 2014. 528 с.
2. *Гафаров Ф. М., Галимянов А. Ф.* Искусственные нейронные сети и их приложения. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2018. 121 с.
3. *Головко В. А., Краснопрошин В. В.* Нейросетевые технологии обработки данных : учеб. пособие. Минск: БГУ, 2017. 260 с.
4. *Николенко С., Кадурын А., Архангельская Е.* Глубокое обучение. СПб.: Питер, 2018. 480 с.
5. Центр загрузки Microsoft. URL: <https://www.microsoft.com/ru-ru/download> (дата обращения: 20.02.2020).
6. *Nwankpa C., Ijomah W., Gachagan A., Marshall S.* Activation functions: comparison of trends in practice and research for deep learning // arXiv: 1811.03378 [cs.LG]. URL: <https://arxiv.org/abs/1811.03378> (дата обращения: 20.02.2020).
7. *Ramachandran P., Zoph B., Le Q. V.* Searching for activation functions // arXiv: 1710.05941 [cs.NE]. URL: <https://arxiv.org/abs/1710.05941> (дата обращения: 20.02.2020).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

БАРИНОВА Марина Олеговна — кандидат биологических наук, доцент кафедры общей биологии и физиологии, Ивановский государственный университет. nauka@list.ru

ВИРЗУМ Людмила Викторовна — кандидат химических наук, доцент кафедры общей химии, Ивановская государственная сельскохозяйственная академия им. Д. К. Беляева. virzum@list.ru

ЗАРИПОВ Владимир Николаевич — кандидат биологических наук, доцент кафедры общей биологии и физиологии, Ивановский государственный университет. zaripow@mail.ru

ИСАЕВ Владимир Анатольевич — доктор биологических наук, профессор кафедры общей биологии и физиологии, Ивановский государственный университет. viam_e@mail.ru

ИСАЕВА Анна Дмитриевна — старший преподаватель кафедры предпринимательского и процессуального права, Ивановский государственный университет. isaeva_ad@mail.ru

ИСАЕВА Нина Валентиновна — кандидат исторических наук, доцент, заведующая кафедрой конституционного права и прав человека, Ивановский государственный университет. nina.isaewa@yandex.ru

КОРОЛЕВА Светлана Валерьевна — доктор медицинских наук, доцент профессор кафедры основ гражданской обороны и управления в ЧС, Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. drqueen@mail.ru

КРЫЛОВ Евгений Николаевич — доктор химических наук, доцент, профессор кафедры органической и физической химии, Ивановский государственный университет. enk2000S@yandex.ru

ЛОГИНОВА Елена Давидовна — кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры алгебры и математической логики, Ивановский государственный университет. Loginova ed@mail.ru

МАЙОРОВА Татьяна Алексеевна — кандидат филологических наук, доцент отделения журналистики, рекламы и связей с общественностью, Ивановский государственный университет. mayorova_t_a@list.ru

МОЛДАВАНСКИЙ Давид Ионович — доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник НОЦ ИНО, Ивановский государственный университет. moldav@mail.ru

ОЙКИН Вячеслав Григорьевич — старший научный сотрудник Научно-образовательного центра «Доступная правовая среда». Ивановский государственный университет. zam_opfr047@mail.ru

ПОЦЕЛУЕВ Евгений Леонидович — кандидат исторических наук, доцент, заведующий кафедрой теории и истории государства и права, Ивановский государственный университет. elp777@yandex.ru

СОКОЛОВ Евгений Викторович — кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой прикладной математики и компьютерных наук Ивановский государственный университет. ev-sokolov@yandex.ru

СОКОЛОВА Ольга Владимировна — кандидат юридических наук, доцент, доцент кафедры уголовного права и процесса, Ивановский государственный университет. olgasokolova.067@mail.ru

СОЛОН Борис Яковлевич — доктор физико-математических наук, профессор, декан факультета математики и компьютерных наук, заведующий кафедрой алгебры и математической логики, Ивановский государственный университет. bysolon@gmail.com

СТЕПАНОВА Ирина Борисовна — кандидат юридических наук, доцент, доцент кафедры уголовного права и процесса, Ивановский государственный университет. kiddy2006@yandex.ru

ТИХОМИРОВ Александр Михайлович — кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и зоологии, Ивановский государственный университет. natalitix@mail.ru

ТРЕСЦОВА Елена Владимировна — кандидат юридических наук, доцент, и. о. заведующей кафедрой гражданского права, Ивановский государственный университет. trestsova64@mail.ru

ХАШИН Сергей Иванович — кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры прикладной математики и компьютерных наук, Ивановский государственный университет. khash2@mail.ru

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

«ВЕСТНИКА ИВАНОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА»

1. В журнал принимаются материалы в электронном виде на дискете стандартного формата с приложением одного экземпляра распечатки на белой бумаге.

Максимальный размер статьи — 1,0 авт. л. (20 страниц текста через 1,5 интервала, 30 строк на странице формата А4, не более 65 знаков в строке, выполненного в редакторе Microsoft Word шрифтом Times New Roman или Times New Roman Cyr, кегль 14), сообщения — 0,5 авт. л. (10 страниц).

2. Материал для журнала должен быть оформлен в следующей последовательности: **УДК** (для естественных и технических специальностей), **ББК** (в библиографическом отделе библиотеки ИвГУ); на русском и английском языках: **инициалы и фамилия автора, название материала**, для научных статей — **аннотация** (объемом 10—15 строк), **ключевые слова; текст статьи** (сообщения).

3. Библиографические источники должны быть пронумерованы в алфавитном порядке, ссылки даются в тексте статьи в скобках в строгом соответствии с пристатейным списком литературы. Библиографическое описание литературных источников к статье оформляется в соответствии с ГОСТами 7.1—2003, 7.0.5—2008. В каждом пункте библиографического списка, составленного в алфавитном порядке (сначала произведения на русском языке, затем на иностранном), приводится одна работа. В выходных сведениях обязательно указание издательства и количества страниц, в ссылке на электронный ресурс — даты обращения.

4. Фотографии, прилагаемые к статье, должны быть черно-белыми, контрастными, рисунки — четкими.

5. В конце представленных материалов следует указать полный почтовый адрес автора, его телефон, фамилию, имя, отчество, ученую степень, звание, должность. Материал должен быть подписан всеми авторами.

6. Направление в редакцию ранее опубликованных и принятых к печати в других изданиях работ не допускается.

7. Редакция оставляет за собой право осуществлять литературную правку, корректирование и сокращение текстов статей.

8. Рукописи аспирантов публикуются бесплатно.

ПРАВИЛА РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ СТАТЕЙ

1. Статьи авторов, являющихся преподавателями, сотрудниками или обучающимися ИвГУ, принимаются редакционной коллегией соответствующей серии (выпуска) на основании письменного решения (рекомендации) кафедры или научного подразделения ИвГУ и рецензии доктора наук, не являющегося научным руководителем (консультантом), руководителем или сотрудником кафедры или подразделения, где работает автор.

2. Статьи авторов, не работающих и не обучающихся в ИвГУ, принимаются редакционной коллегией соответствующей серии (выпуска) на основании рекомендации их вуза или научного учреждения и рецензии доктора наук, работающего в ИвГУ.

3. Поступившие статьи проходят далее рецензирование одного из членов редколлегии соответствующей серии (выпуска), являющегося специалистом в данной области.

4. Статья принимается к публикации при наличии двух положительных рецензий и положительного решения редколлегии серии (выпуска). Порядок и очередность публикации статьи определяются в зависимости от объема публикуемых материалов и тематики выпуска.

5. В случае отклонения статьи автору направляется аргументированный отказ в письменной (электронной) форме. Авторы имеют право на доработку статьи или ее замену другим материалом.

**ВЕСТНИК
ИВАНОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**
Серия «Естественные, общественные науки»
2020. Вып. 1

Издается в авторской редакции

директор издательства *Л. В. Михеева*
технический редактор *И. С. Сибирева*
компьютерная верстка *Т. Б. Земсковой*

Дата выхода в свет 30.06.2020 г.
Формат 70 × 108¹/₁₆. Уч.-изд. л. 7,5.

Издательство «Ивановский государственный университет»
✉ 153025 Иваново, ул. Ермака, 39 ☎ (4932) 93-43-41
E-mail: publisher@ivanovo.ac.ru

