

**ВЕСТНИК  
ИВАНОВСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
УНИВЕРСИТЕТА**

ISSN 2500-2783 (online)

**Серия «Естественные,  
общественные науки»**



**2020**

**Выпуск 2**

ISSN 2500-2783 (online)

# **ВЕСТНИК ИВАНОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

---

Серия «Естественные, общественные науки»

---

2020. Вып. 2

---

Научный журнал

Издается с 2000 года

---

Журнал зарегистрирован в Национальном агентстве ISSN Российской Федерации  
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. Молдавский**, 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

Электронная копия журнала размещена  
на сайтах [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru),  
[www.ivanovo.ac.ru](http://www.ivanovo.ac.ru)

© ФГБОУ ВО «Ивановский  
государственный университет», 2020

ISSN 2500-2783 (online)

# IVANOVO STATE UNIVERSITY BULLETIN

---

Series «Natural, Social Sciences»

---

2020. Issue 2

---

Scientific journal

Issued since 2000

---

The journal is registered at the National ISSN Agency of the Russian Federation  
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. Moldavanskii*, 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

Electronic copy of the journal can be found  
on the web-sites [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru),  
[www.ivanovo.ac.ru](http://www.ivanovo.ac.ru)

© Ivanovo State University, 2020

---

---

## СОДЕРЖАНИЕ

---

---

### Юриспруденция

<b>Грибанова С. В.</b> Переговоры о заключении договора и ответственность за недобросовестное участие в них: анализ законодательства и правоприменительной практики .....	5
<b>Капралова Ю. Г.</b> Антикоррупционные нормы в трудовом законодательстве как реализация принципа социальной справедливости .....	16
<b>Кругий Е. А.</b> Институт вневенконкурсного оспаривания сделок, совершенных должником в ущерб интересам кредиторов: история становления в России ...	26
<b>Поцелуев Е. Л.</b> Юридический факультет ИвГУ в начале XXI века: правовые символы и документы .....	35

### Педагогика

<b>Кузьмин С. В.</b> «Тейковщина» в истории советского образования .....	44
--	----

### Биология

<b>Борисова Е. А., Курганов А. А.</b> Флора и растительность болота Конейха Ивановской области .....	50
<b>Зарипов В. Н., Барина М. О., Королева С. В.</b> Особенности электродермальной активности у курсантов-спасателей под влиянием физической нагрузки .....	55
<b>Сивухин А. Н., Уранова Е. И.</b> Химико-биологический анализ воды некоторых популярных родников Ивановской области .....	60

### Химия

<b>Крылов Е. Н., Вирзум Л. В., Крюкова И. Д.</b> Квантово-химические дескрипторы интенсивности взаимодействия сульфониламидов и карбоангидразы СА (I) при ее ингибировании .....	63
--	----

### Математика

<b>Азаров Д. Н., Солон Б. Я.</b> К 80-летию профессора Д. И. Молдавского .....	72
<b>Вялов А. Ф.</b> О множестве допустимых решений задачи линейного программирования .....	77
<b>Молдавский Д. И.</b> Об изоляторах конечно порожденных подгрупп свободных групп .....	83
<b>Солон Б. Я.</b> Сервисные вычислительные системы и операторы перечисления .....	86
<b>Хашин С. И.</b> Прогноз яркости следующей точки с помощью нейросети .....	92

<i>Сведения об авторах</i> .....	103
----------------------------------	-----

<i>Информация для авторов журнала «Вестник Ивановского государственного университета»</i> .....	105
---	-----

## CONTENTS

---

---

### Jurisprudence

<b>Gribanova S. V.</b> Negotiations on the conclusion of the contract and liability for dishonest participation in them: an analysis of legislation and law enforcement practice .....	5
<b>Kapralova Ju. G.</b> Anti-corruption standards in labor legislation as the implementation of the principle of social justice .....	16
<b>Krutij E. A.</b> The institute of the competition of transactions committed by a debtor to the detriment of the interests of creditors outside of the insolvency procedure: history of the formation in Russia .....	26
<b>Potseluev E. L.</b> The law faculty of Ivanovo State University at the start of the 21 <sup>st</sup> century: legal symbols and documents .....	35

### Pedagogy

<b>Kuzmin S. V.</b> « <i>Teikovshchina</i> » in the history of soviet education .....	44
---	----

### Biology

<b>Borisova E. A., Kurganov A. A.</b> Flora and vegetation of Koneikha mire of the Ivanovo region .....	50
<b>Zaripov V. N., Barinova M. O., Koroleva S. V.</b> Features of electrodermal activity at cadets-rescuers under the influence of the exercise stress .....	55
<b>Sivukhin A. N., Uranova E. I.</b> Chemical and biological analysis of the waters of some popular springs in the Ivanovo region .....	60

### Chemistry

<b>Krylov E. N., Virzum L. V., Kryukova I. D.</b> Quantum-chemical descriptors of sulfonylamides and carbonic anhydrase CA (I) interaction intensity at its inhibition .....	63
--	----

### Mathematics

<b>Azarov D. N., Solon B. Ya.</b> To the 80th anniversary of Professor D. I. Moldavanskii .....	72
<b>Vyalov A. F.</b> On the set of feasible solutions of the linear programming problem .....	77
<b>Moldavanskii D. I.</b> About isolators of finitely generated subgroups of free groups .....	83
<b>Solon B. Ya.</b> Service computing systems and enumeration operators .....	86
<b>Khashin S. I.</b> Forecasting the brightness of the next point using a neural network .....	92
<i>Information about the authors</i> .....	103
<i>Information for the authors of «Ivanovo State University Bulletin»</i> .....	105

УДК 347.44  
ББК 67.404.2

*С. В. Грибанова*

## **ПЕРЕГОВОРЫ О ЗАКЛЮЧЕНИИ ДОГОВОРА И ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НЕДОБРОСОВЕСТНОЕ УЧАСТИЕ В НИХ: АНАЛИЗ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА И ПРАВОПРИМЕНИТЕЛЬНОЙ ПРАКТИКИ**

В статье рассматриваются понятие, правовая природа, основания и формы ответственности за недобросовестное ведение и прекращение переговоров о заключении договора, исследуются используемые на преддоговорной стадии договорные модели поведения как важный механизм защиты прав и интересов потенциальных контрагентов.

**Ключевые слова:** договор, переговоры о заключении договора, преддоговорная ответственность, нарушение принципа добросовестности, злоупотребление правом, возмещение убытков.

*S. V. Gribanova*

## **NEGOTIATIONS ON THE CONCLUSION OF THE CONTRACT AND LIABILITY FOR DISHONEST PARTICIPATION IN THEM: AN ANALYSIS OF LEGISLATION AND LAW ENFORCEMENT PRACTICE**

The article examines the concept, legal nature, grounds and forms of liability for unfair conduct and termination of contract negotiations, examines the contractual models of behavior used at the pre-contractual stage as an important mechanism for protecting the rights and interests of potential counterparties.

**Key words:** contract, contract negotiation, pre-contractual liability, breach of good faith, abuse of rights, recovery of damages.

В Гражданском кодексе Российской Федерации впервые появились нормы, призванные урегулировать отношения сторон, возникающие в связи с вступлением в переговоры о заключении договора [1, ст. 434.1]. Участники гражданских правоотношений свободны в проведении переговоров о заключении договора, в использовании любых дозволенных способов отстаивания своих интересов, в решении вопроса о целесообразности продолжения переговоров.

Вступая в переговоры, участники этого процесса, если иное не установлено законом или договором, не отвечают за то, что соглашение не было достигнуто, и самостоятельно несут все расходы, связанные с их проведением. Это вполне закономерно, поскольку убежденность в необходимости

---

© Грибанова С. В., 2020

заключения договора связана с наличием у потенциальных контрагентов возможности исполнить договор, уверенности в его экономической целесообразности и выгоды и наименьшей затратности. Если подобная убежденность меняется в ходе переговоров, каждый из них может пересмотреть свое решение о заключении договора и отказаться от идеи связать себя договорными узами. Соответственно, и возможные риски недостижения результата нельзя возложить на какую-либо сторону, ибо ни одна из сторон не обязана заключить договор, и они в равной степени распределяются между всеми участниками.

Несмотря на то, что переговоры не обязательно должны завершиться заключением договора, они влекут возникновение длящихся организационных отношений, являются основанием возникновения гражданских прав и обязанностей.

Закон предусматривает возможность заключения участниками переговоров соглашения о порядке их ведения.

1. Оно представляет собой разновидность сделки, направленной на возникновение у ее сторон прав и обязанностей по поводу порядка ведения переговоров.

2. Содержанием соглашения выступают требования к добросовестному ведению переговоров, наложение запрета на ведение параллельных переговоров с третьими лицами, запрета на затягивание переговоров путем изменения условий, ранее согласованных; определение способов коммуникации; сроков согласования поступивших предложений, подписания документов; установление порядка распределения расходов, связанных с участием в переговорах, неустойки и иных способов обеспечения исполнения имущественного содержания, мер ответственности за нарушение соглашения.

Соглашение о порядке ведения переговоров служит основанием возникновения организационного обязательства, к которому должны без каких-либо ограничений применяться общие положения гражданского законодательства об обязательствах. В отношении такого обязательства действует принцип надлежащего исполнения, невозможности одностороннего отказа от его исполнения. В отличие от предварительного договора рассматриваемое соглашение не налагает обязанности заключения договора в будущем и на его основании невозможно предъявление иска о понуждении к заключению договора.

Вступая в переговоры о заключении договора, в ходе их проведения и по их завершении стороны обязаны действовать добросовестно и разумно, не нарушая охраняемых законом интересов третьих лиц. Добросовестность — оценочное понятие, не имеет конкретного, заранее определенного наполнения. Для защиты от недобросовестного поведения в XIX в. был разработан институт *culpa in contrahendo* («вина в переговорах»), который признан большинством правовых порядков и закреплен в международных документах [2, ст. 2.1.15; 3, ст. II.-3:301].

Злоупотребление правом на стадии переговоров нарушает принцип добросовестности и влечет ответственность за *culpa in contrahendo* (вину в переговорах), называемую преддоговорной ответственностью. Правовая природа ответственности за *culpa in contrahendo* вызывает в науке неутраченные дискуссии. Полагаем, что действия сторон на этапе переговоров при отсутствии какого-либо организационного соглашения не могут квалифицироваться как нарушающие договор, который только предстоит заключить. Поведение

участника переговоров нельзя рассматривать и как посягательство на абсолютные права, поскольку субъект по своему усмотрению вправе вступать в обязательственные отношения или воздерживаться от этого.

Преддоговорная ответственность, согласно распространенной в науке гражданского права точки зрения, возникает в результате того, что правовые возможности, предоставленные принципом свободы договора, осуществляются в противоречии с принципом добросовестности, установленным п. 5 ст. 10 Гражданского кодекса РФ. Недобросовестное ведение переговоров представляет собой особый вид гражданского правонарушения — злоупотребление правом, когда действия нарушителя формально опираются на принадлежащее ему право, но при его реализации приобретают такую форму, что это приводит к нарушению прав и охраняемых законом интересов других лиц [8, 11].

С учетом норм действующего законодательства невозможно однозначно определить природу исследуемого вида ответственности, которая в своей сущности является неоднородной, и признать ее самостоятельным видом ответственности. Если организационные отношения порождает соглашение о порядке ведения переговоров, ответственность наступает в рамках возникшего договорного правоотношения, и она становится договорной. В отсутствие на преддоговорном этапе договорных отношений может возникнуть ответственность, имеющая недоговорную природу.

Об этом свидетельствует непоследовательность законодателя, который статью 434.1 включил в подраздел 2 «Общие положения о договоре» раздела III «Общая часть обязательственного права» Гражданского кодекса РФ, а п. 8 этой же статьи позволяет распространить нормы главы 59 о деликтной ответственности на отношения, возникшие при установлении договорных обязательств, тогда как логика требует применения к институту преддоговорной ответственности норм общей части договорного права [12, 15].

Внес ясность в решение вопроса о том, когда положения главы 59 должны применяться к преддоговорной ответственности, Верховный Суд Российской Федерации. Недоговорная природа ответственности за *culpa in contrahendo* предопределяет и особенности правового регулирования. Помимо положений статьи 434.1 Гражданского кодекса РФ к отношениям, связанным с причинением вреда недобросовестным поведением при проведении переговоров и возмещением убытков, применяются нормы главы 59 ГК РФ во всех случаях, прямо не урегулированных статьей 434.1. Например, вред, причиненный недобросовестным поведением работника при проведении переговоров, юридическое лицо либо гражданин возмещает по правилам о деликтной ответственности (ст. 1068). В случае, когда вред при проведении переговоров причинен совместно несколькими лицами, они отвечают перед потерпевшим солидарно (ст. 1080) [5, п. 19].

При отсутствии соглашения о порядке ведения переговоров их участники не могли считаться связаны правоотношением, содержанием которого традиционно являются взаимные права и обязанности. Именно это обстоятельство до введения в гражданское законодательство института преддоговорной ответственности служило основным препятствием для применения мер ответственности к стороне, допустившей нарушения в ходе ведения переговоров. Вопрос о недобросовестном поведении, о злоупотреблении доверием контрагента должен решаться с учетом конкретных обстоятельств и открытого перечня форм недобросовестного поведения в переговорном процессе.



Чуть больше пяти лет действует статья 434.1 Гражданского кодекса РФ, нормы которой касаются переговоров о заключении договора и преддоговорной ответственности. Практика их применения формируется медленно, но уже можно говорить о появлении устойчивых правовых позиций и важных руководящих разъяснений Верховного Суда.

Сложность применения указанных норм заключается в правильной квалификации поведения участника переговоров в качестве недобросовестного поведения. Неким ориентиром может служить правовая позиция, в соответствии с которой оценка действий сторон должна даваться исходя из ожидаемого поведения любого участника гражданского оборота, который учитывает права и законные интересы другой стороны, оказывает содействие ей в различных вопросах, в том числе в получении необходимой информации. При очевидном отклонении действий участника гражданского оборота от добросовестного поведения последнее может быть признано недобросовестным не только при наличии заявления другой стороны, но и по инициативе суда [4, п. 1].

Гражданский кодекс в п. 5 статьи 10 устанавливает презумпцию добросовестности и разумности действий субъектов гражданских правоотношений. Сторона, заявляющая о недобросовестности и неразумности этих действий, должна представить доказательства, опровергающие это предположение. Бремя доказывания добросовестности поведения переходит на нарушителя в случаях, когда потерпевший представил убедительные аргументы, подтверждающие факт недобросовестности поведения лица, причинившего убытки в переговорах.

Закон устанавливает открытый перечень составов недобросовестности при ведении переговоров, среди которых поименованы следующие:

1. Отсутствие явного намерения достичь соглашения с другой стороной. В этом случае переговоры ведутся недобросовестной стороной лишь для вида, например, с целью получения той или иной информации без намерения вступить в договорные отношения, являются мнимыми переговорами.

Поведение признается недобросовестным, когда лицо начинает переговоры или продолжает в них участие, хотя знает или должно знать, что не будет заключать договор с этим контрагентом. В этом случае необходимо установить, что участник переговоров, вступая в них, не имел намерения заключать договор либо впоследствии утратил это намерение, но не поставил об этом в известность контрагента, продолжая создавать видимость намерения заключить договор именно с этим лицом. Зная о том, что предложение не будет принято ни при каких условиях, он просит о снижении цены или улучшении иных условий оферты, хотя интерес к сделке проявляет лишь видимый.

Если участник переговоров своевременно не сообщил контрагенту об обстоятельствах, препятствующих заключению договора, о своем решении заключить договор с другим контрагентом, создавая или поддерживая у него ложные представления о готовности в будущем заключить договор, он должен нести ответственность за недобросовестное ведение переговоров. При этом важно установить, когда готовность лица заключить договор стала носить ложный характер и стало ли причиной дополнительных расходов отсутствие своевременного уведомления контрагента о прекращении намерения заключить договор.

2. Предоставление участнику переговоров неполной или недостоверной информации, заверений об обстоятельствах, имеющих значение для заключения договора, его исполнения или прекращения.

О важности информационных отношений в обязательственном праве свидетельствует п. 3 статьи 307 Гражданского кодекса РФ, в соответствии с которым при установлении обязательства его стороны обязаны учитывать права и законные интересы друг друга, оказывать необходимое содействие для достижения цели обязательства, предоставлять друг другу необходимую информацию и действовать добросовестно. Участник переговоров обязан проявлять инициативу и самостоятельно предоставлять информацию, характер и объем которой определяются объективно, исходя из существа заключаемого договора.

Заверения об обстоятельствах, имеющих значение для заключения договора, могут касаться предмета договора, полномочий на его заключение, соответствия договора применимому к нему праву, наличия необходимых лицензий и разрешений, финансового состояния участника.

Так, потенциальный продавец дает участвующему в переговорах покупателю гарантии относительно законных оснований приобретения отчуждаемой вещи, заявляет об отсутствии ограничений права распоряжаться ею, обременений, стесняющих право, о наличии у продаваемого товара определенных качественных характеристик. Заверения могут даваться в отношении наличия у органа юридического лица полномочий на совершение сделки в соответствии с его учредительным документом, наличия необходимых корпоративных согласований для совершения крупной сделки, согласия государственных органов или третьих лиц, предоставление заверений о налоговом резидентстве, об использовании того или иного налогового режима и т. п. [10].

Опровергает принцип добросовестности умышленное введение в заблуждение, проявление небрежности при предоставлении информации. Если неполная или недостоверная информация предоставляется в условиях, когда носитель информации не знал и не должен был знать о недостоверности или неполноте сообщаемой информации, недобросовестным такое поведение считать нельзя.

Вина лица, предоставившего недостоверную информацию, предполагается, если ответчик не докажет, что предоставляя информацию, не имел оснований сомневаться в ее достоверности, считал ее правдивой и полной. Исключение касается предоставления ложной информации при осуществлении предпринимательской деятельности, а равно в связи с корпоративным договором либо договором об отчуждении акций или долей в уставном капитале хозяйственного общества. Субъекты предпринимательской деятельности и участники корпоративных отношений несут ответственность независимо от вины за недобросовестное предоставление информации в процессе заключения договора.

Так, индивидуальный предприниматель обратился в суд с иском о признании недействительным договора аренды лесного участка на том основании, что после заключения договора и утверждения лесной декларации выяснилось, что заявленные характеристики участка не соответствуют фактическим. Отказывая в удовлетворении иска, суд принял во внимание то обстоятельство, что договор заключался по инициативе предпринимателя. Готовя проектную документацию, истец должен был знать о состоянии

участка, мог самостоятельно его осмотреть до заключения договора. При переговорах ответчик вел себя добросовестно [13].

3. Намеренное умолчание об обстоятельствах, которые в силу характера договора должны быть доведены до сведения другой стороны.

Сообщение контрагенту важной информации, касающейся заключаемого договора, оказывает непосредственное влияние на принятие им решения о вступлении в договорные отношения с данным участником переговоров и определяет содержание договорных условий. Неоправданное бездействие, субъективные представления участника переговоров о том, что для партнера эта «скрытая» информация не представляет какого-либо интереса, должно оцениваться как проявление одной из форм вины и влечь обязанность возмещения причиненных контрагенту убытков.

Намеренное умолчание о существенных для контрагента обстоятельствах, о которых лицо должно было сообщить, проявив добросовестность, какая от него ожидалась по условиям гражданского оборота, является одним из оснований недействительности сделки, предусмотренных статьей 179 Гражданского кодекса РФ. Если при рассмотрении спора выяснится, что участник переговоров умышленно скрыл информацию и не мог не знать, что сообщение такой информации повлияет на решимость контрагента заключить договор, то обман можно считать установленным.

Последствием представления участнику переговоров неполной или недостоверной информации либо умолчания о фактах служит оспаривание заключенного договора и возмещение причиненных убытков (ст. 178, 179) либо использование способов защиты, предусмотренных для случаев нарушения отдельных видов обязательств (статьями 495, 732, 804, 944 ГК РФ).

Если предоставление неполной или недостоверной информации послужило поводом для отказа от заключения договора, участник переговоров вправе требовать возмещения убытков в соответствии с пунктом 3 статьи 434.1 ГК РФ [5, п. 21].

Институт преддоговорной ответственности неразрывно связан с процессом заключения договора и охватывает противоправное поведение до заключения договора. До введения этого института гражданскому законодательству были известны механизмы защиты от нарушений, допускаемых в процессе заключения договора, в частности, отдельные нормы обязательственного права устанавливают ответственность за предоставление контрагенту неполной или недостоверной информации в рамках конкретных договорных обязательств. Возникает вопрос о том, может ли кредитор выбрать способ защиты от одного и того же нарушения?

В п. 21 Постановления Пленума Верховного Суда дано ограничительное толкование п. 7 статьи 434.1 Гражданского кодекса РФ: механизм защиты, предусмотренный указанной статьей, будет действовать в ситуации, когда действия контрагента по предоставлению неполной или недостоверной информации явились основанием для отказа стороны от заключения договора.

4. Неожиданное и необоснованное прекращение переговоров, безмотивный выход из переговорного процесса при наличии намерения заключить договор.

Неожиданность, обоснованность, подрыв разумных ожиданий участника переговоров дают возможность подвергнуть сомнению добросовестность действий участника переговоров.

Нельзя не признать за любой стороной переговорного процесса право на любой стадии переговоров прекратить участие в них. Наступление преддоговорной ответственности гражданское законодательство не ставит в зависимость от стадии переговоров. Однако закон исходит из того, что при определенных обстоятельствах такое поведение может рассматриваться как недобросовестное. Такое поведение должно быть не только неожиданным и бесосновательным, но и идущим наперекор разумным ожиданиям другой стороны. Характерным примером таких особых обстоятельств будет ситуация, когда одна из сторон дает другой стороне заверения о серьезности своих намерений и желании прийти к соглашению, делает все возможное для нахождения взаимоприемлемых условий, подвигая другую сторону приступить к подготовке исполнения. Прерывание переговоров в такой ситуации, когда большинство условий сделки уже согласовано, назначена дата и место подписания договора, неожиданный и не вызванный какими-либо объективными причинами отказ от результативного завершения переговоров дает основания для применения правил о преддоговорной ответственности.

У участвующего в переговорах не могут по общему правилу возникнуть разумные ожидания относительно заключения договора до той поры, пока договор будет подписан, по этой причине выход из переговоров на позднем этапе не является основанием для привлечения потенциального контрагента к ответственности, что серьезно ограничивало бы автономию воли и нарушало основополагающий принцип договорного права — свободы договора.

Так, при рассмотрении одного из дел судом было установлено, что стороны продолжительное время участвовали в переговорах о заключении договора аренды. В результате длительного взаимодействия условия договора были согласованы и проект подписан потенциальным арендодателем, а арендатор, получив документы для подписания, внезапно прекратил контакт с контрагентом. Истец сумел доказать недобросовестность действий ответчика, серьезность намерений потенциального арендатора, которая была для него очевидна. В процессе переговоров им согласовывались условия сделки по всем коммерческим и техническим вопросам, направлялись запросы на предоставление необходимых документов, проводился финансовый и юридический анализ этих документов. Внезапное и неоправданное прекращение переговоров не могло быть ожидаемо для арендодателя, которому пришлось отказаться от возобновления договорных отношений с прежними арендаторами и подготовить помещения к сдаче в аренду новому контрагенту [7].

Таким образом, заверение контрагента о готовности заключить договор можно интерпретировать как отказ от права на выход из переговоров. У потенциального арендодателя возникли разумные ожидания относительно будущего заключения договора не только в связи с согласованием большинства условий сделки, но и в связи с последовавшей просьбой начать приготовления к исполнению договора, прекратить деловые отношения с прежним арендатором. Если контрагент положился на слово арендатора, в сложившейся ситуации его доверие должно быть защищено.

О недобросовестности действий не свидетельствует тот факт, что сторона вышла из переговоров, не объяснив причину такого поведения, или переговоры прекращены на их завершающей стадии или после достижения согласия по всем условиям будущего договора. Недозволенными не могут быть признаны и действия, когда лицо вступило в переговоры одновременно с несколькими контрагентами с целью последующего выбора лучшего из них

и не поставило об этом в известность другого участника параллельных переговоров, не предложило ему заключить договор на условиях, выдвинутых другим контрагентом [6].

В такой ситуации надежной защитой может стать заключение соглашения о порядке ведения переговоров, в котором предусмотрено условие, налагающее запрет на ведение параллельных переговоров с третьими лицами и устанавливающее ответственность за нарушение условия об эксклюзивности переговоров, введение контрагента в заблуждение или умолчание о соответствующем обстоятельстве.

Недобросовестным должно признаваться такое ведение переговоров, при котором их участник своевременно не сообщил контрагенту об обстоятельствах, препятствующих заключению договора, о своем окончательном намерении заключить договор с другим контрагентом, преднамеренное затягивание переговоров, их срыв вследствие навязывания контрагенту неприемлемого для него условия договора.

Независимо от результата переговоров их участник действует недобросовестно, когда раскрывает конфиденциальную информацию, полученную от другой стороны, и ее недозволенно использует для достижения собственных целей.

До начала переговоров или в ходе их проведения стороны могут заключить соглашение о конфиденциальности. Это непоименованный договор, который прямо не предусмотрен законом, но не противоречит ему, более того, возможность его заключения явствует из известного принципа свободы договора, позволяет урегулировать процесс передачи конфиденциальной информации. В соглашении стороны определяют состав конфиденциальной информации, круг лиц, имеющих право на предоставление и получение такой информации, способы ее фиксации, сроки сохранения информации в тайне, устанавливают требование о недопустимости использования информации в своих целях и ответственность за нарушение режима конфиденциальности.

В отличие от деликтной ответственности, которая наступает за умышленное или неосторожное разглашение и использование конфиденциальной информации, ответственность за нарушение обязательств, предусмотренных соглашением о неразглашении, для субъекта предпринимательской деятельности наступает независимо от вины.

Недозволенное использование полученной информации в своих целях будет иметь место, когда потенциальный покупатель, заказчик, получив доступ к охраняемой информации, прерывает переговоры и получает конкурентные преимущества от производства товара, выполнения работ, используя уникальную технологию несостоявшегося контрагента, причиняя ущерб его интересам. Если правообладателю становится известно о том, что участник переговоров имеет намерение нарушить режим конфиденциальности или приступить к использованию полученной информации, он вправе обратиться в суд с иском о пресечении действий, нарушающих право или создающих угрозу его нарушения (ст. 12 ГК РФ).

Таким образом, основаниями для возложения преддоговорной ответственности могут быть: 1) недобросовестное ведение переговоров; 2) недобросовестное прекращение переговоров; 3) нарушение режима конфиденциальной информации. Факт заключения договора не реабилитирует субъекта, действовавшего недобросовестно, поскольку правовое значение приобретает не результат переговоров в виде заключения договора, а то обстоятельство, что в имущественной сфере их участника произошли изменения.

Убытки как последствия такого поведения подлежат возмещению: потерпевший должен быть поставлен в положение, в котором он находился бы, если бы не вступал в переговоры с недобросовестным контрагентом. Правила п. 3 статьи 434.1 Гражданского кодекса РФ являются частным случаем ответственности, предусмотренной п. 4 статьи 10, о последствиях нарушения запрета злоупотребления правом.

В качестве убытков могут быть квалифицированы: а) расходы, понесенные в связи с участием в переговорах; б) расходы в связи с утратой возможности заключить договор с третьим лицом. Истец вправе требовать возмещения не только расходов на ведение переговоров, но и убытков, понесенных в связи с утратой возможности заключить договор с третьим лицом по правилам ст. 15 ГК РФ [5, п. 20]. Соответственно, допустимо взыскание и упущенной выгоды от срыва возможности заключить альтернативный договор с третьим лицом.

Неполучение определенных доходов ввиду утраты возможности заключить договор свидетельствует об упущенной выгоде контрагента. Возможность практического воплощения данного Верховным Судом расширительного толкования нормы вызывает сомнения, так как до конца непонятно, каков механизм доказывания размера такой упущенной выгоды по договору, который с третьим лицом не заключался ввиду участия в переговорах с недобросовестной стороной [9].

Рассчитывая на заключение договора, участники переговоров нередко заказывают у третьих лиц товары, работы, услуги, совершают иные необходимые приготовления к исполнению договора. Недобросовестное поведение контрагента и недостижение желаемого результата приводит к тому, что затраты оказываются напрасными и некупаемыми. Именно последнему обстоятельству суды придают значение, решая вопрос о взыскании причиненных убытков.

Так, поставщик приобрел комплект оборудования для продажи его покупателю, с которым велись переговоры о закупке оборудования. По инициативе покупателя переговоры внезапно прекратились, последовал отказ подписать спецификацию и получить оборудование. Поставщик предоставил в суде доказательства того, что им предпринимались попытки минимизировать убытки, продав комплект третьим лицам. Но последние отказались от приобретения оборудования ввиду его неуниверсальных характеристик и нестандартных размеров. Реализовать его и получить прибыль оказалось невозможно, и суд взыскал с несостоявшегося покупателя убытки в размере стоимости оборудования.

В другом случае суд отказался взыскать часть убытков из-за срыва переговоров об аренде помещения в торговом центре в связи с тем, что истец не подтвердил специфичности расходов на рекламную вывеску, которая могла быть использована в любом ином месте и не утратила потребительскую ценность [16].

Не всегда простая задача взыскать убытки в виде неполученного дохода. Суды отказываются удовлетворить это требование, если истец не смог доказать, что допущенное ответчиком нарушение было единственной причиной, из-за которой выгода оказалась упущена, и возможность получить прибыль существовала не по субъективному представлению истца, гипотетически, а реально.

Положения об ответственности за недобросовестное ведение переговоров и о раскрытии или ненадлежащем использовании конфиденциальной

информации, полученной в процессе переговоров, не распространяются на граждан, признаваемых потребителями в соответствии с законодательством о защите прав этой категории субъектов. С одной стороны, потребитель не несет обязанности возмещения расходов, связанных с ведением переговоров, понесенных его контрагентом. С другой стороны, есть риск злоупотреблений со стороны «слабого» участника, появление широких возможностей по своему усмотрению обращаться с конфиденциальной информацией, передаваемой ему в процессе переговоров, не опасаясь применения мер ответственности. В этой связи представляется излишним в п. 4 статьи 434.1 ГК РФ указание на невозможность привлечения гражданина к преддоговорной ответственности за нарушение режима охраняемой информации.

Таким образом, появление в российском праве новой правовой конструкции нацелено на сокращение случаев недобросовестного поведения как субъектов предпринимательской и иной экономической деятельности, так и граждан на стадии заключения договора в ходе процесса переговоров. Для возникновения обязательства по возмещению убытков, причиненных недобросовестным участием в переговорах, необходимо правовое основание. Нормы гражданского права устанавливают общий запрет на любые виды виновного причинения вреда, под который попадает и причинение вреда недобросовестным ведением переговоров. В силу специальной нормы гражданского права, которая регулирует преддоговорное отношение, на участниках преддоговорного процесса лежит обязанность действовать добросовестно на всех его стадиях.

Категория «добросовестность» предполагает надлежащее исполнение обязанностей, установленных законом и соглашениями, которые заключаются на преддоговорном этапе. В круг этих обязанностей входит предоставление участнику переговоров полной и достоверной информации с учетом характера заключаемого договора, воздержание от разглашения и использования в собственных интересах конфиденциальной информации, несение расходов на стадии переговоров, участие в согласовании условий договора и подготовке всех необходимых документов и др.

Закон называет три формы упречного поведения, где недобросовестность стороны переговоров предполагается: 1) предоставление участнику переговоров неполной или недостоверной информации; 2) намеренное умолчание о существенных для контрагента обстоятельствах; 3) внезапное и неоправданное прекращение переговоров, когда другая сторона не могла разумно этого ожидать. Соответственно, добросовестность своих действий должен подтвердить ответчик, опровергнув правовую презумпцию.

С точки зрения основания возникновения определяется и природа ответственности. Если процедура переговоров подчиняется правилам Гражданского кодекса и соглашения о порядке ведения переговоров, то в случае нарушения установленных обязанностей стороны несут договорную ответственность. Нарушение порядка ведения переговоров, предусмотренного исключительно законом, порождает ответственность, имеющую недоговорную природу.

Формой ответственности за недобросовестное ведение переговоров, их прекращение является возмещение причиненных участнику переговоров убытков. В силу принципа свободы договора закон не позволяет потерпевшему прибегнуть к такой общей мере защиты как понуждение недобросовестного участника переговоров к продолжению участия в них.

*Библиографический список*

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.1994 № 51-ФЗ (ред. от 31.07.2020) // Собрание законодательства РФ. 05.12.1994. № 32. Ст. 3301; 03.08.2020. № 31 (часть I). Ст. 5010.
2. Принципы международных коммерческих договоров (Принципы УНИДРУА. 2010). Доступ из СПС «КонсультантПлюс».
3. Модельные правила европейского частного права / пер. с англ.; науч. ред. Н. Ю. Рассказова. М.: Статут, 2013. 989 с.
4. О применении судами некоторых положений раздела I части первой Гражданского кодекса Российской Федерации: Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 23.06.2015 № 25 // Бюллетень Верховного Суда РФ. 2015. № 8.
5. О применении судами некоторых положений Гражданского кодекса Российской Федерации об ответственности за нарушение обязательств: Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 24.03.2016 № 7 (ред. от 07.02.2017) // Бюллетень Верховного Суда РФ. 2016. № 5; 2017. № 4.
6. Определение Судебной коллегии по экономическим спорам Верховного Суда Российской Федерации от 29.01.2020 № 305-ЭС19-19395 по делу № А40-98757/2018. Доступ из СПС «КонсультантПлюс».
7. Постановление Арбитражного суда Московского округа от 29.11.2017 по делу № А41-90214/2016. Доступ из СПС «КонсультантПлюс».
8. *Гнищевич К. В.* Преддоговорная ответственность в российском гражданском праве // Вестник ВАС РФ. 2009. № 3. С. 31—41.
9. *Егорова М. А.* Переговоры о заключении договора (комментарий к ст. 434.1 ГК РФ) // Право и экономика. 2015. № 12. С. 20—28.
10. *Карпетов А. Г.* Комментарий к статье 434.1 // Договорное и обязательственное право (общая часть) постатейный комментарий к статьям 307-453 Гражданского кодекса Российской Федерации / В. В. Байбак, Р. С. Бевзенко, О. А. Беляева и др.; отв. ред. А. Г. Карпетов. М.: М-Логос, 2017. Электронное издание. Редакция 1.0. 1120 с.
11. *Мазур О. В., Сергеев А. П., Терещенко Т. А.* Ответственность за недобросовестные переговоры как ограничение свободы договора // Свобода договора: сборник статей / А. А. Амангельды, В. А. Белов, А. А. Богустов и др.; отв. ред. М. А. Рожкова. М.: Статут, 2016. 671 с.
12. *Малеина М. Н.* Переговоры о заключении договора (понятие, правовое регулирование, правила) // Журнал российского права. 2016. № 10. С. 36—46.
13. Переговоры о заключении договора: Практика арбитражных судов. 2016. Доступ из СПС «КонсультантПлюс».
14. *Сергеев А., Терещенко Т.* Преддоговорная ответственность: основания для защиты интересов стороны, пострадавшей от недобросовестного ведения переговоров // Корпоративный юрист. 2010. № 11. С. 26—31.
15. *Тололаева Н. В.* Ответственность за недобросовестное ведение переговоров // Судья. 2016. № 10. С. 22—26.
16. Убытки за недобросовестное ведение переговоров: взыскиваем с опорой на практику за последние 3 года: обзор. Доступ из СПС «КонсультантПлюс». 2020



УДК 67.405.111  
ББК 349.2

*Ю. Г. Капралова*

## **АНТИКОРРУПЦИОННЫЕ НОРМЫ В ТРУДОВОМ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВЕ КАК РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПА СОЦИАЛЬНОЙ СПРАВЕДЛИВОСТИ**

В работе раскрываются вопросы предотвращения коррупции как необходимого условия реализации принципа справедливости в социальном государстве. Проявления коррупции имеют место быть в публичной и частной сферах общественной жизни, в частности об этом свидетельствуют антикоррупционные нормы в сфере правового регулирования наемного труда и трудовых отношений. Анализируются положения Трудового кодекса Российской Федерации на предмет положений, способствующих предотвращению коррупционных проявлений.

**Ключевые слова:** коррупция, социальное государство, принцип справедливости, трудовые правоотношения, антикоррупционные нормы трудового законодательства.

*Ju. G. Kapralova*

## **ANTI-CORRUPTION STANDARDS IN LABOR LEGISLATION AS THE IMPLEMENTATION OF THE PRINCIPLE OF SOCIAL JUSTICE**

The paper reveals the issues of corruption prevention as a necessary condition for implementing the principle of justice in the social state. Manifestations of corruption take place in public and private spheres of public life. This is evidenced by anti-corruption norms in the sphere of legal regulation of hired labor and labor relations. The article analyzes the Labor code of the Russian Federation for provisions that contribute to the prevention of corruption.

**Key word:** corruption, social state, principle of justice, employment relationship, anti-corruption norms of labor legislation

Понятие коррупции обычно принято связывать с конфликтом интересов в публично-правовой сфере, когда личная заинтересованность прямо или косвенно влияет на беспристрастное исполнение обязанностей. Коррупция представляет собой использование должностными лицами имеющихся у них прав и властных полномочий в целях личного обогащения. Коррупция в строго юридическом смысле — это общественно опасное явление в сфере политики или государственного управления, выражающееся в умышленном использовании лицами, осуществляющими функции представительной власти, а также находящимися на государственной службе, своего служебного положения для противоправного получения имущественных и неимущественных благ и преимуществ в любой форме, а равно выражающееся в подкупе этих лиц [2].

---

© Капралова Ю. Г., 2020

• Серия «Естественные, общественные науки»

Коррупция нарушает принцип социальной справедливости, который является конституционным и одновременно межотраслевым принципом в российском праве. Понятие справедливости определяется в литературе как понятие о должном, содержащее в себе требование соответствия деяния и воздаяния: в частности, соответствие прав и обязанностей, труда и вознаграждения, заслуг и их признания, преступления и наказания, соответствия роли различных социальных слоев, групп и индивидов в жизни общества и их социального положения в нем [6].

Как отмечает председатель Конституционного суда России, доктор юридических наук, профессор В. Д. Зорькин «еще одной “сферой несправедливости”, по-прежнему актуальной для России, оказывается проблема коррупции. Несмотря на осознание и властью, и обществом масштабов и значения данной проблемы, в этой области использованы далеко не все имеющиеся правовые возможности, в том числе связанные с имплементацией международно-правовых актов. Напомню, что коррупция в переводе с латыни — это порча, разрушение, разложение. В данном случае речь идет о разложении институтов власти, что чревато разрушением той системы общественных отношений, на которую данная власть распространяется. Поэтому борьба с коррупцией — это жизненно важный для России вопрос, без решения которого невозможно достичь искомого общественного согласия и массового признания справедливости российского социального устройства» [3].

Стоит отметить, что проявления коррупции имеют место быть не только в публичной, но и в частной сфере. Речь идет о так называемой корпоративной коррупции, коррупции в бизнесе, деловой коррупции. Как отмечает доктор юридических наук, профессор Т. Я. Хабриева необходимо создавать и внедрять в корпоративную практику механизмы противодействия коррупции [17, 18]. Отмечается, что в коррупционных и иных противоправных целях применяется искусственное структурирование бизнеса, сопровождающееся распределением хозяйственной деятельности на несколько, иногда десятки юридических лиц. К примеру, одно юридическое лицо является владельцем активов, другое занимается производством, третье — ведет работу по сбыту и снабжению, четвертое — в постоянном предбанкротном состоянии. В этих условиях особое значение приобретает создание эффективных корпоративных комплаенс-процедур и надежных организационно-договорных отношений, опирающихся на соблюдение международных антикоррупционных стандартов. Так, в практику заключения договоров вводится включение положений об антикоррупционной оговорке.

Есть основания говорить о коррупционных проявлениях в сфере регулирования наемного труда. Ряд изменений трудового законодательства в частности свидетельствует о внедрении антикоррупционных требований применительно к трудовым отношениям, что подтверждает расширение сферы рассмотрения антикоррупционных ограничений за пределы публичной сферы. В трудовых отношениях коррупция отличается повышенной степенью латентности, ее весьма сложно обнаружить и тем более пресечь. Примером коррупции в сфере организации и использования труда работников является теневая экономика. В ее основе — беспредельная хозяйская власть, поиск максимальных возможностей для увеличения прибыли. В теневой экономике имеет место взаимная выгода как работодателя, так и работника, тем более, что потери последнего в отдаленной перспективе полностью компенсируются сиюминутными материальными выгодами. Инициаторами и организаторами

«серых» и «черных» заработных плат, двойной бухгалтерии выступает всегда работодатель, но работнику это зачастую выгодно, поскольку работодатель делится с ним [1].

Несмотря на то, что понятие справедливости это оценочная и субъективная категория, право основано на данном принципе и при регулировании общественных отношений в нормах права реализуются оптимальные общепринятые представления о справедливости. Так, задачей трудового законодательства является оптимальное согласование интересов сторон трудовых отношений, а также учет интересов государства. Трудовое право относится к публично-частной отрасли права. В случае наличия в сфере наемного труда конфликта интересов, в основе которого лежат коррупционные проявления, это может повлечь социальный конфликт, что создает угрозу для стабильности функционирования государства. Как справедливо отмечается «задача права — создать такие универсальные механизмы, которые, во-первых, отражали бы общечеловеческие ценности; во-вторых, предлагали бы универсальные правовые способы разрешения социальных конфликтов (основная функция права), независимые от сугубо политических или иных соображений целесообразности; и, наконец, переходя на иной уровень обобщения, способствовали бы сохранению мира и человечности, то есть нашей цивилизации права» [5].

Как отмечает доктор юридических наук, профессор А. М. Куренной «рынок сам по себе не решает вопросы социальной защиты, в том числе и вопросы справедливости вообще и социальной справедливости в частности. И поскольку работники составляют абсолютное большинство населения, государство должно быть в этом плане максимально осторожным, дабы не создать взрывоопасную ситуацию. Практика показывает, что обе стороны трудовых отношений нередко не являются идеальными партнерами, о чем свидетельствует, в частности значительное количество трудовых споров в судах...» [6].

Согласно ст. 2 Трудового кодекса Российской Федерации (далее — ТК РФ) [16] к принципам правового регулирования трудовых отношений законодатель относит обеспечение права каждого работника на *справедливые* условия труда, в том числе условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены, права на отдых, включая ограничения рабочего времени, предоставления ежегодного отдыха, выходных и нерабочих праздничных дней, оплачиваемого ежегодного отпуска.

Российская Федерация провозглашает высшей ценностью права и свободы человека и гражданина. Сущность конституционного принципа приоритета прав и свобод человека и гражданина состоит в создании условий для активного участия самого населения в государственном управлении, а также в организации такой деятельности государственного аппарата, которая гарантировала бы права и законные интересы каждого гражданина в социальной, экономической и всех других сферах жизни общества. Согласно ч. 1 ст. 7 Конституции Российской Федерации наше государство — социальное государство, политика которого направлена на создание условий, обеспечивающих достойную жизнь и свободное развитие человека. Социальное государство заботится о благосостоянии своих граждан, их социальной защищенности, создает необходимые условия для равного и справедливого получения доступа к социальным услугам, реализации возможностей каждого гражданина. Если в силу возраста, состояния здоровья, по другим независящим от него причинам

человек не может трудиться и не имеет достаточного дохода для обеспечения прожиточного минимума себе и своей семье, он вправе рассчитывать на получение соответствующей помощи, материальной поддержки со стороны государства и общества. Конституция Российской Федерации связывает обязанности социального государства с охраной труда и здоровья людей, установлением государственного минимального размера оплаты труда, с обеспечением государственной поддержки семьи, материнства, отцовства и детства, лиц с ограниченными возможностями здоровья и пожилых граждан, развитием системы социальных служб, установлением государственных пенсий, пособий и иных гарантий социальной защиты.

Коррупционные проявления противодействуют становлению социального государства. Коррупция подрывает основы социальной политики государства, препятствует получению на равных условиях бесплатных социальных благ и услуг, нарушает принципы равноправия и социальной справедливости. Формирование социального и справедливого государства невозможно при высоком уровне коррупции в системе государственного управления.

Как полагает В. Д. Зорькин ослабление социальной политики государства связано с резким ускорением научно-технологического развития. В результате автоматизации, информатизации и роботизации производства миллионы людей выталкиваются из сферы производственной деятельности, пополняя ряды прекариата. Понятие «прекариат» (от англ. precarious — случайный, нестабильный), введенное когда-то для обозначения сезонных работников, сейчас относится к огромному слою людей (до 30 % работающих в развитых странах). Этот, как считает ряд специалистов, зарождающийся новый класс охватывает самые разные слои населения: от творческой элиты, представители которой имеют большие, но не гарантированные заработки, до безработных и иных обездоленных. На этом фоне особенно тревожным выглядит тот факт, что у нас огромная доля работающего населения фактически находится за чертой бедности или около нее (доля таких работников по разным оценкам варьируется от 25 до 30 % от всех работающих). В итоге мы получаем неприемлемую с точки зрения права ситуацию ограниченного доступа широких слоев населения к социальным услугам, социальным благам (и прежде всего к таким, как медицина и образование), социальным лифтам, социальной защищенности и т. д. А ведь все это, в свою очередь, способствует раскручиванию спирали еще большего социально-экономического неравенства [4].

Становление социального государства непосредственно связано с разработкой и реализацией комплексных эффективных мер по противодействию коррупции как на федеральном, так и на региональном, местном и локальном уровнях.

Целью антикоррупционной политики государства является создание эффективных административно-правовых средств предупреждения и пресечения коррупции в системе государственной службы в широком значении этого понятия, а также решение целого ряда иных социально-экономических проблем. При этом проблематика прав гражданина, проходящего государственную службу, является такой же актуальной, как проблематика прав наемного работника. Противодействие коррупции осуществляется посредством комплекса мер, в том числе посредством социально-экономических мер в плоскости трудовых отношений, — это повышение качества жизни граждан, сокращение безработицы и неформальной занятости, легализация

трудовых отношений, законодательное урегулирование нетипичных форм занятости, создание рабочих мест, обеспечение достойной оплаты труда, надлежащий контроль со стороны государства и институтов гражданского общества за соблюдением трудовых прав работников.

Указ Президента РФ от 31.12.2015 № 683 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации» [10] определяет в качестве одного из базовых принципов стратегического планирования политики государства в области государственной, экономической, транспортной, энергетической, экологической безопасности, безопасности общества и личности консолидацию органов государственной власти, местного самоуправления и иных институтов политической системы российского общества для создания реальных условий, гарантирующих правовую защищенность интересов личности в сфере реализации конституционных прав и свобод. В числе основных угроз государственной и общественной безопасности значительное место занимает коррупция, проявляющаяся в росте преступности в системе органов государственной власти и самоуправления, оказывающая воздействие на развитие институтов гражданского общества, подрывающая доверие населения к национальной политике государства, влекущая политическую нестабильность и порождающая распространение антигосударственной идеологии, наносящая ущерб гражданскому миру и согласию.

В настоящее время в законодательстве Российской Федерации внедрены антикоррупционные положения. Так, федеральный закон от 25.12.2008 № 273-ФЗ «О противодействии коррупции» [14] устанавливает правовые основы противодействия коррупции, дает определение конфликта интересов, понятие личной заинтересованности и др. Федеральный закон от 27.07.2004 № 79-ФЗ «О государственной гражданской службе Российской Федерации» [15] имеет достаточное количество антикоррупционных мер. К их числу можно отнести конкурсный отбор кандидатов при поступлении на государственную службу; включение должностного лица в кадровый резерв государственной службы; ротацию государственных служащих; представление сведений о доходах и др. Антикоррупционным является и механизм уведомления представителя нанимателя о желании лица, замещающего должность государственного служащего, заниматься иной оплачиваемой деятельностью.

Антикоррупционные нормы содержатся и в положениях трудового законодательства, в части институтов заключения и прекращения трудового договора, особенностей регулирования труда отдельных категорий работников и др.

Анализ раздела 4 ТК РФ позволяет заключить, что новые направления дифференциации правового регулирования дают основания говорить о тенденции расширения целей и задач трудового законодательства. Современное российское трудовое законодательство направлено не только на защиту прав и интересов работников и работодателей, как это провозглашено в ст. 1 ТК РФ, но и на защиту интересов государства и общества в целом. Свидетельством тому служат антикоррупционные ограничения и ограничения на занятия трудовой деятельностью в сфере образования, воспитания, развития несовершеннолетних лиц, подвергавшихся уголовному преследованию за некоторые преступления. Более того, в отдельных случаях специальные нормы трудового законодательства направлены на защиту интересов иных участников социума. К примеру, некоторые нормы, ограничивающие переход спортсменов от одного работодателя к другому (из одного спортивного клуба

в другой), устанавливающие правила о направлении спортсменов, тренеров в спортивные сборные команды Российской Федерации, не что иное, как защита национальных спортивных интересов, интересов общероссийских спортивных организаций и спортивных болельщиков [7].

Статья 349.5 ТК РФ устанавливает, что информация о рассчитываемой за календарный год среднемесячной заработной плате руководителей, их заместителей и главных бухгалтеров государственных внебюджетных фондов Российской Федерации, территориальных фондов обязательного медицинского страхования, государственных и муниципальных учреждений, государственных и муниципальных унитарных предприятий размещается в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» на официальных сайтах государственных органов, органов местного самоуправления, организаций, осуществляющих функции и полномочия учредителя соответствующих фондов, учреждений, предприятий, если иное не предусмотрено ТК РФ, другими федеральными законами, иными нормативными правовыми актами Российской Федерации.

К антикоррупционным нормам при регулировании заключения и прекращения трудовых отношений можно отнести положения статьи 64.1 ТК РФ. Статья 64.1 ТК РФ содержит условия заключения трудового договора с бывшими государственными и муниципальными служащими. Граждане, замещавшие должности государственной или муниципальной службы, перечень которых устанавливается нормативными правовыми актами Российской Федерации, в течение двух лет после увольнения с государственной или муниципальной службы имеют право замещать должности в организациях, если отдельные функции государственного управления данными организациями входили в должностные (служебные) обязанности государственного или муниципального служащего, только с согласия соответствующей комиссии по соблюдению требований к служебному поведению государственных или муниципальных служащих и урегулированию конфликта интересов, которое дается в порядке, устанавливаемом нормативными правовыми актами Российской Федерации.

Законодательную основу деятельности комиссии по соблюдению требований к служебному поведению служащих и урегулированию конфликта интересов составляют нормы федерального, регионального законодательства, а также муниципальные правовые акты. Среди них можно назвать Указ Президента РФ от 01.07.2010 № 821 «О комиссиях по соблюдению требований к служебному поведению федеральных государственных служащих и урегулированию конфликта интересов» [11], на региональном уровне действует указ губернатора Ивановской области от 21.09.2010 № 122-уг «О мерах по реализации отдельных положений федерального закона от 25.12.2008 № 273-ФЗ «О противодействии коррупции» [13].

Граждане, замещавшие должности государственной или муниципальной службы, перечень которых устанавливается нормативными правовыми актами Российской Федерации, в течение двух лет после увольнения с государственной или муниципальной службы обязаны при заключении трудовых договоров сообщать работодателю сведения о последнем месте службы. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях (далее — КоАП РФ) содержит состав административного правонарушения в отношении работодателя: незаконное привлечение к трудовой деятельности либо к выполнению работ или оказанию услуг государственного

или муниципального служащего либо бывшего государственного или муниципального служащего.

Работодатель при заключении трудового договора с гражданами, замещающими должности государственной или муниципальной службы, перечень которых устанавливается нормативными правовыми актами Российской Федерации, в течение двух лет после их увольнения с государственной или муниципальной службы обязан в десятидневный срок сообщать о заключении такого договора представителю нанимателя (работодателю) государственного или муниципального служащего по последнему месту его службы в порядке, устанавливаемом нормативными правовыми актами Российской Федерации. Перечень должностей установлен на федеральном уровне Указом Президента РФ от 18.05.2009 № 557 [12].

Статья 19.29 КоАП РФ устанавливает ответственность за незаконное привлечение к трудовой деятельности либо к выполнению работ или оказанию услуг государственного или муниципального служащего либо бывшего государственного или муниципального служащего. Привлечение работодателем либо заказчиком работ (услуг) к трудовой деятельности на условиях трудового договора либо к выполнению работ или оказанию услуг на условиях гражданско-правового договора государственного или муниципального служащего, замещающего должность, включенную в перечень, установленный нормативными правовыми актами, либо бывшего государственного или муниципального служащего, замещавшего такую должность, с нарушением требований, предусмотренных федеральным законом от 25 декабря 2008 года № 273-ФЗ «О противодействии коррупции», влечет наложение административного штрафа на граждан в размере от двух тысяч до четырех тысяч рублей; на должностных лиц — от двадцати тысяч до пятидесяти тысяч рублей; на юридических лиц — от ста тысяч до пятисот тысяч рублей.

Согласно Обзору судебной практики по делам о привлечении к административной ответственности, предусмотренной статьей 19.29 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях [9], при рассмотрении этой категории дел об административных правонарушениях положения КоАП РФ и законодательства о противодействии коррупции в большинстве случаев применяются правильно. Вместе с тем были выявлены случаи неоднозначного толкования судьями судов общей юрисдикции положений статьи 19.29 КоАП РФ и федерального закона «О противодействии коррупции», которые нуждаются в уточнении. Суд приходит к следующим выводам:

1. Несоблюдение работодателем (заказчиком работ, услуг) обязанности, предусмотренной частью 4 статьи 12 федерального закона «О противодействии коррупции», в отношении бывшего государственного или муниципального служащего, замещавшего должность, включенную в перечень, утвержденные нормативными правовыми актами Российской Федерации, образует объективную сторону состава административного правонарушения, предусмотренного статьей 19.29 КоАП РФ, независимо от того, входили ли в должностные обязанности государственного или муниципального служащего функции государственного, муниципального (административного) управления организацией, заключившей с ним трудовой договор и (или) гражданско-правовой договор (договоры), стоимость выполнения работ (оказание услуг) по которому (которым) в течение месяца превышает сто тысяч рублей.

2. Предусмотренная частью 4 статьи 12 федерального закона «О противодействии коррупции» обязанность возникает у работодателя при заключении

с бывшим государственным или муниципальным служащим, замещавшим должность, включенную в перечни, утвержденные нормативными правовыми актами Российской Федерации, трудового договора вне зависимости от размера предусмотренной им заработной платы, а гражданско-правового договора (гражданско-правовых договоров), если стоимость выполняемых работ (оказываемых услуг) по такому договору (договорам) превышает сто тысяч рублей в месяц.

3. Обязанность в десятидневный срок сообщать о заключении трудового договора (служебного контракта) с бывшим государственным (муниципальным) служащим, замещавшим должность, включенную в перечень, установленный нормативными правовыми актами Российской Федерации, представителю нанимателя (работодателю) государственного или муниципального служащего по последнему месту его службы у представителя нанимателя (работодателя) не возникает в том случае, если бывший служащий осуществляет свою служебную (трудовую) деятельность в государственном (муниципальном) органе либо государственном (муниципальном) казенном учреждении. Такое несообщение не образует объективную сторону состава административного правонарушения, предусмотренного ст. 19.29 КоАП РФ.

4. Работодатель при заключении трудового или гражданско-правового договора на выполнение работ (оказание услуг) в течение месяца стоимостью более ста тысяч рублей с гражданином, замещавшим должности государственной или муниципальной службы, перечень которых устанавливается нормативными правовыми актами Российской Федерации, в течение двух лет после его увольнения с государственной или муниципальной службы обязан в десятидневный срок сообщать о заключении такого договора представителю нанимателя (работодателю) государственного или муниципального служащего только по последнему месту его службы.

5. Субъектом административного правонарушения, состав которого предусмотрен статьей 19.29 КоАП РФ, выступает не любое должностное лицо, а лишь то, на которое в силу закона возложена обязанность по соблюдению требований части 4 статьи 12 федерального закона «О противодействии коррупции».

6. Отсутствие у работодателя сведений о замещении гражданином в течение предшествующих трудоустройству двух лет должности государственной (муниципальной) службы, включенной в установленный нормативными правовыми актами перечень, свидетельствует об отсутствии его вины и, соответственно, состава административного правонарушения, предусмотренного статьей 19.29 КоАП РФ.

7. Невыполнение гражданином, замещавшим должности государственной или муниципальной службы, перечень которых устанавливается нормативными правовыми актами Российской Федерации, предусмотренной частью 2 статьи 14 федерального закона «О противодействии коррупции» обязанности может свидетельствовать об отсутствии вины работодателя бывшего государственного (муниципального) служащего в совершении административного правонарушения, состав которого предусмотрен статьей 19.29 КоАП РФ, при невозможности получения соответствующей информации из трудовой книжки гражданина.

8. Административное правонарушение, состав которого предусмотрен статьей 19.29 КоАП РФ, ввиду особой значимости охраняемых



законом общественных отношений, выступающих объектом посягательства этого административного правонарушения, не может быть признано малозначительным.

Положения пункта 7.1 части 1 статьи 81 ТК РФ относятся также к нормам антикоррупционной направленности. Трудовой договор может быть расторгнут работодателем в случае непринятия работником мер по предотвращению или урегулированию конфликта интересов, стороной которого он является, непредставления или представления неполных или недостоверных сведений о своих доходах, расходах, об имуществе и обязательствах имущественного характера либо непредставления или представления заведомо неполных или недостоверных сведений о доходах, расходах, об имуществе и обязательствах имущественного характера своих супруга (супруги) и несовершеннолетних детей, открытия (наличия) счетов (вкладов), хранения наличных денежных средств и ценностей в иностранных банках, расположенных за пределами территории Российской Федерации, владения и (или) пользования иностранными финансовыми инструментами работником, его супругом (супругой) и несовершеннолетними детьми в случаях, предусмотренных настоящим Кодексом, другими федеральными законами, нормативными правовыми актами Президента Российской Федерации и Правительства Российской Федерации, если указанные действия дают основание для утраты доверия к работнику со стороны работодателя. Понятие «иностранные финансовые инструменты» используется в ТК РФ в значении, определенном федеральным законом от 7 мая 2013 года № 79-ФЗ «О запрете отдельным категориям лиц открывать и иметь счета (вклады), хранить наличные денежные средства и ценности в иностранных банках, расположенных за пределами территории Российской Федерации, владеть и (или) пользоваться иностранными финансовыми инструментами». Сведения о применении к работнику дисциплинарного взыскания в виде увольнения в связи с утратой доверия на основании пункта 7.1 части первой настоящей статьи включаются работодателем в реестр лиц, уволенных в связи с утратой доверия, предусмотренный статьей 15 федерального закона от 25 декабря 2008 года № 273-ФЗ «О противодействии коррупции».

Таким образом, в настоящее время в отечественном законодательстве установлены антикоррупционные требования и ответственность за их нарушение. Наблюдается тенденция распространения норм, регламентирующих отношения по урегулированию конфликта интересов, не только на государственных гражданских и муниципальных служащих. Изменения трудового законодательства в частности свидетельствует о внедрении антикоррупционных требований применительно к трудовым отношениям, что подтверждает расширение сферы рассмотрения антикоррупционных ограничений за пределы публичной сферы. Антикоррупционные нормы распространяются на все больший круг лиц и охватывают новые общественные отношения, что способствует реализации принципа справедливости и концепции развития социального государства. Есть основания говорить о коррупционных проявлениях в сфере регулирования наемного труда.

*Библиографический список*

1. *Абузарова Н. А.* Противодействие коррупции в трудовых отношениях // Журнал российского права. 2018. № 6. С. 52—60.
2. Большой юридический словарь / под ред. д-ра юрид. наук, проф. А. Я. Сухарева. 2007. 858 с.
3. *Зорькин В.* Буква и дух Конституции // Российская газета. 2018. Федеральный выпуск. № 226 (7689).
4. *Зорькин В.* Право метамодерна: постановка проблемы: лекция на IX Петербургском международном юридическом форуме. СПб., 16 мая 2019 года // Российская газета. 2019. 16 мая. URL: <https://rg.ru/2019/05/16/zorkin-priverzhennost-vernoy-filosofii-prava-pozvoliaet-tvorit-dobro.html>
5. *Зорькин В.* Право будущего в эпоху цифр. Индивидуальная свобода или сильное государство? // Российская газета. 2020. Федеральный выпуск. № 83 (8137).
6. *Куренной А. М.* Право и справедливость в российской системе регулирования трудовых отношений // Трудовое право в России и за рубежом. 2018. № 4. С. 3—7.
7. Кодификация российского частного права / В. В. Витрянский, С. Ю. Головина, Б. М. Гонгало и др.; под ред. П. В. Крашенинникова. М.: Статут, 2015. 447 с.
8. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях: федеральный закон от 30.12.2001 № 195-ФЗ // Российская газета. 2001. № 256. 31 дек.
9. Обзор судебной практики по делам о привлечении к административной ответственности, предусмотренной статьей 19.29 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях // Бюллетень Верховного Суда РФ. 2017. № 4, апрель.
10. О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации: Указ Президента РФ от 31.12.2015 № 683 // Официальный интернет-портал правовой информации 31.12.2015.
11. О комиссиях по соблюдению требований к служебному поведению федеральных государственных служащих и урегулированию конфликта интересов: Указ Президента РФ от 01.07.2010 № 821 // Собрание законодательства Российской Федерации. 5.07.2010. № 27. Ст. 3446.
12. Об утверждении перечня должностей федеральной государственной службы, при замещении которых федеральные государственные служащие обязаны представлять сведения о своих доходах, об имуществе и обязательствах имущественного характера, а также сведения о доходах, об имуществе и обязательствах имущественного характера своих супруги (супруга) и несовершеннолетних детей: Указ Президента РФ от 18.05.2009 № 557 // Российская газета. 2009. № 89. 20 янв.
13. О мерах по реализации отдельных положений федерального закона от 25.12.2008 № 273-ФЗ «О противодействии коррупции»: указ губернатора Ивановской области от 21.09.2010 № 122-уг.
14. О противодействии коррупции: федеральный закон от 25.12.2008 № 273-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. 29.12.2008. № 52. Ст. 6228.
15. О государственной гражданской службе Российской Федерации: федеральный закон от 27.07.2004 № 79-ФЗ // Российская газета. 2004. № 162. 31 июля.
16. Трудовой кодекс Российской Федерации: федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ // Российская газета. 2001. № 256. 31 дек.
17. *Хабриева Т. Я.* Коррупция и правопорядок в фокусе современной юридической доктрины // Журнал зарубежного законодательства и сравнительного правоведения. 2016. № 59. С. 5—13.
18. *Хабриева Т. Я., Абузарова Н. А., Курбанов Р. А.* Правовые основы противодействия коррупции: международные стандарты и инициативы. М.: Проспект, 2019. Т. 1. 528 с.

УДК 347.1  
ББК 67.404

*Е. А. Крутий*

## **ИНСТИТУТ ВНЕКОНКУРСНОГО ОСПАРИВАНИЯ СДЕЛОК, СОВЕРШЕННЫХ ДОЛЖНИКОМ В УЩЕРБ ИНТЕРЕСАМ КРЕДИТОРОВ: ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ В РОССИИ**

Статья посвящена институту внеконкурсного оспаривания правовых актов должника, совершенных в ущерб интересам кредиторов, в российском праве. Автор рассматривает развитие данного правового явления на трех исторических этапах: а) имперском (дореволюционном), б) советском и в) современном. Проведенный анализ показал, что наиболее детальное правовое регулирование указанного механизма оспаривания получил в предреволюционной России, однако его современное правовое регулирование нельзя признать достаточным.

**Ключевые слова:** правовые акты, совершенные должником в ущерб интересам кредиторов; внеконкурсное оспаривание; недействительность сделки; злоупотребление правом.

*Е. А. Krutij*

## **THE INSTITUTE OF THE COMPETITION OF TRANSACTIONS COMMITTED BY A DEBTOR TO THE DETRIMENT OF THE INTERESTS OF CREDITORS OUTSIDE OF THE INSOLVENCY PROCEDURE: HISTORY OF THE FORMATION IN RUSSIA**

The article is devoted to the institution of the competition of debtor's legal acts committed to the detriment of the interests of creditors outside of the insolvency procedure in Russian law. The author considers the development of this legal phenomenon at three historical stages: a) imperial (pre-revolutionary), b) Soviet and c) modern. The analysis showed that the most detailed legal regulation of this competition mechanism existed in the pre-revolutionary Russia. Its modern legal regulation cannot be considered adequate.

**Key words:** legal acts committed by a debtor to the detriment of the interests of creditors; competition outside of the insolvency procedure; invalidity of the transaction; abuse of the right.

Проблема оспаривания сделок, совершенных должником в ущерб интересам кредиторов, известна еще римскому праву. Ей было посвящено учение о фраздаторных исках (action Pauliana) [3, стб. 2150], в рамках которого подобные действия недобросовестного должника получили название фраздаторных.

Оспаривание фраздаторных актов должника во внеконкурсном порядке на протяжении последних трех веков развития российской цивилистики остается предметом острой дискуссии. Об этом свидетельствует предлагаемый небольшой исторический экскурс в становление данного института.

Основными этапами становления правового регулирования фраздаторных актов в России являются: а) имперский, б) советский и в) современный.

---

© Крутий Е. А., 2020

• Серия «Естественные, общественные науки»

## 1. Имперский этап становления института

В Российской Империи процесс становления института фраздаторных актов включал два наиболее значимых периода. Первый период хронологически относится к 1835—1916 гг., охватывая вступление в силу Свода законов Российской Империи и законодательную реформу рассматриваемого института. Второй период (предреволюционный) охватывает небольшой промежуток времени (июль 1916 — октябрь 1917), в течение которого действовал новый закон об оспаривании фраздаторных актов должника.

В **первый период** (1835—1916) оспаривание таких актов регулировалось разрозненными нормами. Основным исследователем данной проблемы в этот период являлся петербургский профессор А. Х. Гольмстен. Ученый посвятил отдельную монографию рассмотрению таких вопросов, как природа и основание возникновения права оспаривания фраздаторных актов, их объективная и субъективная сторона, объект оспаривания и др. [2].

Оспаривание фраздаторных действий во внеконкурсном порядке основывалось на ст. 1528 и 1529 ч. I т. X Свода законов Российской Империи [10, с. 130]. В частности, первая статья предписывала, что «цель договора должна быть непротивна законам, благочинию и общественному порядку». Из данного правила вытекало закрепленное во второй статье особое основание ничтожности сделки — незаконность преследуемой сторонами цели: «Договор недействителен и обязательство ничтожно, если побудительная причина к заключению оногo есть достижение цели, законом запрещенной, как то, когда договор клонится <...> 2) к подложному переукреплению имения во избежание платежа долгов...».

Оспаривание фраздаторных действий в конкурсном порядке регулировалось ст. 460—462 Устава судопроизводства торгового [6, с. 295—302], посвященными торговой несостоятельности, и ст.ст. 367—369, 373 главы III «О правах и ответственности супругов при несостоятельности одного из них по удовлетворению взысканий» раздела V Положения о взысканиях по бесспорным делам казны [11, с. 679—680], посвященными неторговой несостоятельности.

Недостаток нормативно-правового регулирования в этот период компенсировался обширной судебной практикой по данной категории споров, на основе которой был сформулирован ряд следующих существенных положений:

Законодательство предусматривает два порядка оспаривания фраздаторных сделок: 1) общий, «более строгий (с точки зрения заинтересованных кредиторов)» и 2) специальный, «более льготный», предопределяемый формальным открытием несостоятельности и касающийся сделок, заключенных как незадолго до этого момента, так и после него [4, стб. 2193].

Объективным основанием недействительности фраздаторных сделок является нарушение требований закона о погашении долга путем обращения взыскания на имущество должника во внеконкурсном или конкурсном порядке. Формой нарушения выступает сокрытие должником своего имущества в результате действий по его передаче третьим лицам. Следствием несоблюдения требований закона являлось нарушение прав кредиторов на удовлетворение долга в связи с неисполнением корреспондирующей этому праву обязанности должника предоставить свое имущество для обращения на него взыскания.

Субъективным основанием недействительности указанных действий является так называемое фраздаторное намерение, т. е. намерение передать

свое имущество во вред кредиторам, во избежание уплаты долгов. Кроме того, требовалось знание о фраздаторном намерении должника со стороны его контрагента.

Общим условием наступления последствий недействительности фраздаторной сделки являлся недостаток оставшегося у должника имущества.

Под фраздаторными сделками понимались любые действия, направленные на сокрытие имущества должника во вред кредиторам. Это любые акты должника, содержащие в себе признаки незаконной передачи (переоформления на имя) имущества третьим лицам во избежание уплаты долга.

Мнимые сделки отграничивались от фраздаторных. Специальным видом фраздаторных сделок являлись сделки, заключенные в сомнительный период.

Фраздаторные сделки признавались как условно, так и безусловно недействительными (ничтожными). *Условно (или относительно) недействительными (ничтожными)* при внеконкурсном оспаривании являлись фраздаторные сделки должника с любым третьим лицом (посторонним лицом либо родственником), при конкурсном оспаривании — только с посторонним лицом. *Безусловно (или абсолютно) недействительными* являлись фраздаторные сделки должника со своими родственниками, которые оспаривались в конкурсном порядке.

*Общим последствием* недействительности фраздаторных сделок при внеконкурсном оспаривании являлась реституция (возврат сторон в первоначальное положение), при конкурсном оспаривании — поступление спорного наличного имущества должника в конкурсную массу. Если же имущество уже было повторно отчуждено третьему лицу, конкурсное право предусматривало исключение из общего правила: данные сделки об отчуждении признавались действительными и право собственности третьего лица (последнего приобретателя) на это имущество сохранялось.

*Специальное правовое последствие* предусматривалось на случай оспаривания фраздаторных сделок в конкурсном порядке и заключалось в возмещении супругом несостоятельного *убытков*, возникших в результате дальнейшего отчуждения полученного от должника имущества третьему лицу либо передачи его в залог. Размер убытков определялся стоимостью имущества несостоятельного либо размером долга, в обеспечение возврата которого возник залог.

**Второй период** (1916—1917) был ознаменован принятием Закона от 03.07.1916 об оспаривании сделок, совершенных должником во вред кредиторам (далее — Закон 1916 г.). Он реформировал общий порядок оспаривания указанных сделок и не касался специального вида фраздаторных актов-сделок, заключенных несостоятельным должником в подозрительный (сомнительный) период.

Следует признать, что Закон 1916 г. являлся одним из наиболее прогрессивных правовых актов Российской Империи, основанным на опыте римских юристов и зарубежных правовых порядков, прежде всего германского. Одним из разработчиков данного закона, продолживших исследование института фраздаторных актов, являлся другой известный петербургский профессор Д. Д. Гримм [3—5]. Данный правовой акт просуществовал всего лишь год до смены в России социально-политического строя. Однако он сохранил свою актуальность и в наши дни, в частности, из-за отсутствия правового регулирования фраздаторных актов в современном российском праве.

По этой причине его основные положения заслуживают более детального рассмотрения.

Во-первых, Закон 1916 г. определил *субъектов* права оспаривания. Активными субъектами (истцами) признавались отдельные кредиторы и конкурсная масса, которой отдавалось предпочтение при коллизии интересов. Пассивными субъектами (ответчиками) являлись а) должники, б) дестинаторы (лица, в пользу которых заключались сделки) и в) наследники и иные правопреемники указанных лиц (при соблюдении ряда условий).

Во-вторых, *объектами* права оспаривания являлись: а) сделки (возмездные и безвозмездные, двусторонние и односторонние), б) любое действие и бездействие (упущение), совершенные во вред кредиторам (уничтожение долгового обязательства, судебное или внесудебное незаконное признание долгов, пропуск срока предъявления векселя к платежу или протесту и т. д.) [13, с. 158].

В-третьих, *условия возникновения* права оспаривания подразделялись на формальные и материальные. К *формальным* условиям относились наличие у кредитора требования, имеющего исполнительную силу, или объявление должника несостоятельным (т. е. возбуждение в отношении него дела о несостоятельности). *Материальные* условия включают объективные и субъективные обстоятельства (моменты). К первым относится причинение сделкой имущественного вреда (убытков) кредиторам. Ко вторым — направление воли, намерение сторон. В одном случае закон требовал намерения причинить вред кредиторам со стороны должника и знание об этом третьего лица, в другом — только фраздаторного намерения должника, в третьем — достаточно было объективного факта причинения вреда.

Презумпция недобросовестности (*praesumptiodoli*) устанавливалась в отношении супругов и известных близких родственников и свойственников должника, с которым последний заключил сделку. В остальных случаях материальное субъективное условие определялось в зависимости от характера сделки. Возмездные сделки могли быть оспорены при недобросовестности обеих сторон. Субъективный момент в безвозмездных сделках учитывался в зависимости от момента заключения сделки. Для оспаривания безвозмездных сделок, заключенных в течение 5 лет, но ранее чем за год до предъявления иска кредитором или объявления должника несостоятельным, достаточно одного только фраздаторного намерения должника. Безвозмездные сделки, заключенные в течение годовичного периода до указанного момента, могли оспариваться при отсутствии субъективного и наличии одного только объективного момента.

В-четвертых, *последствиями осуществления права оспаривания* выступали:

— признание сделки недействительной. Причем недействительность сделки носила относительный характер, что выражалось в двух ее особенностях: а) возможности оспаривания только потерпевшими (кредиторами), а не сторонами или иными лицами и б) утрате сделкой юридической силы только в отношении отдельных кредиторов или конкурсной массы, инициировавших оспаривание;

— возврат имущества в целях удовлетворения требований кредиторов.

В-пятых, *содержание права оспаривания* фраздаторных сделок сводилось к порядку реализации требования о возврате имущества должника.

Возврату подлежало все поступившее к третьему лицу имущество, включая плоды и иные доходы.

При невозможности возврата имущества в натуре уплачивалась его стоимость. Последнее правило должно было в большей мере обеспечить интересы кредиторов. В случае дальнейшего отчуждения имущества должника третьим лицом оно избавляло кредитора от необходимости предъявлять требование к последнему приобретателю, предусматривало альтернативную, юридически более доступную меру защиты. Применение данного правила зависело от субъекта оспаривания и добросовестности третьего приобретателя. Во-первых, если истцом выступал отдельный кредитор, то с третьего лица он мог взыскать имущество в части, покрывающей долг кредитора. Во-вторых, добросовестный приобретатель (третье лицо) нес ответственность только по безвозмездным сделкам и в пределах наличного обогащения, т. е. обогащения, имевшегося у него в наличии на момент предъявления требования (римский подход). В случае дальнейшего возмездного или безвозмездного отчуждения имущества должника ни третье лицо, ни его правопреемник ответственность не несли. В-третьих, недобросовестный приобретатель отвечал по возмездным сделкам даже в том случае, когда им был предоставлен равноценный эквивалент за полученное имущество. Возлагая ответственность в этом случае, законодатель исходил из того, что третье лицо знало о фраздаторном намерении должника и допустило, чтобы эквивалент полностью или в части выбыл из имущества должника. Однако при этом недобросовестный приобретатель сохранял право требовать от должника возврата эквивалента при отобрании полученного по сделке имущества. Дополнительное правило предусматривалось на случай открытия конкурсного производства в отношении должника. Если уплаченный должнику эквивалент поступал в конкурсную массу, недобросовестный приобретатель вправе был истребовать его «в той части, в которой масса остается обогащенной за счет означенного лица» [4, стб. 2198].

## 2. Советский этап становления института

В *постреволюционный период* недействительность сделок, заключенных в результате злоупотребления правом, следовала из ст. 30 ГК РСФСР (1922). В соответствии с данной статьей «недействительна сделка, совершенная с целью противной закону или в обход закона, а равно сделка, направленная к явному ущербу для государства». Хотя приведенное положение не оперирует термином «злоупотребление правом», оно позволяет отнести к данному виду правонарушений правовые акты, совершенные должником в ущерб кредиторам. Их можно рассматривать как сделки, совершенные с целью противной закону (а именно, с целью скрыть имущество от кредитора) или в обход закона (в случае мнимости сделки с имуществом должника).

В период нэпа проблема оспаривания сделок, совершенных в ущерб кредиторам, стояла довольно остро. Отечественный цивилист, изучавший данную проблему в данный период, А. С. Ратнер под «фраздаторными сделками» понимал сделки, «совершаемые недобросовестными должниками в целях переукрепления или обесценения своего имущества», направленные «на лишение кредиторов фактической возможности получить удовлетворение по их претензиям» [9, с. 911]. С помощью таких сделок должник во избежание платежа долгов передавал, обременял или иным способом обесценивал свое

имущество. А. С. Ратнер подчеркивал, что потребность в оспаривании подобных сделок во внеконкурсном порядке не исчезнет и после урегулирования конкурсного оспаривания сделок несостоятельного должника. Во-первых, не во всех случаях возможно объявление несостоятельности. Во-вторых, интересы кредиторов требуют защиты путем оспаривания фраздаторных сделок не только при несостоятельности, но и при фактической его неоплатности. Уже на этом этапе отмечалось пагубное влияние фраздаторных сделок на развитие торгового оборота, так как данные сделки лишали гражданский оборот необходимой устойчивости и подрывали основы кредита [9, с. 911].

Нельзя не отметить предпринятую А. С. Ратнером попытку разграничить фраздаторные и мнимые (фиктивные) сделки. У мнимых (фиктивных) сделок «внешнее содержание» не соответствует действительной воле сторон, оно лишь прикрывает собой никак не изменившиеся отношения сторон. Фраздаторные сделки, напротив, представляют собой соответствующее воле сторон соглашение, направленное на изменение их имущественных отношений и совершенное во вред интересам третьих лиц — кредиторов одной из сторон. Целью мнимой сделки может выступать переукрепление должником своего имущества на чужое имя лишь для вида, с сохранением фактически всех полномочий собственника. Автор допускает с некоторой оговоркой признание такой мнимой сделки в качестве разновидности фраздаторных сделок.

Признак соответствия воли волеизъявлению сторон по-разному выражен в мнимых и фраздаторных сделках. Он отсутствует у первого вида сделок и в полной мере присущ второму. Признак направленности воли сторон на причинение вреда имущественным интересам кредитора обязателен для фраздаторных сделок и факультативно может присутствовать у мнимых сделок. Различие сущностных признаков обоих видов сделок не только не позволяет их отождествлять, но и свидетельствует о спорности их обозначения одним термином «фраздаторный акт». Даже если мнимая и фраздаторная сделка преследуют одну цель — навредить кредиторам и в этом случае являются формами одного и того же явления — злоупотребления правом, различие их правовой природы остается довольно существенным.

Одно из предложений доктрины периода нэпа заключалось во включении в законодательство специального положения о возможности оспаривания кредиторами фраздаторных сделок своих должников при безуспешности обращения взыскания на имущество должника. Применение имевшейся ст. 30 ГК РСФСР (1922) не отвечало интересам кредиторов и не позволяло им защитить свои права. Признание фраздаторной сделки недействительной на основании этой статьи означало ее противозаконность. В свою очередь это вело не к восстановлению сторон в первоначальном состоянии и возврату отчужденного имущества в имущественную сферу должника, а к взысканию неосновательного обогащения, полученного сторонами по такой сделке, в доход государства на основании статьи 147 ГК РСФСР [9, с. 911—912].

Нетрудно заметить несогласованность правового регулирования недействительности сделок, предусмотренного ГК РСФСР (1922). Во-первых, согласно ст. 30 ГК РСФСР так называемая «обходная» сделка, создающая лишь «видимость правомерности» при реальной направленности на противоправный результат [12, с. 167], выступает разновидностью сделки, совершенной с целью противной закону. С другой стороны, направленность на причинение явного ущерба государству не могла рассматриваться в качестве самостоятельного критерия недействительности сделок [8, с. 25—26].



В связи с неоправданностью выделения трех указанных видов недействительных сделок в принятом впоследствии ГК РСФСР (1964) были предусмотрены два вида недействительных сделок, которые могли быть связаны со злоупотреблением правом со стороны должника. Первый вид — это сделки, не соответствующие требованиям закона (ст. 48). По сравнению с прежним ГК РСФСР (1922) данный законодательный акт использовал более общий критерий недействительности — несоответствие сделки требованиям закона. Второй вид сделки, представляющий собой особую разновидность первой, — сделка, совершенная с целью, заведомо противной интересам социалистического государства и общества (ст. 49). Правовые акты, совершенные в ущерб кредиторам, подлежали с учетом обстоятельств дела квалификации по ст. 14 Основ гражданского законодательства Союза ССР и союзных республик (1961) и ст. ст. 48, 49 ГК РСФСР (1964). Кроме того, к ним применялась ст. 5 Основ гражданского законодательства Союза ССР и республик (1961), запрещавшая осуществление гражданских прав в противоречии с их назначением.

### 3. Современный этап становления института

Как уже отмечалось, действующее российское гражданское законодательство не содержит специальных положений, регулирующих порядок внеконкурсного оспаривания юридических актов должника, заключенных в ущерб интересам его кредиторов. В связи с этим юридическая оценка подобных актов базируется, прежде всего, на общих принципах гражданского права, закрепленных в статьях 1 и 10 ГК РФ (1995).

В соответствии с п. 4 ст. 1 ГК РФ никто не вправе извлекать преимущество из своего недобросовестного поведения. В силу п. 1 ст. 10 ГК РФ не допускаются осуществление гражданских прав исключительно с намерением причинить вред другому лицу, действия в обход закона с противоправной целью, а также иное заведомо недобросовестное осуществление гражданских прав (злоупотребление правом). Перечисленные нормы закрепляют основополагающий принцип гражданского права — принцип недопустимости злоупотребления правом (недопустимости нарушения пределов осуществления субъективного права).

Исходя из приведенных норм, злоупотребление правом возможно в форме, когда злоупотребляющее лицо не преследует исключительную цель причинить вред другому лицу. Оно осуществляет права в своих имущественных интересах, одновременно причиняя вред другим лицам. Разновидностью такой формы злоупотребления правом, направленной на извлечение определенных имущественных выгод в ущерб другим лицам, являются юридические действия должника, совершенные с целью воспрепятствовать реализации права кредитора. Примером злоупотребления материальным правом может служить продажа имущества с целью его сокрытия от кредиторов, примером злоупотребления процессуальным правом — необоснованное предъявление должником встречных исковых требований [1, с. 300].

В соответствии с п. 2 ст. 168 ГК РФ сделка, нарушающая требования закона или иного правового акта и при этом посягающая на публичные интересы либо права и охраняемые законом интересы третьих лиц, ничтожна, если из закона не следует, что такая сделка оспорима или должны применяться другие последствия нарушения, не связанные с недействительностью сделки.

Соответственно, если совершение сделки нарушает запрет, установленный п. 1 ст. 10 ГК РФ, в зависимости от обстоятельств дела такая сделка может быть признана судом недействительной (пункты 1 или 2 ст. 168 ГК РФ). К сделке, совершенной в обход закона с противоправной целью, подлежат применению нормы гражданского законодательства, в обход которых она была совершена. В частности, такая сделка может быть признана недействительной на основании положений статьи 10 и пунктов 1 и 2 статьи 168 ГК РФ. При наличии в законе специального основания недействительности такая сделка признается недействительной по этому основанию (например, по правилам ст. 170 ГК РФ) [7].

Согласно абз. 1 п. 3 ст. 166 ГК РФ требование о применении последствий недействительности ничтожной сделки вправе предъявить сторона сделки, а в предусмотренных законом случаях также иное лицо.

Исходя из системного толкования п. 1 ст. 1, п. 3 ст. 166 и п. 2 ст. 168 ГК РФ иск лица, не являющегося стороной ничтожной сделки, о применении последствий ее недействительности может также быть удовлетворен, если гражданским законодательством не установлен иной способ защиты права этого лица и его защита возможна лишь путем применения последствий недействительности ничтожной сделки [7].

В связи с тем, что фраздаторные акты не соответствуют принципу недопустимости злоупотребления правом они нарушают закрепляющие этот принцип статьи 1 и 10 ГК РФ. Нарушение требований закона является основанием для признания таких актов недействительными в силу ст. 168 ГК РФ. Признание сделки недействительной и применение последствий ее недействительности является надлежащим способом защиты прав кредитора от последствий фраздаторных действий, так как действующим российским законодательством не предусмотрен на этот случай иной способ защиты его прав.

Таким образом, современное российское право использует сложную юридическую конструкцию по защите прав кредитора от фраздаторных действий должника. Оно квалифицирует такие акты в качестве форм злоупотребления правом и признает их недействительными на основании статей 10 и 168 ГК РФ при условии, что к ним не применимы специальные основания недействительности (статьи 169, 170 ГК РФ и т. п.). Объективные и субъективные условия оспаривания фраздаторных актов сформулированы только в многочисленной судебной практике на основании указанных положений закона.

Краткий исторический экскурс показал, что в имперский период институт оспаривания фраздаторных актов прошел два традиционных этапа развития. На первом этапе правовое регулирование осуществлялось посредством некоторых разрозненных норм, пробельность которых восполнялась положениями судебной практики. Второй этап характеризовался детальным регулированием института посредством принятия отдельного закона, основанного на систематизации ранее накопленного в данной области правового материала.

В советский период отсутствовала какая-либо специальная норма о фраздаторных актах. Слабое развитие гражданского оборота исключало потребность в такой норме. В большинстве случаев фраздаторное намерение должника затрагивало государственные интересы, которые в достаточной мере защищались правилами о недействительности противозаконных сделок.

Современное правовое регулирование фраздаторных актов находится на начальном этапе развития. В отличие от дореволюционного периода в нем

отсутствуют какие-либо специальные положения о данной категории юридических действий. Правовое регулирование таких действий ограничивается общими принципами гражданского права (ст. 10 ГК РФ), а восполнение пробелов закона осуществляется за счет применения аналогии закона (ст. 168, 167 ГК РФ) и положений, разработанных судебной практикой.

#### **Библиографический список**

1. Волков А. В. Злоупотребление гражданскими правами. Проблемы теории и практики. М.: Волтерс Клувер, 2009. 464 с.
2. Гольмстен А. Х. Учение о праве кредитора опровергать юридические акты, совершенные должником в его ущерб, в современной юридической литературе. СПб.: Типография М. М. Стасюлевича, 1894. 249 с.
3. Гримм Д. Д. Новый закон об оспаривании сделок, совершенных должниками во вред кредиторам // Право: еженедельная юридическая газета. 1916. № 40. Стб. 2145—2154.
4. Гримм Д. Д. Новый закон об оспаривании сделок, совершенных должниками во вред кредиторам // Право: еженедельная юридическая газета. 1916. № 41. Стб. 2193—2200.
5. Гримм Д. Д. Оспаривание актов, совершенных во вред кредиторам (По поводу законопроекта, внесенного в Государственную Думу) // Вестник Гражданского права. 1915. № 6. С. 10—53; № 7. С. 52—95.
6. Нюренберг А. М. Устав судопроизводства торгового. М.: Изд. юрид. книжного магазина «ПРАВОВЕДЕНИЕ» И. К. Голубева, 1913. 483 с. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=230367> (дата обращения: 01.02.2020).
7. О применении судами некоторых положений раздела I части первой Гражданского кодекса Российской Федерации: постановление Пленума Верховного Суда Российской Федерации от 23.06.2015 № 25 // Бюллетень Верховного Суда РФ. 2015. № 8. Доступ из СПС «КонсультантПлюс».
8. Рабинович Н. В. Недействительность сделок и ее последствия. Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1960. 171 с.
9. Ратнер А. С. Оспаривание сделок, совершенных должниками во вред кредиторам // Вестник советской юстиции. 1925. № 23. С. 911 и след.
10. Свод законов Российской Империи. Т. X. Ч. 1 // Свод законов Российской Империи: в 5 кн. / под ред. И. Д. Мордухай-Болтовского. СПб.: Русское Книжное Товарищество «Деятель», 1912. 441 с. Доступ из СПС «КонсультантПлюс».
11. Свод законов Российской Империи. Т. XVI // Свод законов Российской Империи: в 5 кн. / под ред. И. Д. Мордухай-Болтовского. СПб.: Русское Книжное Товарищество «Деятель», 1912. 706 с. Доступ из СПС «КонсультантПлюс».
12. Шахматов В. П. Составы противоправных сделок и обусловленные ими последствия. М.: Изд-во Томского ун-та, 1967. 311 с.
13. Шершеневич Г. Ф. Учебник русского гражданского права. 9-е изд. М.: Изд-во Бр. Башмаковых, 1911. 948 с.

УДК 378.09:34  
ББК 67.401.121

*Е. Л. Поцелуев*

## **ЮРИДИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ ИВГУ В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА: ПРАВОВЫЕ СИМВОЛЫ И ДОКУМЕНТЫ**

В статье показана актуальность выбранной темы, дано научное определение правовой символики и юридического документа. Автор изложил краткую историю Ивановского государственного университета, его структуру и символику вуза и его отдельных структурных единиц. Главное внимание уделено юридическим документам вуза и правовым документам студентов юридического факультета ИвГУ (студенческий билет, зачетная книжка) и преподавателей (документы о высшем образовании, документы о наличии ученых степеней и званий, трудовая книжка, трудовой договор и др.), в том числе подтверждающим их успехи в научной деятельности (гранты ИвГУ, РГНФ, РФФИ, ДААД; дипломы, почетные грамоты, сертификаты, благодарности и т. п.). В заключение сделаны выводы, вытекающие из содержания текста.

**Ключевые слова:** правовая символика, юридический документ, символика ИвГУ и его структурных подразделений, локальные нормативно-правовые акты, правоприменительные акты, документы студентов и преподавателей; документы о научных достижениях студентов и преподавателей; гранты ИвГУ, РГНФ, РФФИ, ДААД.

*E. L. Potseluev*

## **THE LAW FACULTY OF IVANOVO STATE UNIVERSITY AT THE START OF THE 21<sup>ST</sup> CENTURY: LEGAL SYMBOLS AND DOCUMENTS**

The topicality of the issue selected is disclosed, the scholarly definition of legal symbolics and legal document is given. The author presents a short history of Ivanovo State University, its structure and symbolics, as well as that of its separate structural entities. Principal attention is given to the University's legal documents and to legal documents of the students of the Law faculty (student's card and record book). Documents of faculty members certifying their education, possession of academic degrees and ranks, as well as their academic record, such as honorary diplomas, are described. The paper ends with conclusions being drawn from its content.

**Key words:** legal symbolics, legal document, symbolics of IvSU and its structural entities, local administrative acts, enabling acts, documents of students and faculty staff (those certifying their academic record, grants received from IvSU, Russian State Scholarly Foundation, Russian Foundation for Fundamental Research, German Academic Exchange Service DAAD).

### **Актуальность темы исследования**

Правовые символы «в качестве формы выражения права, широко используются для разрешения как традиционных, так и новейших задач правового, в том числе индивидуально-правового регулирования, подтверждая свою практическую значимость мировыми тенденциями, — пишет в 2014 г.

---

© Поцелуев Е. Л., 2020

в своем автореферате кандидатской диссертации «Правовые символы как средства правоприменительной техники» О. И. Шарно. — Правовые символы, комбинируя символы различных областей жизнедеятельности (культуры, философии, права) как способа передачи информации в условиях широкого применения информационных коммуникационных технологий обеспечивают легитимность правового регулирования; гласность, открытость, доступность и качество правовой коммуникации, кроме того, правовые символы как наглядные средства экономии правового воздействия способствуют снятию информационного (прежде всего текстового) перегруза» [9, с. 4—5].

Одним из важнейших средств регулирования общественных отношений «являются юридические документы, которые выступают правовой формой передачи юридически значимой информации». «Юридические документы пронизывают весь процесс правового регулирования. В первую очередь это связано с тем, что сами правила поведения всех участников правовых отношений закрепляются в юридических документах, — констатирует К. В. Каргин. — Необходимость изучения юридических документов состоит в том, что именно в них отражаются все элементы содержания (права и обязанности, ответственность, действия участников правоотношений; результаты этих действий...) и процедурно-процессуальные формы (...процедуры по принятию решений...) юридической практики» [4, с. 3]. Эти же аргументы ученый повторил в своей монографии «Юридические документы», изданной в 2008 г. [5, с. 7].

Есть очень верное выражение: право сопровождает человека от колыбели и до могилы, но это выражение можно в полной мере экстраполировать и на юридические документы: от свидетельства о рождении до свидетельства о смерти или признания судом индивида безвестно отсутствующим или объявления его умершим. Так и применительно к вузу и факультету: юридическое сопровождение идет с момента подачи документов абитуриентом, зачисления на конкретную образовательную программу, переводу с курса на курс или с одной формы обучения на другую, окончания учебы и в ряде случаев поступления на следующую степень высшего образования; а работников — с момента приема на работу (в том числе и выпускников нашего университета), перевода на другую работу или должность и окончания трудовых отношений с ИвГУ.

### Определение правовой символики и юридического документа

Доктор юридических наук, профессор М. Л. Давыдова (г. Волгоград) считает, что целесообразно понятие «правовой символ» употреблять в нескольких значениях: «В узком смысле под ним следует подразумевать символ, установленный или санкционированный действующим законодательством. Такие символы могут носить название нормативных или законодательных символов. Понятие «правовой символ» в широком смысле охватывает все символы, являющиеся частью правовой культуры данного общества, интегрированные в его правовую культуру. К ним относятся как символы, закрепленные законодательно, так и те, которые подобного закрепления не имеют, но воспринимаются людьми в качестве правовых, так как символизируют в общественном правосознании определенные правовые ценности (например, Фемиды как символа правосудия. — *Е. П.*)» [2, с. 291].

Лаконичное определение правового символа дает в автореферате своей кандидатской диссертации П. Д. Шалагинов. Он пишет, что «это создаваемый или санкционированный государством условный знак, ценностное образование, выражающий определенное юридически значимое содержание и охраняемый государством» [8, с. 8]. В условиях идеологического и политического плюрализма, наличия институтов гражданского общества и рыночной экономики, конечно, большинство правовых символов создают не государство и его органы. Это, во-первых. Во-вторых, на многие символы никто не посягает, поэтому, по моему мнению, концовку определения П. Д. Шалагинова лучше немного скорректировать и написать «и охраняемый в необходимых случаях силой государственного или государственно-правового принуждения».

По мнению О. И. Шарно, символ состоит из знака, метафоры, образа, аллегории, понятия, явления, типа, сравнения, олицетворения, мифа, архетипа, эмблемы [9, с. 12].

К. В. Каргин дает юридическому документу «категориальное определение — это имеющий значение для юридической практики документ, вовлеченный в правовое регулирование посредством практической деятельности участников правовых отношений, к составлению и содержанию которого предъявляется ряд требований» [4, с. 12]. Отметим, что, во-первых, это определение не идеальное, так автор определяет неизвестное (документ) через неизвестное (документ), уж лучше вместо него использовать выражение «материальный объект» или «письменный текст». Во-вторых, определение абстрактное, а поэтому универсальное и емкое, содержательное.

### **Краткая история ИвГУ, его структуры и символики вуза и факультетов**

В 1918 г. на базе эвакуированного в годы Первой мировой войны Рижского политехнического института был создан (образован) Иваново-Вознесенский политехнический институт ИВПИ) [6, с. 9 и сл.]. В нем недолго осуществлялась подготовка и юридических кадров. Он был учрежден декретом Совета Народных Комиссаров (СНК) — правительства страны. ИВПИ был упразднен, но дал начало четырем вузам города [1, с. 8]. 22 июля 1918 г. отдел школьной политики Народного комиссариата просвещения РСФСР принял решение об открытии в нашем городе Учительского института, которые позднее стал Ивановским педагогическим институтом имени Дмитрия Фурманова, заместителя губернского комиссара просвещения [1, с. 11—12], известного пролетарского писателя.

Университет организован постановлением Совета Министров СССР от 29 декабря 1973 г. № 942 «Об организации в г. Иванове Государственного университета», приказом Министра высшего и среднего специального образования РСФСР от 28 января 1974 г. № 46, а Министерство высшего и среднего специального образования РСФСР утвердило структуру Университета, в которую вошел и юридический факультет с дневным (очным) и заочным отделениями (специальность — «Правоведение». В соответствии с приказом Министерства высшего и среднего специального образования РСФСР от 10 февраля 1975 г. вуз был переименован в Ивановский государственный университет Первого в России Иваново-Вознесенского общегородского Совета рабочих депутатов и носил это имя до 6 июля 1994 г. В настоящее время

это федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный университет», сокращенное — ИвГУ, ФГБОУ ВО «ИвГУ», ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет», Ивановский государственный университет; на английском языке — Ivanovo State University, сокращенное — IvSU (Официальный сайт ИвГУ, «Основные документы». URL: <http://www.ivanovo.ac.ru/sveden/document/index.php> (дата обращения: 19.10.2020) [7, с. 6, 28].

До 1 сентября 2020 г. ИвГУ состоял из десяти факультетов: биолого-химического, исторического, математики и компьютерных наук, социолого-психологического, филологического, факультета романо-германской филологии, физического, экономического, юридического и подготовки иностранных специалистов, а также Института физкультуры и межфакультетских кафедр. У каждого факультета была своя символика. Символ юридического факультета — Фемида, раскрытая книга и чернильница с гусиным пером и он утвержден Ученым советом факультета. В октябре 2020 г. идет работа по разработке и утверждению нового символа факультета (разработчик всех символов — доктор исторических наук, профессор, специалист по геральдике — А. А. Корников, ИвГУ). На оперативном совещании деканата с заведующими кафедрами по предложению заведующей кафедрой конституционного права и права человека, кандидата исторических наук, доцента Н. В. Исаевой в предложенную модель были внесены дополнения и изменения.

На начало 2021/21 учебного года в составе Университета четыре института: Институт математики, информационных технологий и естественных наук, Институт гуманитарных наук, Институт социально-экономических наук, Институт профессионального развития, Юридический факультет, а также филиал ИвГУ в г. Шуя Ивановской области (с 14 февраля 2012 г. Официальный сайт ИвГУ, «Основные документы. URL: <http://www.ivanovo.ac.ru/sveden/document/index.php> (дата обращения: 19.10.2020).

У университета есть девиз: «Pro Patriae Beneficio» (<http://ivanovo.ac.ru> (дата обращения: 21.10.2020) («Польза для своей страны»).

Юридический факультет состоит из деканата, шести кафедр, Уголовно-правовой лаборатории, Центра римского права (существовал до недавнего времени) и межвузовского Научного и образовательного Центра изучения немецкого права / Forschungswissenschaftszentrum für Deutsches Recht an der Juristische Fakultät Staatsuniversität Ivanovo (основан доцентом Е. Л. Поцелуевым в декабре 2007 г., он его бессменный руководитель). У Центра немецкого права есть свои эмблема, гимн (автор — Л. Меркурьева) и девиз — «Наука. Польза. Сотрудничество» (Das Motto Zentrums für Deutsches Recht «Wissen. Nutzen. Zusammenarbeit»). Автор эмблемы и девиза — Е. Л. Поцелуев) [6, с. 140—144].

На официальном сайте ИвГУ есть рубрика «Сведения об образовательной организации» и раздел «Основные документы» (<http://www.ivanovo.ac.ru/sveden/document/index.php> (дата обращения: 19.10.2020)) среди них следующие копии:

— Устав ИвГУ, утвержден приказом Министерством науки и высшего образования РФ № 1112 от 5 декабря 2018 г.;

— Лицензия № 2405 на осуществление образовательной услуги ИвГУ, которая выдана Федеральной службой по надзору в сфере образования и науки от 26 сентября 2016 г.;

— Свидетельство о государственной аккредитации № 3362 выдано ИвГУ Федеральной службой по надзору в сфере образования и науки 23 марта 2020 г. приложения к ней;

— План финансово-хозяйственной деятельности на 2020 г. (на 2020 г. и плановый период 2021 и 2022 годов) от 30 сентября 2020 г.;

— Правила приема в Ивановский государственный университет в 2020 г. (с изменениями от 18 июня 2020 г.);

— Режим работы факультетов ИвГУ 2019/2020 учебном году, утвержден распоряжением проректора по образованию 16 июля 2019 г. № 54 (согласно этому документу занятия идут в две смены: первая с 8:00 до 13:05 и вторая с 13:15 до 20:00);

— Правила внутреннего распорядка обучающихся, утверждены ректором ИвГУ 7 декабря 2016 г.;

— Правила внутреннего распорядка Ивановского государственного университета, утверждены ректором ИвГУ 19 июля 2018 г.;

— Коллективный договор по регулированию социально-трудовых отношений между работодателем и работниками ФГБОУ ВПО ИвГУ на 2015—2018 гг., принят Конференцией научно-педагогических работников, представителей других категории работников и обучающихся 20 мая 2015 г. Подписан от работодателя ректором ИвГУ, от работников — председателем первичной профсоюзной организации преподавателей и сотрудников;

— Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата, специалитета и магистратуры ИвГУ; принято Ученым советом ИвГУ, протокол от 28 декабря 2016 г., № 4; утверждено приказом ректора ИвГУ от 10 февраля 2017 г. № 3/107;

— Порядок выдачи и заполнения студенческих билетов, зачетных книжек и их дубликатов, утверждено приказом ректора в 2018 г.

Кроме локальных нормативных правовых актов, в ИвГУ, конечно, есть и правоприменительные акты: приказы ректора о зачислении студентов на первый курс, о переводе их на следующий курс, о переводе с очной формы обучения на заочную (прием на заочную форму на бакалавриате не ведется, но в магистратуре обучение ведется как по очной форме, так и по заочной форме), о допуске их к сдаче государственных экзаменов и защите выпускных квалификационных работ (ВКР) и т. п. Два года назад юридический факультет ИвГУ впервые в своей истории приступил к подготовке по очно-заочной (вечерней) форме обучения.

Для решения различных вопросов (штатного расписания, количества ставок на кафедре; командирования студента на курсы Немецкого языка в Университет Пассау, о выделении средств на издание материалов конференции и многое другое) заведующий кафедрой пишет служебные записки на имя ректора, проректора или иного руководителя. Для положительного решения просьбу заведующего поддерживает декан факультета.

Студенты зачисляются на первый курс (а точнее на ту или иную образовательную программу) приказами ректора или проректора, им выдаются студенческие билеты и зачетные книжки. Посвящение в студенты происходит в торжественной обстановке, но с элементами театрального действия: творческие и интеллектуальные задания позволяют выявить лучшую первокурсницу или первокурсника среди представителей всех факультетов. Существуют строгие правила их заполнения, например, название учебной дисциплины



«Теория государства и права» можно писать полностью или использовать аббревиатуру — ТГиП; нельзя выставлять оценки цифрами, только словом — отлично, хорошо, удовлетворительно и неудовлетворительно или использовать сокращения — отл., хор., удовл. и неудовл. В ИвГУ пятибалльная, а фактически — четырехбалльная система, но при оценке ответов студентов юридического факультета Университета на междисциплинарном государственном экзамене мы применяем 100-балльную систему. Эти баллы учитываются при приеме в магистратуру «Социальное государство: теория и юридическая практика», которая функционирует на юридическом факультете университета

Студенты юридического факультета сдают экзамены, как правило, по билетам. В каждом билете, например, по «Истории политических и правовых учений» по два вопроса. По большинству предметов в экзаменационный билет входит два теоретических вопроса и задача или компетенционно-ориентированное задание (КОЗ), как, например, по теории государства и права. На государственном экзамене студент отвечает на три теоретических вопроса: первый — по теории государства и права или конституционному праву, второй — по гражданскому или уголовному праву, третий — по гражданскому процессу или уголовному процессу и задача по одному из этих шести учебных дисциплин. То есть экзамен получается междисциплинарный.

Ряд студентов факультета активно занимаются научной работой: выступают с докладами в ИвГУ, Московском государственном университете имени Михаила Ломоносова, Московской государственной юридической академии (Университете) им. академика О. Е. Кутафина, Санкт-Петербургском государственном университете и других, публикуют свои тезисы и статьи, получают дипломы победителей и сертификаты участников. Так, студентка 2 курса юрфака ИвГУ Е. С. Данилова (бакалавриат) в 2013 г. с темой «Фикции в праве: понятие и виды» заняла 1 место в Первом Всероссийском конкурсе студенческих научных работ «Актуальные проблемы теории и истории государства и права», организованным Рязанским государственным университетом имени Сергея Есенина и редакцией журнала «Юридическая наука». На конкурс было представлено 27 работ студентов из 14 субъектов Российской Федерации [6, с. 166]. Как победитель конкурса она опубликовала свою статью в одном из номеров вышеуказанного журнала [3, с. 112—118]. В 2015 г. эта студентка, будучи на 4 курсе, стала победителем конкурса грантов на право выполнения научно-исследовательских работ студентами, аспирантами и молодыми учеными ИвГУ и заняла третье место во Всероссийском конкурсе на лучшую научно-исследовательскую работу студентов юридических вузов в номинации «Теория государства и права» за работу «Теория личностных (соматических) прав человека». Конкурс был организован Санкт-Петербургской юридической академией и общественным объединением «Союз юристов Архангельской области». Научным руководителем этих трех работ был доцент Е. Л. Поцелуев. Неслучайно Е. С. Данилова получала стипендию Президента РФ в 2015 г., а в следующем году была признана Ученым советом юридического факультета лучшей выпускницей факультета. В ИвГУ действует Положение о проведении конкурса «Лучший выпускник в Ивановском государственном университете» [6, с. 167—170].

Чтобы работать в российском вузе преподавателем нужно высшее образование (специалитет или магистратура), для преподавания юридических дисциплин — по общему правилу — высшее юридическое образование

(в настоящее время на юрфаке ИвГУ «История государства и права России» и «Историю государства и права зарубежных стран» преподают кандидаты исторических наук, доценты, но без юридического образования — это допустимый, но нежелательный вариант; в прежние годы эти дисциплины преподавали коллеги с высшим историческим и высшим юридическим образованием).

Большинство преподавателей юридического ИвГУ и других юридических вузов и факультетов — это лица с учеными степенями — кандидаты юридических наук и учеными званиями доцента.

Без ученых степеней и званий — это, как правило, молодые преподаватели, а также некоторые практикующие юристы. Последние работают в Университете по совместительству или не по трудовому договору, как штатные преподаватели, а по гражданско-правовому договору.

От правового статуса преподавателя зависит не только его заработная плата, но и объем нагрузки на 1 ставку, 0,5 ставки и 0,25 ставки. Максимальная педагогическая нагрузка за один учебный год — 900 часов — у старшего преподавателя (в прежние годы в Университете были должности ассистентов, но их уже несколько лет как нет), минимальная — у профессора.

Со всеми совместителями Университет заключает трудовой договор или контракт на один учебный год, со штатными преподавателями от одного года до пяти лет (например, с не юристами — на один ученый или календарный год), заведующими кафедрами и деканами факультетов, как правило, на пять лет. Трудовой договор с преподавателями и менеджерами типовой и содержит следующие разделы: общие положения, рабочее время и время отдыха, трудовая функция, права и обязанности сторон, оплата труда (здесь указана сумма, размер должностного оклада), условия труда на рабочем месте, ответственность сторон, изменение и прекращение трудового договора, социальное страхование и меры социальной поддержки Работника, заключительные положения и адреса, реквизиты и подписи сторон. Эти данные фиксируются в трудовой книжке преподавателя. В этом веке для работы в учебных заведениях, в том числе и высших, обязательно требуется справка об отсутствии судимости.

В декабре каждого календарного года каждый вузовский преподаватель составляет отчет по науке за год. Он состоит из следующих разделов: 1. Общие сведения (ФИО, ученая степень, звание, должность, коэффициент совмещения, год рождения, число публикаций в РИНЦ, Индекса Хирша в РИНЦ, телефон, e-mail); 2. Научная работа; 3. Научная работа по грантам; 4. Учебно-методическая работа; 5. Охрана интеллектуальной собственности; 6. Подготовка и участие в общественно-значимых мероприятиях; 7. Экспертная деятельность; 8. Руководство научно-исследовательской работой (НИР) студентов и Пояснительная записка к отчету с конкретными названиями публикаций и их выходными данными, названиями докладов и названиями научных конференций, датой и местом их проведения и др.

Для участия в научных конференциях за пределами Иванова требуется оформлять командировочное удостоверение, а для этого требуется официальное персональное приглашение на конференцию. В ряде украинских и российских вузов (РГУП, ИвГУ и др.) существует традиция выдавать свидетельства и сертификаты участникам конференций, «круглых столов», семинаров и т. п. Иногда такие сертификаты выдают и немецкие университеты, например, Университет Пассау (ФРГ).

Преподаватели факультета (О. В. Кузьмина, Е. А. Петрова, Е. Л. Поцелуев, О. В. Соколова и др.) выступали с докладами на научных конференциях и семинарах в вузах РФ, Республики Беларусь (Минск и Гродно), Украины (Киев, Львов, Одесса, Хмельницк и др.), Грузии (Тбилиси), Эстонии (Тарту), Турции (Стамбул), Англии (Манчестер) и Германии (Пассау). Доценты И. Ю. Карлявин, Е. Л. Поцелуев и О. В. Соколова регулярно участвуют в конкурсах на соискание премии Германно-российского юридического союза и всегда получают сертификаты (*lobende Anerkennung*) или благодарности и один раз были среди победителей (И. Ю. Карлявин).

### Выводы

История ИвГУ тесно связана с политической жизнью Российского и советского государства, в том числе крупными социальными катаклизмами — Первой мировой войной и Революцией 1917 г. и учреждением Советской власти. Большевики — руководители Иваново-Вознесенской губернии успешно пролоббировали открытие в городе Иваново-Вознесенского политехнического института, а затем — Учительского института, а позднее на базе Пединститута — Университета имени Первого в России общегородского Совета рабочих депутатов. Решение о создании ИвПИ и ИвГУ решалось на уровне правительства страны, что характеризует очень высокую степень централизации советской федерации.

ИвГУ имеет свой флаг и девиз, все институты и юридический факультет, межвузовский Центр немецкого права имеют свои эмблемы, свою символику, а Центр еще гимн и девиз.

ИвГУ имеет учредительный документ — Устав и многие другие разнообразные локальные нормативные правовые акты и разрешительные документы на правоведения образовательной деятельности. Ректор и проректора издают правоприменительные акты. Распоряжений декана факультета немного и они имеют гораздо меньшее значение для жизни факультета, чем решения ректората или решения Ученого совета факультета.

Каждый студент имеет студенческий билет и зачетную книжку. Без зачетной книжки у студента ни один преподаватель не имеет права принимать у него зачеты и экзамены.

Поскольку большинство преподавателей юрфака ИвГУ — это выпускники юридических факультетов, кандидаты юридических наук, доценты, ряд — кандидаты исторических наук и также доценты, то все они имеют соответствующие документы. Все преподаватели могут иметь удостоверения преподавателя ИвГУ. Они обязаны периодически повышать свою квалификацию и всем прошедшим переподготовку выдавались сертификаты или удостоверения.

### Библиографический список

1. Балдин К. Е. Ивановский государственный университет, 1918—2003 годы: Очерки истории. Иваново: Иван. гос. ун-т, 2004. 588 с.
2. Давыдова М. Л. Юридическая техника: проблемы теории и методологии: монография / ГОУ ВПО «ВолГУ». Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2009. 318 с.
3. Данилова Е. С. К вопросу о понятии, классификации и значении юридических фикций // Юридическая наука. 2014. № 3. С. 112—118.

4. *Каргин К. В.* Юридические документы: автореф. дис. ... канд. юрид. наук. Н. Новгород, 2005. 27 с.
5. *Каргин К. В.* Юридические документы / науч. ред. В. А. Толстик. М.: Юрист, 2008. 191 с.
6. *Кузьмина О. В., Поцелуев Е. Л.* Юридический факультет ИвГУ: история и современное состояние: к 40-летию со дня образования: научное издание. Иваново: Иван. гос. ун-т, 2016. 240 с.
7. Сборник документов о становлении и развитии Ивановского государственного университета (1973—1993). Иваново: Иван. гос. ун-т, 1993.
8. *Шалагинов П. Д.* Функции правовых символов: автореф. дис. ... канд. юрид. наук. Н. Новгород. 2007. 26 с.
9. *Шарно О. И.* Правовые символы как средства правоприменительной техники: автореф. дис. ... канд. юрид. наук. Саратов, 2014. 32 с.
10. Официальный сайт ИвГУ, главная страница. URL: <http://ivanovo.ac.ru> (дата обращения: 21.10.2020).
11. Официальный сайт ИвГУ, «Основные документы. URL: <http://www.ivanovo.ac.ru/sveden/document/index.php> (дата обращения: 19.10.2020).

УДК 74.03(2Рос-4Ива)614-4  
ББК 37.015(470.315)''1930''

*С. В. Кузьмин*

## «ТЕЙКОВЩИНА» В ИСТОРИИ СОВЕТСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В статье рассматривается один из казусных эпизодов из ранней истории советского образования. Приводится хронология и характеристика событий, случившихся в 1930 году в небольшом рабочем городке Тейково Ивановской области. Отмечается как эти события оказали влияние на организацию образования в советской школе.

**Ключевые слова:** тейковщина, формальное образование, советская школа, трудовое обучение, принцип политехнизма, А. С. Бубнов.

*S. V. Kuzmin*

## «TEIKOVSHCHINA» IN THE HISTORY OF SOVIET EDUCATION

The article examines one of the incidents from the early history of Soviet education. The chronology and characterization of the events that took place in 1930 in the small working town of Teikovo (Ivanovo region) is given. It is noted how these events had an impact on the organization of education in the Soviet school.

**Key words:** "Teikovshchina", formal education, Soviet school, labor education, polytechnism principle, A. S. Bubnov.

Шел 1930 год. Молодая страна Советов с тогдашним традиционным энтузиазмом готовилась к центральному событию года — XVI съезду ВКП (б). И вдруг, за неделю до открытия большевистского форума все центральные газеты выплеснули удивленной читающей публике «девятый вал» громких заголовков и хлестких фраз: «Антикоммунистическое и антисоветское воспитание детей, безразличное отношение местных организаций к тому, что делается в школах, довели до самоубийства школьников и до массовой уголовщины в Тейкове», «Тейковщина — тревожный сигнал. Недостаточная классовая бдительность тейковских организаций дала возможность классовому врагу извратить принципы пролетарского воспитания», «Тейковщина в Москве», «Тейковщина на Урале», — так изо дня в день газеты популяризировали тейковские события.

Не отставала от центральных СМИ и местная пресса: «Уроки «тейковщины» — на обсуждение широких масс», «Решительно ударить по «тейковщине», «Поднять ярость масс против тейковщины», «Жесточайшей самокритикой ударим по тейковщине». Множество таких публикаций появилось в «Шуйском пролетарии», «Рабочем крае», «Ленинце».

Что же такое грандиозное должно было случиться в небольшом рабочем текстильном городке, чтобы имя его стало нарицательным для всего Советского Союза и не сходило со страниц центральных, губернских, окружных и местных газет всей страны в течение трех месяцев, занимая в них центральные места? По популярности «тейковщина» в это время «соперничала» только с XVI съездом ВКП (б)...

А случилось вот что. Зимой 1930 года ученик школы 2-й ступени по фамилии Воробьев, желая отомстить за нанесенные ему обиды, подкараулил учительницу Овчинникову, бросился на нее с ножом и ранил. Чуть позже он покусился и на другого своего обидчика, опять-таки преподавателя, но неудачно: учитель успел закрыться портфелем.

Весной же в Тейкове началась эпидемия самоубийств. Один за другим покончили с собой ученики все той же школы — комсомолец Мельников (застрелился), и школьник Андрианов (бросился под поезд). Через некоторое время их примеру последовал ученик Каталов (отравился) — его, правда, удалось спасти. В июне под поезд бросилась учительница Веревкина. Город буквально захлестнула массовая подростковая преступность.

После покушения на педагогов, над Воробьевым устроили общественный суд и приговорили его к трем годам строгой изоляции. Стоит отметить, что этот ученик неоднократно исключался из школы, появлялся на уроках в пьяном виде, бил детей, занимался мелкими кражами. И это было бы еще полбеды, но, увы, Воробьев не был в Тейкове исключительной фигурой. В том-то и дело, что воробьевские «подвиги» были лишь отражением той детской преступности, которая получила такое рельефное выражение в Тейкове.

Статистика подтверждает — детское хулиганство стало массовым явлением в Тейкове: если в 1928 году было 93 правонарушения, то только за 4 месяца 1929 года они добрались до цифры в 243.

О хулиганстве детей 9—10 лет говорить можно, но о бандитизме — как-то странно. И все же приходится констатировать эту самую странность: в Тейкове появились малолетние настоящие бандиты, которые совсем как большие, вполне серьезно, грабили кооперативы, ларьки и честных советских граждан. Тейковцы уже перестали удивляться, когда утром на каком-либо торговом заведении читали: «Сегодня ночью этот ларек будет ограблен». И сбывалось. Оставляя милицию не у дел, подростки проделывали за ночь все, что было задумано. Иногда за ночь бывало два-три грабежа.

Ряды малолетней мафии ширились не по дням, а по часам. Если в 1928 году шайка состояла всего из трех воришек, то на следующий год насчитывала уже 27 человек. За три месяца ребята выдали начавшей было отчаиваться милиции поразительный даже для тех лет результат — 40 преступлений. Во главе малолетних бандитов стоял четырнадцатилетний Малышев. Впрочем, его достаточно быстро поймали, осудили и отправили в места не столь отдаленные. Такая же невеселая участь постигла и некоторых других «ветеранов» детского преступного мира. Но свято место пусто не бывает. На место «стариков» тут же заступило новое поколение, отличавшееся, надо сказать, еще большей наглостью: двенадцатилетний Кашин, по кличке «Каша», его ровесник Евграфов с заячьей губой, имевший соответствующую облику воровскую кличку «Губа», его девятилетний брат Евграфов-младший, Васильев — «Петух», Сотов и другие. Налеты подростков отличались особым цинизмом...

«Надоело. Скучно стало. Работать охота, а никуда не пускают. Опять, значит, придется взяться за дело», — объяснял впоследствии правительственной

комиссии, расследовавшей обстоятельства «тейковщины» на месте, Евграфов-старший. Мотив «работать охота», звучал во всех объяснениях малолетних преступников. «В мастерскую бы, к делу пристать», — плакался Кашин.

Кто же они, эти малолетние бандиты, наводившие ужас и страх на весь рабочий город? Откуда и почему они появлялись? С поисков ответа на эти вопросы начала работать 20 июня 1930 года в Тейкове правительственная комиссия Наркомпроса.

Проверяющие выяснили следующее. Школа, которая должна была, прежде всего, воспитывать детей, совсем напротив — во всю способствовала росту детской преступности, потому как с детьми, оказавшимися причастными к каким-либо мелким нарушениям, расправлялись здесь с жестокой простотой — их просто выбрасывали на улицу с позорной кличкой «вора». Оступившихся предавали гражданской анафеме, отовсюду гнали, никуда не пускали, закрыли дорогу в клуб, клеймили «шпаной», «ворьем» и т. д. «Ну, а ежели ругают воров, значит я — вор», — говорил двенадцатилетний Евграфов. Кашин начинал с кражи арбузов. «Мамка как уйдет, все запирает и денег не дает. Ну, я и стянул», — объясняет он. За это его пригвоздили к позорному столбу, «приговорили» комонесом (в 30-е годы так называлась комиссия по делам несовершеннолетних). Он бросил школу, стал хулиганом, в его «послужном списке» появились десятки краж.

Педагоги расправлялись с такими детьми, не мудрствуя лукаво. Так, один из учеников школы второй ступени украл шапку, продал ее, чтобы купить сладости. Заведующий школой Соловьев «поговорил» с ним, и ребенок полтора месяца не появлялся в школе. Дома он говорил, что уходит на занятия, а сам бродил по окраинам в обществе уличной «шпаны», таких же, как он, проделавший путь от маленькой провинности к настоящему криминалу. За полтора месяца ни заведующий школой, ни руководитель группы не потрудились узнать, куда пропал воспитанник. Случайно шапку обнаружили на голове купившего. Оказалось, что «опытный вор», продавая краденое неизвестному, честно назвал себя: «Я, мол, ученик школы второй ступени, такой-то, живу там-то. Деньги мне нужны и шапка моя». Когда педагоги узнали об этом, то поспешно изгнали ученика из стен вверенного им учреждения, предварительно растрезвонив по всем закоулкам, что мальчик — вор, испорчен и погиб. Какой путь проделает ребенок вне школы — до этого педагогам дела не было... «Так воспитываются дети в рабочем городе Тейково» — констатировала газета «Труд», в одной из своих публикаций по «тейковщине».

Основная причина, корни всех этих явлений, по мнению правительственной комиссии, лежали в системе воспитания той школы, которая и являлась основным «поставщиком» самоубийц и малолетних преступников. Это школа 2-й ступени с педагогическим уклоном, где в основном и происходили все тейковские события. «Идеологом» тейковского учительства, одним из главных героев «тейковщины» был директор злополучной школы Соловьев, выпускник духовной семинарии, бывший наблюдатель церковно-приходских школ. Грубый, бестактный, по отзывам учащихся и педагогов, Соловьев пришел в школу, когда она была на грани развала. Ему удалось восстановить школу при помощи самых крутых мер. Однако административная жестокость переросла в административный произвол. Заведующий придерживался методов палочного воспитания, дети жили и учились в постоянном страхе. Что странно, эти «принципы» не только не встречали протеста педагогического коллектива, но и воспринимались им чуть ли не с восторгом.

Разгонялись целые группы учащихся по тридцать человек. В школе процветало доносительство. С пионеров срывали красные галстуки, почему-то запрещались комсомольские собрания, уничтожались стенгазеты. Еще в 1926 г. ученики единогласно потребовали убрать Соловьева. Но борьба оказалась неравной. Тиран остался, а наиболее активные его противники были исключены из школы, а частью ушли сами, спасаясь от града преследований и издевательств.

Соловьеву никто не мог отказать в том, что он хорошо преподавал свой предмет, но ведь можно прекрасно знать педагогику и быть плохим педагогом и еще худшим администратором. Вначале он заигрывал с родителями, при их поддержке прошел в горсовет и стал членом его президиума. Забрав власть, он также продолжал политику заискивания у родителей, но, полагая, что делить «самодержавие» незачем, превратил родительский совет в малоподвижный и неработоспособный придаток.

Насквозь бюрократическое в ту пору учреждение — районо, поддержало Соловьева. К тому же Соловьев являлся своеобразным монополистом всех начинаний народного образования. Закон — не закон, если он не был одобрен Соловьевым. С полным правом Соловьев заявлял: «Народное образования в Тейкове — это я».

Что же было дальше? А дальше незамедлительно последовали политические и организационные выводы по «тейковщине»: сменили руководящий состав райкома ВКП (б), комсомола, фабкома текстильной фабрики, естественно уволили Соловьева и всю его педагогическую «компанию».

Но были ли усвоены уроки «тейковщины» в самом Тейкове? Были ли исправлены ошибки? Улучшилась ли в целом обстановка в городе и школах Тейкова? К сожалению, приходится констатировать, и это подтверждает июльское Постановление пленума обкома ВКП (б), что «тейковщина» самих тейковцев ничему не научила.

В октябре 1930 года, когда поутихли страсти и утряслись тейковские дела, педагоги и местные власти так и не сделали нужных выводов. Инструктор обкома ВКП (б) Гуров отмечал в своей докладной записке: «Мной было произведено ознакомление с положением “тейковщины” в школах. Лично я был в школе № 4, из наблюдений и бесед с работниками Райкома ВКП(б), РайОНО, с отдельными педагогами пришлось установить, что “тейковщина” в Тейкове — живет» [3].

При моем присутствии в школе № 4, в течение двух перемен, произошло буквально следующее:

Ученик Пухов избил ученицу из-за того, что они с ней о чем-то поссорились. Ученица не занималась один урок, производя плач в коридоре школы. На вопрос, почему ты побил девочку? — Пухов ответил: «Я петух, а она курица. Смеет ли курица обижать петуха, а она меня задела». Когда ученица вновь вошла в класс, Пухов в присутствии учительницы, меня, представителя ОблОНО Назарова и Зиминной от Обкома ВЛКСМ, махал кулаками перед ее лицом и имел желание снова ее поколотить.

Ученик Евграфов на приглашение побеседовать в классе с вышеуказанными представителями, категорически отказался и вышел из класса, тогда как вся группа была в классе. На поставленные нами ряд вопросов учащимся группы, последние отвечали, но робко (боясь очевидно того, что их побьют).

— Удалить хулиганов Пухова, Евграфова из школы.

— Воровал, и воровать буду, обокрал ларек на днях и еще обкраду, — отвечает Евграфов.



— Что вы с нами сделаете? Ничего. В Соловки что ли сошлете? Сейчас всеобщ — всех надо обучать, — отвечает Пухов.

При выходе из школы вслед нам ученик Евграфов высказал самую отборную матерщину.

В Райкоме ВКП (б) и РайОНО нам сообщили, что есть случаи, когда тот или иной ученик во время занятий встает и запекает песню, после чего пляшет, затем идет за доску закуривает, снимает кальсоны, другие уходят самовольно с уроков, плюют в физиономии учителям, ругают преподавателей отборной матерщиной, грозят побить и т. п.

На конференции по «тейковщине» один рабочий, выступая, настойчиво требовал изоляции хулиганов из школы. Он говорил: «Если вы не примите мер по изоляции хулиганов мы через родительское собрание дойдем до центра... Ложка дегтя портит бочку меда... Неправ РайОНО, доказывая, что раз всеобщ, то исключить из школы нельзя... Если не будут приняты меры по отношению хулиганства мы не будем пускать детей в школы».

Мнение мое, комиссии Обкома ВЛКСМ, РайОНО, Райкома ВКП (б) в лице тов. Ананьева свелось к тому, чтобы изолировать из школ 5—6 учеников, явно дефективных, не поддающихся воспитанию. Имеющая быть 22 октября 1930 г. конференция учителей, учеников, родителей с представителями общественных, партийных организаций по делу «тейковщины» с одобрением приняла предложение, за исключением 10—15 учеников, об изоляции 5—6 учеников из школ и города Тейкова.

*В чем же сущность «тейковщины»?* «Тейковщина» — это, прежде всего, словесно-книжное воспитание, полный отрыв от реальной жизни, от производства, равнодушие общественности к школьным делам, глубокий формализм в работе, это малоподготовленные к педагогической деятельности, в большинстве своем случайные кадры, их низкая мотивация к воспитательной работе, это неумелое руководство, семейственность, кумовство, блат и, как следствие, отторжение детей от школы, уход их в криминальные группировки, искалеченные судьбы.

Система извращенного, формального воспитания порождала систему противодействия и протеста со стороны воспитанников. Грубость со стороны учащихся, их покушение на жизнь педагогов, избивание учителей, битье окон у «любимых» педагогов и т.п. явления и в настоящее время не редкость в нашей системе образования.

Разумеется, Тейково не было совершенно исключительным в этом отношении городом. Просто волею судеб его избрали на роль «мальчика для битья». Аналогичные явления, на самом деле, носили массовый характер. Однако «тейковщина» и «соловьевщина» закрепились в общественном сознании, остались как казус в истории советской педагогики. Цель оправдывала средства. «Тейковщина» оказалась всего лишь поводом, который позволил Наркомпросу без промедления, в кратчайшие сроки закрепить одно из ведущих направлений советской школы — трудовое, политехническое воспитание.

Последующие мероприятия: приезд в Иваново народного комиссара просвещения, нашего земляка, Андрея Сергеевича Бубнова и проведение коллегии Наркомпроса в г. Иваново 23—25 июля 1930 г., Постановление ЦК ВКП (б) «О всеобщем обязательном начальном обучении» от 25 июля 1930 г., I областной съезд по политехнизации школ Ивановской Промышленной Области (3—5 августа 1930 г.) и, наконец, I съезд по политехническому образованию в Москве (10—16 августа) — окончательно утвердили «политехнизацию» как ведущий принцип организации советской школы.

*Библиографический список*

1. Бровкин Б. О «Тейковщине» // Просвещение Ивановской области. 1930. № 7. С. 10—13.
2. Бубнов А. С. Политехнизация школы. Учительство и хозяйственники. М.; Л.: ОГИЗ, 1930. 16 с.
3. ГАИО. Ф. Р-1707. Оп. 1 (1930). Д. 3. Л. 20—22.
4. ГАИО. Ф. Р-1707. Оп. 1. Д. 4. Л. 61—63.
5. Кузьмин С. В. Тейковщина // Наша Родина — Иваново-Вознесенск. 2007. № 11. С. 48—54.
6. Смирнов М., Кузьмин С. Тее ково? Книга о Тейкове и тейковцах. Иваново: ИД «Наша Родина», 2011. 168 с.

# БИОЛОГИЯ

---

УДК 581.9 (470.315)  
ББК 28.58

*Е. А. Борисова, А. А. Курганов*

## ФЛОРА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ БОЛОТА КОНЕИХА ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Приводятся данные о результатах флористических исследований ООПТ «Болото Конейха». Охарактеризовано современное состояние флоры и растительности. Всего было отмечено 67 видов сосудистых растений, относящихся к 4 отделам, 5 классам, 28 семействам, 49 родам и 15 видов мхов из 4 классов, 11 семейств и 11 родов. Описаны растительные сообщества, приведены краткие сведения о редких и заносных видах растений.

**Ключевые слова:** особо охраняемые природные территории (ООПТ), флора, растительность, редкие виды, заносные растения, Ивановская область.

*Е. А. Borisova, A. A. Kurganov*

## FLORA AND VEGETATION OF KONEIKHA MIRE OF THE IVANOVO REGION

Results of floristic studies of the specially protected natural area of the Ivanovo region «Mire Koneikha» are provided. There are 67 vascular plant species in flora, belongs to 4 divisions, 5 classes, 28 families, 49 genera and 15 mosses species, belongs to 4 classes, 11 families and 11 genera. Vegetation, rare and alien plant species are briefly characterized.

**Key words:** specially protected natural areas (SPNA), flora, vegetation, rare species, alien plants, Ivanovo region.

В Ивановской области расположено более 1000 болот, из которых 60 имеют статус особо охраняемых природных территорий. В Тейковском районе под охрану взяты 7 крупных болотных комплексов [2], среди которых хорошо изучены болото у озера Рубское [1], болото Мокрое [4]. Одним из охраняемых болот является болото Конейха, которое было признано памятником природы регионального значения (Решение Ивановского облисполкома от 11.12.1978 № 25/11). Это болото находится в 9 км юго-западнее г. Тейково, в 1 км западнее с. Сахтыш, в 1 км северо-восточнее д. Голубтово, в 1 км юго-западнее д. Бирюково. В геологическом отношении оно занимает впадину глубиной до 4 м на водоразделе рек Названка и Койка (небольшие притоки р. Нерли). Это крупное болото (площадь 152 га), вытянуто с северо-запада на юго-восток, длина составляет 2 км, ширина — до 1 км. Мощность торфяного пласта достигает в среднем 1,26 м, запас торфа — 1291 тыс. кубометров [13].

Поверхность болота ровная, с общим уклоном с северо-запада на юго-восток. В большей степени обводнённость поверхности низкая. Из южной

---

© Борисова Е. А., Курганов А. А., 2020

• Серия «Естественные, общественные науки»

части болота вытекает небольшой ручей, впадающий в р. Койку в 3 км к югу от его границ. Болото не разрабатывалось и не осушалось, в целом относится к слабо нарушенным.

Ранее специальные флористические исследования данного болота не проводились. В гербарии Ивановского государственного университета (IVGU) имеются лишь единичные сборы растений с этого болота, сделанные в 1978—80-х гг. студенткой Г. Грошевой. В течение 2017—2018 гг. были проведены полевые исследования различных участков болота Конеиха в рамках работы по ведению Красной книги Ивановской области. В исследованиях принимала участие студентка А. В. Конева. Составлен аннотированный конспект флоры ООПТ, описаны основные типы растительных сообществ. Собранный гербарий мхов передан в фонды Плесского музея заповедника (PLES), определение мхов проводилось бриологом А. И. Сорокиным.

**Растительность.** На территории болотного массива распространены открытые и облесённые участки верхового и переходного типов болот. Большая часть равномерно поросла сосной и представляет типичное верховое болото. Открытые участки переходного типа в основном сосредоточены по окраинам, причём местами (например, в северо-восточной части) сильно обводнены, что затрудняет доступ к верховому участку. В целом на болоте Конеиха преобладают сфагновые болота, поросшие сосной обыкновенной. Встречаются следующие ассоциации: сосняк с подростом берёзы сфагново-багульниковый, сосняк с берёзой багульниковый, сосняк багульниковый, березняк сфагновый с участием сосны и другие. Ниже приводим краткое описание этих участков.

*Сосняк багульниковый*, древостой сформирован сосной обыкновенной, сомкнутость крон составляет 0,6. Из кустарников здесь встречаются группы ивы пепельной и ивы ушастой, одиночно — крушина ломкая. В травяно-кустарничковом ярусе преобладает багульник болотный, который формирует практически чистые густые заросли, реже группами встречаются мирт болотный, подбел обыкновенный, пушица влагалищная. Сфагновые мхи формируют сплошной покров, зеленые мхи встречаются спорадически.

*Сосняк с берёзой багульниковый*, древостой сформирован сосной обыкновенной и берёзой пушистой, подлесок отсутствует, сомкнутость крон составляет 0,7. В травяно-кустарничковом ярусе преобладает багульник болотный, встречаются голубика, черника, клюква болотная, подбел обыкновенный, лапчатка прямостоячая и др. Сфагновые мхи образуют сплошной покров, у пней и на кочках встречаются зелёные мхи.

*Сосняк с подростом берёзы сфагново-багульниковый*, древостой сформирован сосной обыкновенной, сомкнутость крон составляет 0,5—0,7. Разлит подлесок из молодых деревьев берёзы пушистой, реже встречаются ива пепельная, крушина ломкая, калина обыкновенная. В травяно-кустарничковом ярусе доминирует багульник болотный, реже встречаются мирт болотный, подбел обыкновенный, очень редко — клюква болотная в угнетённом состоянии, наумбургия кистецветковая. Сфагновые мхи формируют сплошной покров, реже встречаются группы зеленых мхов.

*Берёзово-осоково-сфагновые* сообщества встречаются реже. Деревья берёзы пушистой не формируют сомкнутых насаждений, многие из них находятся в угнетённом состоянии, встречаются высохшие экземпляры. Редко отмечаются небольшие деревца сосны обыкновенной, тоже в угнетённом состоянии. Среди травянистых растений распространены осоки

(*Carex lasiocarpa*, *C. vesicaria*, *C. canescens*), наумбургия кистецветковая, подмаренник болотный, группы вейника седеющего и др. Среди мхов доминируют различные виды сфагновых мхов.

*Березняки сфагновые пушицево-багульниково-миртовые*, древостой в них сформирован молодыми деревьями берёзы пушистой, редко встречаются отдельные экземпляры ели европейской, сосны обыкновенной. Сомкнутость крон составляет 0,6—0,7. В подлеске отмечены кустарники (крушина ломкая, ива ушастая, ива пепельная). В травяно-кустарничковом ярусе доминирует пушица влагилищная, образующая кочки, обычны багульник болотный и мирт обыкновенный, реже встречаются осока вздутая, черника, голубика, клюква болотная, сфагновые мхи образуют сплошной покров.

*Березняк сфагновый с участием сосны*, древостой представлен молодыми берёзами, единично отмечаются сосны. Нередко здесь встречаются группы сухих сосен, часты завалы из сухих стволов деревьев. Подлесок состоит из густых зарослей молодых деревьев берёзы пушистой, ивы ушастой и ивы пепельной, местами подлесок отсутствует. В травянистом покрове обычны вейник седеющий, наумбургия кистецветковая, сабельник болотный, камыш лесной, реже встречается брусника, черника, щитовник Картузиуса, пушица влагилищная и др. Среди мхов сфагновые формируют почти сплошной покров, зелёные мхи (*Pleurozium schreberi*, *Polytrichum commune*, *P. juniperinum*) встречаются группами.

Переходные болота расположены участками разной площади по краям верховых болот. Они представлены травяными сообществами с группами кустарников. Отмечены осоково-ситниково-сабельниковые, пушицево-осоковые, вейниково-щучково-осоковые и осоковые сообщества. Здесь распространены заросли пушиц влагилищной и многоколосковой, различных видов осок, сабельника болотного, вейника седеющего, щучки дернистой, хвоща приречного, реже встречаются группы тиселинума болотного, наумбургии кистецветковой, вербейника обыкновенного, редко — небольшие группы вейника незамеченного.

В пушицево-осоковых сообществах доминирует пушица многоколосковая, вейник седеющий, осоки чёрная, пузырчатая, волосистоплодная, реже — кипрей болотный, вербейник обыкновенный, подмаренник болотный, лапчатка прямостоячая и др.

На болоте встречаются участки с преобладанием осоки волосистоплодной, в которых группами встречаются полевика собачья, хвощ приречный, сабельник болотный, подмаренник болотный, редко — группы рогоза широколистного в угнетённом состоянии, валериана лекарственная, осока лисья. На окраине этого участка найден редкий вид региональной флоры — ива филиколистная, в небольших понижениях отмечены заросли клюквы болотной. Среди мхов встречаются группы сфагновых (*Sphagnum fimbriatum*, *Sphagnum fallax*) и зелёных (*Aulacomnium palustre*, *Dicranum scoparium*, *Drepanocladus aduncus* и др.) мхов.

**Флора.** В результате исследований в современной флоре болота Конехиха отмечено 67 видов сосудистых растений, которые относятся к 4 отделам, 5 классам, 28 семействам и 49 родам. Здесь найдены 15 видов, моховидных, относящихся к 4 классам, 11 семействам и 11 родам.

Крупными семействами флоры являются *Сyperaceae* (осоковые) — 9 видов, *Ericaceae* (вересковые) — 7 видов, *Gramineae* (злаки) и *Rosaceae* (розоцветные) — по 6 видов. Это характерно для флоры верховых болот,

что особенно чётко видно на примере обилия видов вересковых. Ведущая роль других семейств также объясняется спецификой местообитания и способностью многих видов расти в условиях избыточного увлажнения.

Наиболее богаты видами оказались роды *Carex*, включающий 6 видов, *Salix* — 4 вида, *Juncus* и *Vaccinium* — по 3 вида.

Среди моховидных 4 вида относятся к сфагновым мхам: *Sphagnum angustifolium*, *Sphagnum fallax*, *Sphagnum fimbriatum*, *Sphagnum magellanicum*. В семействе Polytrichaceae 2 вида листостебельных мхов. Семейства Aulacomniaceae, Dicranaceae, Amblystegiaceae, Hylocomiaceae, Mielichhoferiaceae, Pylaisiaceae, Scorpidiaceae, Calliergonaceae, Tetraphidaceae представлены 1 видом каждое. К редким видам относится варнсторфия плавающая — *Warnstorfia fluitans*, встречающаяся на обводненных участках среди сфагновых мхов.

Во флоре болота обнаружены редкие для флоры Ивановской области виды. Среди них злак — вейник незамеченный (*Calamagrostis neglecta*), который встречается небольшими группами в юго-восточной части болота, на переходном участке. В регионе он распространен спорадически, обычно не формируя крупных популяций, был отмечен на болотах Юрцевское [7], Исака [5] и др.

Несколько ветвистых густых кустов редкого вида — ивы филиколистной (*Salix phylicifolia*) найдены в северо-восточной, сильно обводнённой части болота. В Ивановской области этот вид находится близ южной границы ареала, встречается на болотах Антоновское [8], Исака, Юрцевское, Кохтовец [6] и др. Во Владимирской области этот вид ивы включён в Красную книгу [10].

Ранее на болоте Конейха отмечалось редкое растение — клюква мелкоплодная (*Oxycoccus microcarpus*), занесённое в Красную книгу Ивановской области [11], однако гербарные сборы, подтверждающие находку, не известны. Одной из задач исследования была проверка указания М. П. Шилова [14] на произрастание этого вида на болоте. Однако найти данный вид за время исследований, несмотря на специальные поиски, так и не удалось. В целом на территории Ивановской области наблюдается сокращение численности клюквы мелкоплодной: во 2 издании Красной книги категория статуса редкости вида изменена с «3» — редкий вид, на «2» — вид, сокращающийся в численности [4, 12]. Отметим, что на болоте невысока численность популяций и клюквы болотной, которая встречается лишь на открытых, более обводнённых участках и в понижениях, также редко здесь встречается голубика, которая не плодоносит.

Болото практически не посещается жителями Тейковского района, на нем отсутствуют тропы, мало грибов и ягодных растений. В связи со слабой нарушенностью экосистем этого болота и трудной доступностью некоторых участков здесь отмечено только 3 вида заносных растений. Это одиночные экземпляры кустарника — аронии Мичурина, группы ситника тонкого и бодяка полевого, которые были обнаружены на окраинах болотного массива. Арония Мичурина (*Aronia × mitschurinii*) в последние десятилетия активно распространяется и внедряется в состав флоры водно-болотных комплексов и лесов России [9].

Флора и растительность болота Конейха в целом типична для болот Ивановской области, однако однообразие рельефа, низкая обводнённость обуславливают бедность флористического состава и однообразие растительности. Болото сохраняет гидрологическое, средообразующее и природоохранное значение. Здесь сосредоточены запасы лекарственных растений, в том числе крупные заросли багульника болотного, менее обильны лапчатка прямостоячая, сабельник болотный, таволга вязолистная, крушина ломкая,

валериана лекарственная и др. ООПТ перспективна для развития экологического туризма в Тейковском районе, проведения учебной и научно-просветительской работы. В дальнейшем необходимо продолжить изучение данного болота, осуществлять мониторинг состояния популяций редких видов, отмечать динамические тенденции в составе флоры и растительности.

*Авторы выражают сердечную благодарность А. В. Коневой и М. П. Шилову за совместные полевые работы, А. И. Сорокину — за определение моховидных.*

#### Библиографический список

1. *Борисова Е. А.* Методы изучения флоры и растительности: учеб. пособие по проведению полевых практик по ботанике. Иваново: Иван. гос. ун-т, 2013. 152 с.
2. *Борисова Е. А.* Итоги изучения флоры и растительности Ивановской области // Вестник Ивановского государственного университета. Серия: Естественные, общественные науки. 2014. № 2. С. 5—10.
3. *Борисова Е. А., Курганов А. А.* Флора и растительность болота Мокрое Ивановской области // Материалы конф. «IX Галкинские Чтения» (г. Санкт-Петербург, 5—7 февраля 2018 г.) / под ред. д-ра биол. наук Т. К. Юрковской. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2018. С. 23—26.
4. *Борисова Е. А., Курганов А. А.* Раритетные виды сосудистых растений во втором издании Красной книги Ивановской области // Флора и охрана генофонда: материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 80-летию со дня рождения В. С. Новикова / отв. ред. В. В. Чуб. М.: Типография МГУ, 2020. С. 214—219.
5. *Борисова Е. А., Курганов А. А., Голубева М. А., Сорокин А. И., Шилов М. П.* Болото Исака — памятник природы Ивановской области // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2019. Т. 28, № 1. С. 148—152.
6. *Борисова Е. А., Курганов А. А., Лазарева О. Г.* Болото Кохтовец Ивановской области // Научно-исследовательская деятельность в классическом университете: традиции и инновации: материалы национальной науч.-практ. конф. (Иваново, 15—29 апр. 2020 г.). Иваново: Иван. гос. ун-т, 2020. С. 10—14.
7. *Борисова Е. А., Курганов А. А., Шилов М. П.* Современное состояние флоры и растительности болота Юрцевское Ивановской области // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2018. Т. 27, № 4-1. С. 202—205.
8. *Борисова Е. А., Курганов А. А., Шилов М. П., Мишагина Д. А.* Флора и растительность памятника природы «Болото Антоновское» // Биоразнообразие: Подходы к изучению и сохранению: материалы Междунар. науч. конф., посвященной 100-летию кафедры ботаники Тверского гос. университета / отв. ред. А. А. Нотов. Тверь: Изд-во Тверского ун-та, 2017. С. 36—39.
9. *Виноградова Ю. К., Абрамова Л. М., Акатова Т. В., Багрикова Н. А., Баранова О. Г., Борисова Е. А. и др.* «Черная сотня» инвазионных растений России // Совет ботанических садов стран СНГ при Международной ассоциации академий наук. 2015. № 27. С. 85—89.
10. Красная книга Владимирской области / отв. ред. О. Н. Канищева, М. А. Сергеев. Тамбов: ООО «ТПС», 2018. 432 с.
11. Красная книга Ивановской области. Т. 2: Растения и грибы / под ред. В. А. Исаева. Иваново: ИПК «ПресСто», 2010. 192 с.
12. Красная книга Ивановской области. Т. 2: Растения и грибы. 2-е изд. / под ред. Е. А. Борисовой (подразделы «Сосудистые растения», «Мохообразные» раздела «Растения»), Л. Ю. Минеевой (подраздел «Пресноводные водоросли» раздела «Растения», раздел «Грибы»). Тамбов: ООО «ТПС», 2020. 256 с.
13. Торфяные месторождения Ивановской области. М., 1972. 344 с.
14. *Шилов М. П.* Местная флора: учеб. пособие. Иваново: Иван. гос. ун-т, 1989. 96 с.

УДК 612.1-612.8  
ББК 28.073

*В. Н. Зарипов, М. О. Барина, С. В. Королева*

## **ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОДЕРМАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ У КУРСАНТОВ-СПАСАТЕЛЕЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ**

В статье показано, что под влиянием физической нагрузки, имитирующей профессиональные условия деятельности, у курсантов-спасателей происходят изменения некоторых параметров электродермальной активности. Это может быть связано с развитием симпатикотонии и изменением активности надсегментарных гипоталамических эрготропных центров.

**Ключевые слова:** курсанты-спасатели, физическая нагрузка, электродермальная активность, вызванный кожный вегетативный потенциал.

*V. N. Zaripov, M. O. Barinova, S. V. Koroleva*

## **FEATURES OF ELECTRODERMAL ACTIVITY AT CADETS-RESCUERS UNDER THE INFLUENCE OF THE EXERCISE STRESS**

The article shows that under the influence of the exercise stress imitating professional conditions of activity cadets-rescuers have changes of some parameters of electrodermal activity. It can be connected with development of a sympathicotonia and change of activity of the suprasedgmental hypothalamic ergotropic centers.

**Key words:** cadets-rescuers, an exercise stress, electrodermal activity, the caused skin vegetative potential.

Стрессогенные условия труда и повышенные физические нагрузки являются неотъемлемой частью профессиональной среды пожарных и спасателей. Участие в ликвидации ЧС, риск для здоровья и жизни диктуют требования к серьёзной физической подготовке. В формировании устойчивости к нагрузкам важную роль играет автономная нервная система [6].

Актуальность данной работы определяется необходимостью разработки критериев объективной оценки динамики формирования профессиональной адаптации курсантов-спасателей к предстоящим профессиональным нагрузкам. В связи с этим важно знать, каким образом физическая нагрузка влияет на состояние автономной нервной системы, которое можно оценить по изменениям показателей вызванных кожных вегетативных потенциалов (ВКВП) [5].

Целью данной работы было изучение изменений показателей вызванных кожных вегетативных потенциалов у курсантов-спасателей в ответ на тестовую физическую нагрузку.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- 1) оценить исходные показатели ВКВП у курсантов-спасателей;
- 2) определить изменения показателей ВКВП у курсантов-спасателей сразу после тестовой физической нагрузки.

---

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



### Материал и методы исследования

Исследование проведено на базе ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России» в научно-исследовательской лаборатории «Медицина катастроф». В исследовании по оценке влияния физической нагрузки участвовали 10 курсантов 4-го года обучения факультета пожарной безопасности с соблюдением норм обследования для декретированной группы респондентов.

Исходные показатели ВКВП у курсантов регистрировались в условиях повседневной деятельности в лаборатории, влияние тестовой физической нагрузки изучалось на территории Загородного учебного центра академии в с. Бибирево. Имитирующие профессиональные физические нагрузки воссоздавались в Многофункциональном учебно-тренировочном комплексе (МФУТК) в ходе плановых практических занятий по пожарно-строевой подготовке и газодымозащитной службе. Регистрация ВКВП проводилась непосредственно после нагрузки.

Исследование выполнялось в изолированном помещении с температурой 20—22 °С, через 2 часа после еды. Действие различных отвлекающих факторов (громкие звуки) были сведены к минимуму. Запись проводилась в положении испытуемого сидя с открытыми глазами. При проведении измерений ВКВП в реальных условиях деятельности необходимо учитывать, что «отведение с пальцев» дает неискаженный сигнал только при достаточно комфортной температуре воздуха (не менее 20 °С). При низкой температуре воздуха и малоподвижном характере деятельности у испытуемых с ухудшенной терморегуляцией, например, при выраженном утомлении, адекватность параметров сигнала при отведении с пальцев нарушается [10].

Запись электродермальной активности (ЭДА) представляет собой следующие друг за другом в определенном ритме волны колебаний кожного потенциала (или кожной проводимости). Преимуществами метода являются неинвазивность, полная безопасность, количественная оценка результатов [9]. Вначале определялось пороговое значение силы тока, которое вызывало даже небольшое отклонение изолинии. Затем проводилась стимуляция силой тока, равной двойному пороговому значению. Для поиска пороговой силы тока ВКВП использовались однократные стимуляции с возрастающей амплитудой от 1 мА и выше. Временной интервал между повторными стимуляциями составлял не менее 60 с для восстановления реактивности потовых желез. Использование более 5 стимуляций (силой тока превышающей двойное пороговое значение) было нецелесообразно, так как возникала адаптация к воздействию, что проявлялось в увеличении латентного периода ВКВП и снижении его амплитудных характеристик [8].

Регистрация ВКВП производилась с использованием прибора «ВНС-Спектр (ВКСП)» и программы «Нейро-МВП.NETomega» (ООО «Нейрософт», Россия).

Для оценки изменений ВКВП в ответ на тестовую физическую нагрузку у курсантов-спасателей регистрировались следующие показатели:

- 1) ЛП, с — латентный период;
- 2) A1, мВ — амплитуда первой фазы;
- 3) S1, с — длительность первой фазы;
- 4) A2, мВ — амплитуда второй фазы;
- 5) S2a, с — длительность восходящей части второй фазы;
- 6) S2b, с — длительность нисходящей части второй фазы.

Достоверность различий оценивалась по t-критерию Стьюдента. Блок-схема исследования представлена на рисунке.



Рис. Блок-схема исследования  
Результаты исследования и их обсуждение

В ходе проведённого исследования было установлено, что сразу после тестовой физической нагрузки латентный период ВКВП достоверно уменьшился на 12 % (табл.).

Таблица

**Изменение показателей ВКВП у курсантов при физической нагрузке**

Показатели	До нагрузки	Сразу после нагрузки
<b>ЛП, с</b>	1,64±0,05	1,44±0,06*
<b>A1, мВ</b>	0,24±0,04	0,35±0,05
<b>S1, с</b>	0,68±0,06	0,64±0,06
<b>A2, мВ</b>	0,65±0,10	0,35±0,09*
<b>S2a, с</b>	0,90±0,06	0,72±0,07*
<b>S2b, с</b>	1,18±0,11	0,87±0,08*

Достоверность различий: \* —  $p < 0,05$ .

Возможно, выявленное в ходе исследования укорочение латентного периода ВКВП связано с уменьшением времени синаптической задержки и времени проведения нервного импульса по постганглионарным волокнам руки [11]. Это может свидетельствовать об увеличении скорости проведения нервных импульсов по этим путям в головной мозг и звездчатый ганглий. Такие изменения характерны при развитии симпатикотонии.

Амплитуда первой фазы ВКВП сразу после тестовой физической нагрузки имела тенденцию к увеличению, но данные изменения не были достоверно значимыми (табл.).

Известно, что амплитуда первой фазы ВКВП связана с уменьшением потоотделения на стимул и отражает активацию гипоталамических центров, тормозящих потоотделение. Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что используемая нагрузка не приводит к существенным изменениям уровня трофотропной активности [2].

Длительность первой фазы ВКВП также достоверно не изменялась под влиянием тестовой физической нагрузки (табл.).

Поскольку длительность первой фазы ВКВП характеризует временную задержку активации центров, усиливающих потоотделение [4], то учитывая отсутствие изменений амплитуды первой фазы ВКВП, можно предположить, что тестовая физическая нагрузка не оказывала значимого влияния на теплоотдачу [3].

Амплитуда второй фазы ВКВП сразу после тестовой физической нагрузки достоверно уменьшилась на 46 % (табл.). Это может быть связано со снижением активности надсегментарных гипоталамических эрготропных центров [9] и, как следствие, уменьшением потоотделения в ответ на стимуляцию [7].

Длительность восходящей части второй фазы ВКВП достоверно уменьшилась на 19 % сразу после тестовой физической нагрузки (табл.).

Известно, что длительность восходящей части второй фазы ВКВП свидетельствует о времени усиления работы эрготропных центров [12]. Возможно, выявленные в ходе исследования, изменения длительности восходящей части второй фазы ВКВП свидетельствуют о том, что сразу после нагрузки снижается активность эрготропных центров, поэтому уменьшается время их действия.

Длительность нисходящей части второй фазы ВКВП сразу после тестовой физической нагрузки достоверно уменьшилась на 26 % (табл.).

Длительность нисходящей части второй фазы ВКВП отражает время прекращения действия эрготропных центров [1]. Не исключено, что уменьшение длительности нисходящей части второй фазы ВКВП связано с постепенной активацией трофотропных центров, тормозящих потоотделение и уменьшающих время действия эрготропных центров.

### **Выводы**

1. Тестовая физическая нагрузка приводит к достоверному уменьшению латентного периода и показателей второй фазы ВКВП у курсантов-спасателей.

2. Показатели первой фазы ВКВП у курсантов-спасателей не изменяются после тестовой физической нагрузки.

3. Тестовая физическая нагрузка сопровождается перераспределением тонуса между отделами автономной нервной системы у курсантов-спасателей в сторону преобладания симпатического отдела.

*Библиографический список*

1. Баттакова Ш. Б., Миянова Г. А. Изменение вызванных кожно-симпатических потенциалов у больных с дисциркуляторной энцефалопатией // Медицинские науки. 2015. № 31. С. 137—142.
2. Берлогина С. Ю., Герасимова Л. И. Вегетативная регуляция в системе кровообращения у лиц в раннем восстановительном периоде ишемического гемодинамического инсульта // Фундаментальные исследования. 2011. № 10. С. 477—480.
3. Гнездицкий В. В., Генрих Е. Е. ЭЭГ и вегетативные вызванные потенциалы: анализ центрального звена вегетативной регуляции // Функциональная диагностика. 2004. № 3. С. 67—77.
4. Деряга И. Н. Кожный симпатический вызванный потенциал и электроэнцефалография в оценке центрального звена вегетативной регуляции и организации эпилептических систем при височно-долевой и лобно-долевой эпилепсии: дис. ... канд. мед. наук. М., 2012. С. 240—255.
5. Королева С. В., Мкртычян А. С., Петров Д. Л., Зарипов В. Н., Баринаева М. О. Совершенствование системы профотбора специалистов экстремального профиля на основе объективных медицинских технологий // IX Междунар. науч.-практ. конф. «Пожарная и аварийная безопасность». Иваново, 2014. С. 348—351.
6. Ландсберг Л., Янг Д. Б. Физиология и фармакология вегетативной нервной системы. Т. 2. М.: Медицина, 1997. 544 с.
7. Лапина С. Е., Беляков К. М., Величко Л. А. Применения метода вызванного кожного симпатического потенциала и метода Накатани в диагностике головной боли напряжения // Медицинский альманах. 2010. № 4. С. 283—285.
8. Одинак М. М., Котельников С. А., Шустов Е. Б. Вызванные кожные вегетативные потенциалы. Санкт-Петербург, Иваново, 1999. 49 с.
9. Сухов С. В. Вызванные кожные вегетативные потенциалы у спортсменов // Пресс-служба КазНМУ. 2011. № 1. С. 145—147.
10. Суходоев В. В. Модифицированная методика измерений и оценки кожно-гальванических реакций человека // Психологический журнал. 1980. № 10. С. 30—42.
11. Тутер Н. В. Диагностическое значение вызванных кожных симпатических потенциалов при панических расстройствах // Журнал неврологии и психиатрии. 2008. № 11. С. 55—57.
12. Филинов А. Г., Брагина Л. Б. Функциональное состояние вегетативной нервной системы при нормально протекающем гестационном процессе // Медицинский альманах. 2012. № 5. С. 44—45.

ББК 20.18  
УДК 574

*А. Н. Сивухин, Е. И. Уранова*

## **ХИМИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОДЫ НЕКОТОРЫХ ПОПУЛЯРНЫХ РОДНИКОВ ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

В статье приведён химико-биологический анализ воды из нескольких родников Ивановской области. Описаны опасности употребления в пищу необработанной родниковой воды. Вода в 8 из 9 обследованных родников непригодна для употребления в пищу без фильтрации и термической обработки. Не рекомендуется использовать в качестве источника питьевой воды родник.

**Ключевые слова:** родник, Ивановская область, питьевая вода.

*A. N. Sivukhin, E. I. Uranova*

## **CHEMICAL AND BIOLOGICAL ANALYSIS OF THE WATERS OF SOME POPULAR SPRINGS IN THE IVANOVO REGION**

The article presents a chemical and biological analysis of water from several springs in the Ivanovo region. The dangers of eating untreated spring water are described. Water in 8 out of 9 surveyed springs is unsuitable for food consumption without filtration and heat treatment. It is not recommended to use a spring as a source of drinking water.

**Key words:** springs, Ivanovo region, drinking water.

Употребление в пищу воды из открытых источников всегда сопряжено с некоторыми рисками. Нельзя гарантировать её стабильное качество и соответствие санитарным нормам. Исследования показывают, что зачастую вода из родников не соответствует требованиям «СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения» [1, 2, 3]. К сожалению, у многих людей сложилось мнение, что родниковая вода полезна и безопасна. Это утверждение, конечно, было справедливо в средние века, когда стоял выбор между рекой и родником, но и с появлением систем централизованного водоснабжения и возможностью использовать более безопасные ресурсы многие люди продолжают верить в исключительное качество родниковой воды. Иногда даже звучат аргументы, что она проходит естественную фильтрацию и становится совершенно чистой. Однако, по своей сути, родник почти не отличается от неглубокого колодца. Конечно, некоторую фильтрацию вода проходит, но при этом не избавляется от типичных минусов открытых источников — нестабильное содержание растворённых веществ (может зависеть от времени года, осадков) [4] и потенциальное микробное загрязнение, а также возможные примеси поллютантов.

---

© Сивухин А. Н., Уранова Е. И., 2020

• Серия «Естественные, общественные науки»

**Сбор образцов.** Для оценки химического и микробиологического состава воды в сентябре 2020 года были проведены пробоотборы в 9 родниках Ивановской области, которые пользуются популярностью у населения. Все родники так или иначе благоустроены, имеется металлическая или пластиковая труба для вывода потока из грунта и ёмкость для сбора и отстоя воды. Образцы отбирались в стерильные ёмкости без доступа кислорода воздуха.

**Материалы и методы.** Анализ и посев проводился на базе кафедры биологии ИвГУ в течение 24 часов. Определяли оксигенацию воды аппаратным методом и методом Винклера, водородный показатель (рН-метр XINGWEIQIANG с контролем универсальным индикатором), а также общую жёсткость (потенциометр TDS-3), концентрацию катионов железа и фосфатов (тест-системы «Christmas»). Был произведён посев образцов на питательный агар и на среду Эндо для определения общего микробного числа (ОМЧ), а также бактерий группы кишечной палочки.

Таблица 1

**Некоторые химические и биологические показатели качества воды  
обследованных родников Ивановской области**

Исследуемые родники	O <sub>2</sub> , мг/л	pH	TDS, ppm	Fe, мг/л	PO <sub>4</sub> , мг/л	ОМЧ, КОЕ/мл	Широта	Долгота
Парк Харинка (на пляже)	7	5,4	200	0	0	480	56.968967	41.062062
Ул. Смирнова (церковь)	9	6,6	496	0	0	5000	56.981333	41.007558
С. Сидоровское (Ивановский район)	4,4	8,2	135	0	20	0	57.023826	41.279845
Парк им. Революции 1905 года	9,7	7	436	0	0	120	57.023618	41.006171
М. Курьяново	6,7	5,2	169	0	0	0	57.021931	40.912398
У 41 школы (восточнее холма)	9,2	5,4	61	0	0	0	56.978890	41.063295
У 41 школы (западнее холма)	6,4	5	78	5	0	0	56.979177	41.063960
Д. Остапово (Шуйский район)	7,7	7,2	530	0	0	0	56.826380	41.401067
Д. Камешково (Шуйский район)	7,1	7,35	200	0	0	0	56.817442	41.424993

Таблица 2

**Предельно допустимые значения для изучаемых параметров**

O <sub>2</sub> , мг/л	pH	Fe, мг/л	PO <sub>4</sub> , мг, л	ОМЧ, КОЕ/мл	O <sub>2</sub> , мг/л	pH	Общая жёсткость, ppm	Fe, мг/л
>4	6-9	<1	<3,5	<100	>4	6-9	<500	<1

**Результаты и обсуждение.** По результатам исследования обнаружены слишком низкие значения pH в родниках № 1, 5, 6, 7 (табл. 1), вода имеет кислую реакцию, что недопустимо при употреблении её в пищу (табл. 2). Общая жёсткость превышена в образце № 8, а в образцах № 2 и 4 критически высока, хоть и входит в границы нормы. В образце № 7 обнаружено пятикратное превышение концентрации катионов железа. В роднике № 3 найдены

фосфаты, что может косвенно свидетельствовать об органическом загрязнении. Бактерии группы кишечной палочки ни в одном образце обнаружены не были, но общее микробное число превышено в родниках № 1, 2 и 4. Причём во втором превышение оказалось 50-кратное. В итоге, только в одном роднике (9) вода оказалась пригодной для питья по изучаемым параметрам. Однако, поскольку состав родниковой воды довольно переменчив, нельзя дать гарантию, что употребление её в пищу будет возможно и в дальнейшем.

**Рекомендации.** Исходя из результатов исследования, авторы не рекомендуют употреблять в пищу родниковую воду, если есть альтернативный источник воды с более стабильным химическим составом (водопровод, скважина, проверенный колодец). Если же родник является единственным доступным источником воды, то её перед употреблением в пищу необходимо обязательно профильтровать и обеззаразить химическим (йод, перманганат калия) или физическим (кипячение, ультрафиолетовое облучение) методами. Необходимо провести лонгитюдный мониторинг качества вод указанных родников и, при обнаружении постоянно отклоняющихся параметров, разместить рядом соответствующие информационные таблички с указанием, что вода в необработанном виде опасна при употреблении в пищу.

**Выводы.** Родниковая вода показала довольно нестабильный химический и микробиологический состав, почти во всех источниках обнаружены превышения по тем или иным параметрам. Без соответствующей обработки применять её в качестве питьевой небезопасно.

#### *Библиографический список*

1. *Горохова В. В., Гришуткин О. Г., Савина В. А.* Эколого-химический анализ вод родников национального парка «Смольный» // Актуальные проблемы естественно-технологического образования: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. Саранск: Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева, 2019. С. 108—112.
2. *Кансапарова Д. Р., Галиаскарова Ф. М.* Анализ воды родников Краснокамского района Республики Башкортостан // Наука и образование в жизни современного общества: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 14 т. Тамбов: Консалтинговая компания Юком, 2015. С. 57—58.
3. *Кивилева З. В.* Сравнительный анализ химического состава питьевых вод водозаборных скважин и родников Перми и Пермского района // Геоэкология, инженерная геодинамика, геологическая безопасность: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию кафедры инженерной геологии и охраны недр Пермского университета / Пермский государственный национальный исследовательский университет. Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2018. С. 83—91.
4. *Сивухин А. Н., Исаев В. А., Саверьянова А. А.* Комплексный мониторинг состояния поверхностных вод близ гидросооружений // Теоретические проблемы экологии и эволюции. VII Любимцевские чтения «Качество воды и водные биоресурсы». 6—9 апреля 2020, Тольятти. Тольятти, 2020. С. 177—180.

УДК 547.541.52:544.169:544.362.4

*Е. Н. Крылов, Л. В. Вирзум, И. Д. Крюкова*

## **КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИЕ ДЕСКРИПТОРЫ ИНТЕНСИВНОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СУЛЬФОНИЛАМИДОВ И КАРБОНАГИДРАЗЫ СА (I) ПРИ ЕЕ ИНГИБИРОВАНИИ**

Определены квантово-химические параметры ароматических сульфониламидов и родственных сульфонилгидразонов для описания взаимодействия их с карбоангидразой СА (I) на уровне теории M06/6-311++G\*\*(SMD). Обнаружено, что молекулярный электростатический потенциал на атоме азота в сульфидах, заряд Хиршфельда на этом атоме и квантово-химическая жесткость молекулы ингибитора представляются адекватными и определяющими дескрипторами ингибирования карбоангидразы.

**Ключевые слова:** арилульфониламиды, молекулярный электростатический потенциал, заряд Хиршфельда, квантово-химическая жесткость, карбоангидраза.

*E. N. Krylov, L. V. Virzum, I. D. Kryukova*

## **QUANTUM-CHEMICAL DESCRIPTORS OF SULFONYLAMIDES AND CARBONIC ANHYDRASE CA (I) INTERACTION INTENSITY AT ITS INHIBITION**

The quantum chemical parameters of aromatic sulfonyl amides and related sulfonyl hydrazones are determined to describe their interaction with carbonic anhydrase at the theory level M06/6-311 ++G\*\*(SMD). The molecular electrostatic potential on the nitrogen atom in sulfonyl amides, Hirschfeld's charge on this atom and quantum hardness have been found to appear to be adequate and determinative descriptors of carbonic anhydrase inhibition.

**Key words:** aryl sulfonyl amides, molecular electrostatic potential, Hirschfeld charge, quantum hardness, carbonic anhydrase.

### **Введение**

Сульфонамидная группа арилсульфонамидов ( $XArSO_2NH_2$ ) является ключевым структурным фрагментом этих соединений, обеспечивающим их физиологическое действие. Для сульфонамидов известно обширное практическое применение, поскольку они оказались пригодны для самых разнообразных биологических (фармакологических) мишеней [9], в том числе как ингибиторы различных ферментов семейства карбоангидраз, в частности  $\alpha$ -карбоангидразы, характерной для человеческого организма [28].

---

© Крылов Е. Н., Вирзум Л. В., Крюкова И. Д., 2020



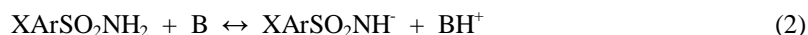
Фермент карбоангидраза катализирует процессы интерконверсии двуокиси углерода в гидрокарбонат-анион [31], иначе говоря, обратимую реакцию гидратации диоксида углерода (1), протекающую при координации этих реагентов с катионом цинка в активном центре фермента:



Считается, что ингибитор (сульфонамид) в анионной форме, возникающей при его кислотной диссоциации, связывается с катионом цинка и нарушает его координацию с гидроксил-анионом (молекулой воды на первоначальной стадии), необходимым для связывания с  $\text{CO}_2$  [17] по схеме (1).

При этом сульфамиды связывают катион цинка в активном центре карбоангидразы атомом сульфамидного азота с весьма высокой константой связывания  $K$  ( $\log K = 4 \div 9$ ) [28]. Важную роль при действии этих соединений как бактериостатиков [26] играет их кислотность, поскольку установлено, что бактериостатическая активность уменьшается при увеличении кислотности {уменьшении свободной энергии кислотной диссоциации по схеме (2) [27]}. Поэтому знание кислотных, а, следовательно, и основных свойств сульфамидов способствует теоретическому предсказанию их действия, в том числе как ингибиторов.

Кислотность по Бренстеду определяется как способность отдавать протон основанию (В), в соответствии со схемой (2), и для  $\text{XArSO}_2\text{NH}_2$  сходна с таковой для других органических структур.



Данное представление (см. выше) является одним из пяти возможных механизмов ингибирования [32] и соответствует только сульфонидам. 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 [10].

Помимо взаимодействия с катионом цинка [23], сульфонидами взаимодействуют с аминокислотным окружением [31]. Водородными связями сульфамид координируется с различными аминокислотами из окружения катиона цинка (в частности, с тирозином), а ионным атомом азота сульфамидной группы — с катионом цинка [7, 8, 13, 29].

### 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 [33].

Молекулярные дескрипторы являются численными характеристиками структурных особенностей молекул, отвечающие за проявление определенных химических и физико-химических свойств [34]. Дескрипторы классифицируются на экспериментально измеряемые 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 объём, 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 [18].

К квантово-химическим дескрипторам, в частности, относят индексы реакционной способности (далее — ИРС), основанные на теории функционала плотности (DFT) [14] — электронный химический потенциал ( $\mu$ ), жесткость ( $\eta$ ), электрофильность ( $\omega$ ) [6] и ряд других. Они используются в настоящее время в самых различных областях химии, в том числе для диагностики механизмов органических реакций и описания химической активности органических соединений. К подобным ИРС относится, в частности, атомный электростатический потенциал Vesp (АЭП) [6, 24, 25]), определяемый как молекулярный электростатический потенциал (МЭП) на данном атоме.

Ряд квантово-химических ИРС был использован [28] для установления соотношения их с константами связывания (ингибирования) фермента карбоангидразы в виде математических моделей на основе технологий QSAR-QSPR. 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.

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 [23]. Во всех случаях достигнуты коэффициенты множественной корреляции 0.724—0.608.

Считается [24], что МЭП (АЭП) является фундаментальным фактором, определяющим природу молекул и их реакционную способность. МЭП обычно ассоциирован с электроотрицательными атомами (азот, кислород, сульфонильный атом серы), причем в этом регионе молекулы наблюдаются локальные минимумы с более отрицательным значением АЭП по сравнению с окружающим МЭП. Из теории МЭП следует, что распределение МЭП влияет на дальнедействующее взаимодействие реагентов [25], поскольку на дистанциях свыше 3 Å основной вклад во взаимодействие вносят электростатические силы [5].

Для описания реакционной способности органических соединений МЭП является более подходящим статическим дескриптором по сравнению с зарядом на атомах, поскольку МЭП представляет собой физически наблюдаемую величину [30], в отличие от зарядов, которые квантово-химически не определены [35], однако широко используются в теоретической органической химии [6, 14].

### Экспериментальная часть и обсуждение результатов

Расчет структур сульфониламидов осуществлен программным комплексом ADF 2014.04 [11] на уровне теории DFT M06/6-311++G\*\* с учетом неспецифической сольватации в среде H<sub>2</sub>O в рамках метода SMD [20, 21]. Этот метод позволяет рассчитать энергии сольватации с «химической» точностью (0.6—1.0 ккал/моль) [12, 22], что важно при учете влияния среды. Расчет зарядов проведен в схеме Хиршфельда [15], которая считается одной из наиболее хорошо физически обоснованных [19].

Таблица 1

Квантово-химические параметры сульфониламидов  $XPhSO_2NH_2$ 

X	Q(N)	E(НОМО)	E(LUMO)	Vesp(N)	$10^7 \cdot K_i$ , нМ [16]	logK <sub>i</sub>
4-MeNH	-0.1916	-0.22785	-0.03786	-18.373633	150	-4.8239
4-NH <sub>2</sub>	-0.1518	-0.23677	-0.03748	-18.370107	230	-4.6383
4-MeO	-0.1873	-0.26010	-0.03829	-18.360458	45	-5.3468
4-Me	-0.1866	-0.27647	-0.04326	-18.358902	38	-5.4202
3-Me	-0.1861	-0.27436	-0.04599	-18.357531	50	-5.3010
H	-0.1851	-0.28594	-0.04632	-18.354624	61	-5.2147
4-Cl	-0.1836	-0.28086	-0.05289	-18.346289	19	-5.7212
4-Br	-0.1833	-0.27720	-0.05451	-18.345895	12	-5.9208
3-Cl	-0.1826	-0.27745	-0.05312	-18.345568	23	-5.6383
4-Ac	-0.1818	-0.29121	-0.08224	-18.342467	11	-5.9586
4-CN	-0.1808	-0.29630	-0.07706	-18.333954	11	-5.9586
3-NO <sub>2</sub>	-0.1804	-0.30111	-0.11092	-18.333565	13	-5.8861
4-NO <sub>2</sub>				-18.328900	9	-6.0458
3,4-Cl <sub>2</sub>	-0.1812	-0.28103	-0.05858	-18.339444	4	-6.3979
3-NO <sub>2</sub> -4-Cl	-0.1778	-0.29483	-0.11037	-18.326677	1.7	-6.7696
3-CF <sub>3</sub> -4-Cl	-0.1767	-0.30939	-0.11446	-18.319679	1.4	-6.8539
2-Me	-0.1739	-0.27396	-0.04424	-18.353491	160	-4.7959
2-Cl	-0.1823	-0.27754	-0.04925	-18.353338	30	-5.5229
2-NO <sub>2</sub>	-0.1824	-0.30184	-0.11201	-18.353070	85	-5.0706

Примечание: K<sub>i</sub> — константа ингибирования.

Здесь константа ингибирования K<sub>i</sub> — константа устойчивости комплекса ингибитора и карбоангидразы. Чем она меньше, тем сильнее ингибирование, то есть связывание ингибитора с ферментом, и тем эффективнее ингибитор.

Вычислительный эксперимент показывает, что чем выше отрицательное значение АЭП на атоме сульфамидного азота (соотношение 3), тем больше константа ингибирования K<sub>i</sub>, что указывает на уменьшение связывания сульфониламида с катионом цинка. Происходит это потому, что увеличение отрицательного значения АЭП на атоме сульфамидного азота уменьшает кислотность сульфамида, поскольку упрочняет связь между атомом азота и протоном. Поэтому наблюдаемая картина свидетельствует об участии в ингибировании карбоангидразы анионной формы сульфониламида, что согласуется с литературными данными [32] и анализом [2], а также зависимостью кислотности сульфониламидов от величины АЭП на сульфамидном атоме азота [3, 4].

Коэффициент корреляции (точнее, коэффициент детерминации R<sup>2</sup>) проходит проверку на статистическую значимость стандартным способом [1] по критерию Фишера (F<sub>эксп</sub> = 13.84, F<sub>табл</sub> = 4.51)

Качество корреляции, выражаемое коэффициентом R (близость его к теоретической ожидаемой единице), указывает на то, что именно данный дескриптор, соответствующий физическому параметру — величине электростатического потенциала — является определяющим указанное взаимодействие.

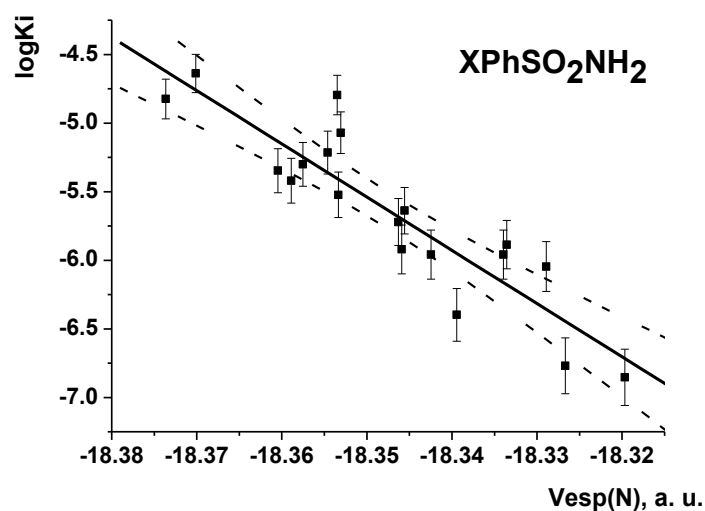


Рис. 1. Ингибирование  $\alpha$ -карбоангидразы сульфониламидами как функция электростатического потенциала на сульфониламидном атоме азота

$$\log K_i = (-717.837 \pm 82.694) - (38.817 \pm 4.507) \cdot \text{Vesp}(N), R = -0.902, SD = 0.277, N = 19, P < 0.0001. \quad (3)$$

Здесь и далее указан 5%-й доверительный интервал [1].

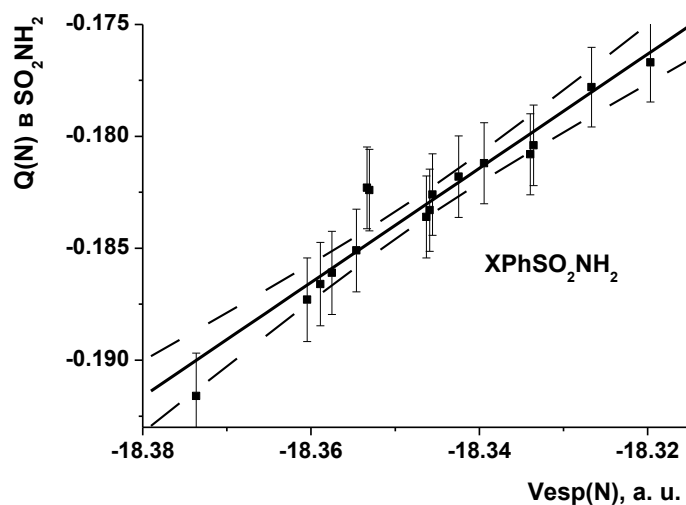


Рис. 2. Заряд в схеме Хиршфельда на атоме сульфамидного азота как функция АЭП на этом атоме

$$Q(N)(\text{SO}_2\text{NH}_2) = (4.497 \pm 0.379) + (0.255 \pm 0.021) \cdot \text{Vesp}(N), R = 0.957, SD = 0.0011, N = 16, P < 0.0001. \quad (4)$$

Незначительные отклонения экспериментальных точек от корреляционной прямой вызваны, вероятно, относительно небольшим вкладом каркаса сульфониламида (т. н. «scaffold») в гидрофильные и гидрофобные взаимодействия



Таблица 4

**Квантово-химические параметры фурансульфогидразонов  
и родственных структур**

Гидразон	$\mu$	$\eta$	$\omega$	Vesp(NH)	Vesp(NH <sub>2</sub> )
(2)	-0.1476	0.0909	0.1199	-18.321196	-18.354971
(1)	-0.1426	0.0931	0.1092	-18.326260	-18.369109
(3)	-0.1934	0.0741	0.2525	-18.287577	-18.319091
MeSO <sub>2</sub> NHNH <sub>2</sub>	-0.1652	0.1270	0.1074	-18.322902	-18.357321
EtSO <sub>2</sub> NHNH <sub>2</sub>	-0.1644	0.1267	0.1067	-18.325710	-18.359314
PrSO <sub>2</sub> NHNH <sub>2</sub>	-0.1641	0.1265	0.1064	-18.326369	-18.359929
BuSO <sub>2</sub> NHNH <sub>2</sub>	-0.1641	0.1266	0.1063	-18.326687	-18.360200

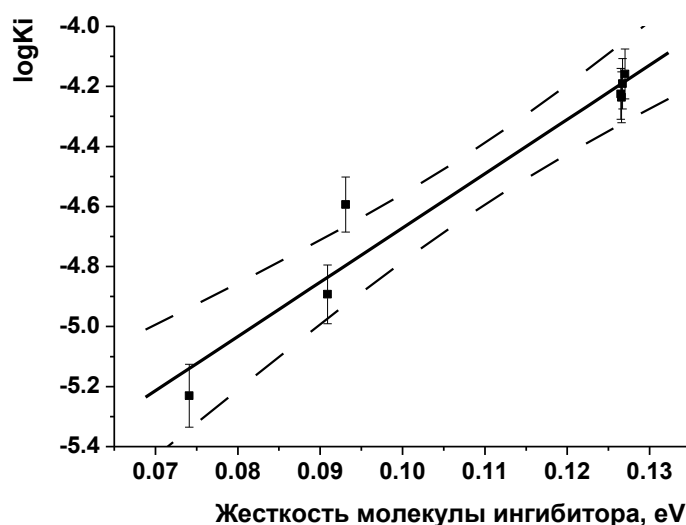


Рис. 3. Ингибирование карбоангидразы СА (I) как функция жесткости молекулы ингибитора

$$\log K_i = (-6.480 \pm 0.214) + (18.080 \pm 1.922) \cdot \eta, \quad R = 0.973, \quad SD = 0.106, \quad P = 0.000229. \quad (6)$$

Можно наблюдать, что обнаруженная — ранее неизвестная — зависимость между ингибирующей способностью сульфогидразидов и жесткостью их молекул полностью соответствует теоретически ожидаемой по тренду — в соответствии с уравнением (5) — чем меньше жесткость ингибитора, тем сильнее ингибирование. Соответствует этому уравнению и высокая ингибирующая способность N-метилсульфогидразона 5-нитро-2-фурфурала (соединение 3 в табл. 3 и 4), имеющего высокое значение электронного химического потенциала  $\mu$  (0.1934 по сравнению с другими ингибиторами, имеющими значение параметра  $\mu$  от 0.14 до 0.16).

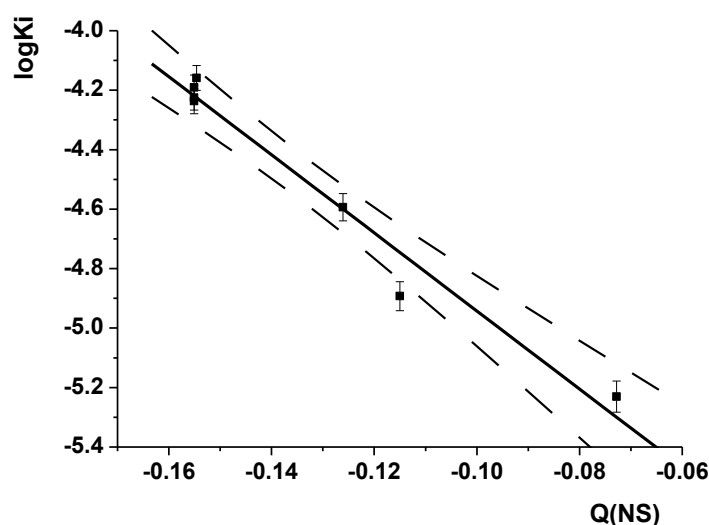


Рис. 4. Ингибирование карбоангидразы СА (I) сульфонилгидразонами как функция заряда на атоме азота, соседнем с атомом серы

$$\log K_i = (-6.256 \pm 0.142) - (13.130 \pm 1.041)Q(\text{NS}),$$

$$R = -0.985, SD = 0.080, N = 7. P < 0.0001 \quad (7)$$

Корреляция (7) на рис. 4 показывает, что увеличение заряда на атоме азота, принимающем участие во взаимодействии ингибитора и катиона цинка, уменьшает степень ингибирования, поскольку усиливает прочность связи N-H — в соответствии с теоретическими представлениями о механизме ингибирования [31, 32].

### Заключение

Атомный электростатический потенциал на атоме сульфониламидного азота и заряд Хиршфельда, а также квантово-химическая жесткость молекулы ингибитора представляются адекватными и, вероятно, определяющими дескрипторами взаимодействия сульфониламидов с карбоангидразой СА (I), приводящего к ее ингибированию.

### Библиографический список

1. Ахназарова С. А., Кафаров В. В. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии. М.: ВШ, 1985. 327 с.
2. Крылов Е. Н., Вирзум Л. В. // Topical areas of fundamental and applied research XXII. Morrisville: Lulu Press Inc. 2020. P. 89—92.
3. Крылов Е. Н., Вирзум Л. В. // Известия Академии наук. Серия химическая. 2019. № 3. С. 527—531.
4. Крылов Е. Н., Вирзум Л. В., Сергеева Г. А. // European multi science journal. 2018. № 21. P. 22—25.
5. Минкин В. И., Симкин Б. Я., Миняев Р. М. Квантовая химия органических соединений. Механизмы реакций. М.: Химия. 1986. 248 с.
6. 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.

7. Alterio V., Di Fiore A., D'Ambrosio K., et al. // Chem. Rev. 2012. Vol. 112, iss. 8. P. 4421—4468. DOI: 10.1021/cr200176r.
8. Alterio V., Vitale R. M., Monti S. M., et al. // J. Am. Chem. Soc. 2006. Vol. 128, № 25. P. 8329—8335.
9. Al-Rashida M., Hussain S., Hamayoun M., Altaf A., Iqbal J. // BioMed Research Int. Hindawi Publishing Corporation. Vol. 2014. P. 1—110. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/16292810>.
10. Babic S., Horvat A. J. M., Pavlovic D. M., Kastelan-Macan M. // Trends Anal. Chem. 2007. Vol. 26, № 11. P. 1043—1061.
11. Baerends E. J., Ziegler T., Autschbach J., et al. ADF2014. SCM. Theoretical Chemistry. Vrije Universiteit. Amsterdam. The Netherlands. 2014. <http://www.scm.com> (дата обращения: 20.11.2020).
12. Continuum Solvation Models in Chemical Physics: From Theory to Applications / Mennucci B., Cammi R. Eds. Chichester: John Wiley & Sons. 2008. P. 65. 637 p.
13. Chiaramonte N., Bua S., Ferraroni M., Nocentini A., Bonardi A., Bartolucci G., Durante M., Lucarini L., Chiapponi D., Dei S. // Eur. J. Med. Chem. 2018. Vol. 151. P. 363—375.
14. Chemical reactivity theory. A density functional wiew / Chattaraj P.K., Ed. N.-Y.: CRC Press. 2009. 577 p.
15. Hirshfeld F. L. // Theor. Chim. Acta. 1977. Vol. 44, iss. 2. P. 129—138.
16. Kakeya N. N. Yata N., Kamada A., Aoki M. // Chem. Pharm. Bull. 1970. Vol. 18. P. 191—194.
17. Kimura E. // Acc. Chem. Res. 2001. Vol. 34, № 2. P. 171—179.
18. Kubinyi H. QSAR: Hansch analysis and related approaches. N.-Y.: Wiley-VCH. 1993. 240 p.
19. Liu S.-B. // Acta Phys.-Chim. Sin. 2009. Vol. 25. N 3. P. 590—600.
20. Marenich A. V., Cramer C. J., Truhlar D. G. // J. Phys. Chem. B 2009. Vol. 113, № 14. P. 4538—4543
21. Marenich A. V., Cramer C. J. Truhlar D. G. // J. Phys. Chem. B 2009. Vol. 113, iss. 18. P. 6378—6396.
22. Mennucci B., Cammi R. Continuum Solvation Models in Chemical Physics: From Theory to Applications, John Wiley & Sons, Chichester, 2008. P. 65.
23. Pothan B., Singh V., Kumar S., Tiwari M. // Indian J. Chem. 2010. Vol. 49B. P. 224—233.
24. Politzer P., Murray J. S. Molecular electrostatic potentials. Some observations // Concepts and methods in modern theoretical chemistry / Ed. by S. K. Ghosh, P. K. Chattaraj. N.-Y.: CRC Press. 2013. P. 181—199. (450 p.).
25. Politzer P., Murray J. S. // Theor. Chem. Acc. 2002. Vol. 108, N 3. P. 134—142.
26. Seydel J. K. // Pharm. Sci. 1968. Vol. 57. P. 1455.
27. Soriano-Correa C., Esquivel R. O., Sagar R. P. // Int. J. Quant. Chem. 2003. Vol. 94, iss. 3. P. 165—172. DOI: 10.1002/qua.10597
28. Srivastava P., Srivastava Sh., Soni A. K., Singh R. K. // J. Comp. Meth. Mol. Des. 2012. Vol. 2, № 3. P. 99—106.
29. Stams T., Christianson D. W. The Carbonic Anhydrase — New Horizons. Basel: Birkhauser Verlag, 2000. P. 159—174.
30. Stewart R. F. // Chem. Phys. Lett. 1979. Vol. 65, № 2. P. 335—342.
31. Supuran C. T. // Nat. Rev. Drug. Discov. Nature Publishing Group. 2008. Vol. 7, № 2. P. 168—181.
32. Supuran C. T. // J. Enzyme Inhyb. Med. Chem. 2016. Vol. 31, № 3. P. 345—360. DOI: 10.3109/14756366.2015.1122001.
33. Theoretical aspects of chemical reactivity / Toro-Labbe A., Ed. Oxford: Elsevier. 2007. 322 p.
34. Todeschini R. Consonni V. Molecular descriptors for chemoinformatics: 2nd ed. Vol. 41 / ed. by R. Mannhold, H. Kubinyi, H. Timmerman. Revised and Enlarged Edition. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co; KGaA, 2009. 1257 p.
35. Wiberg K. B., Rablen P. R. // J. Comput. Chem. 1993. Vol. 14, № 2. P. 1504—1518.



УДК 512.543

*Д. Н. Азаров, Б. Я. Солон*

## К 80-ЛЕТИЮ ПРОФЕССОРА Д. И. МОЛДАВАНСКОГО

Приводится краткий обзор научной и педагогической деятельности профессора Д. И. Молдавского.

**Ключевые слова:** комбинаторная теория групп, алгоритмические проблемы, свободные группы, группы с одним определяющим соотношением, HNN-расширения.

*D. N. Azarov, B. Ya. Solon*

## TO THE 80TH ANNIVERSARY OF PROFESSOR D. I. MOLDAVANSKII

A brief overview of the scientific and pedagogical activities of Professor D. I. Moldavanskii is given.

**Key words:** combinatorial group theory, algorithmic problems, free groups, groups with one defining relation, HNN-extensions.

1 декабря 2020 года исполняется 80 лет выдающемуся математику, доктору физико-математических наук, профессору Давиду Ионовичу Молдавскому. Пройдя путь от ассистента до заведующего кафедрой алгебры и математической логики Ивановского государственного университета, Давид Ионович продолжает оставаться активным членом созданного им научно-исследовательского коллектива.

В 1958 году после окончания средней школы он приступил к учебе на математическом факультете Ивановского государственного педагогического института. Как признается Давид Ионович, выбор направления и места продолжения учебы не был им predetermined, но уже после первых прослушанных лекций он понял, что хочет и может заниматься математикой.

Давид Ионович застал то замечательное время, когда математическая (и в частности, алгебраическая) наука в нашей стране достигла высочайшего уровня как по значимости научных открытий, так и по масштабу исследований. В то время приобрела широкую известность Ивановская логико-алгебраическая школа, созданная и возглавляемая академиком Анатолием Ивановичем Мальцевым. Формирование научных интересов Давида Ионовича происходило под влиянием учеников и последователей Мальцева (таких как Д. М. Смирнов и его ученик А. И. Черемисин). Становление и развитие Ивановской логико-алгебраической школы подробно описано в [3, 4].

Уже в студенческие годы Д. И. Молдавский начал посещать заседания научно-исследовательского семинара кафедры высшей алгебры,

организованного Мальцевым в конце 40-х годов. Как вспоминает Давид Ионович, семинар в немалой степени способствовал его математической подготовке, ему всегда нравилась работа, связанная с проверкой научных результатов перед их публикацией, и за эту работу (уже будучи аспирантом) он заслужил следующую похвалу от Игоря Андреевича Лаврова: «Уж если Давид не нашел, к чему придраться, статью можно публиковать».

Первые научные результаты Давида Ионовича, полученные им под влиянием А. И. Черемисина, были связаны с одним обобщением понятия упорядоченной полугруппы. За эти результаты (следов которых, к сожалению, не осталось) он был удостоен похвалы от Александра Геннадиевича Куроша на алгебраической конференции, проходившей в Кишиневе. В тот период Всесоюзные алгебраические конференции (тогда они назывались коллоквиумами) проводились ежегодно по инициативе А. Г. Куроша и А. И. Мальцева. Давид Ионович впервые участвовал в такой конференции в 1963 году в Киеве, будучи студентом 5 курса.

В 1964 Давид Ионович поступил в аспирантуру к Мартину Давидовичу Гриндлингеру, приступившему к работе на кафедре высшей алгебры в 1960 году по приглашению Мальцева. После отъезда Анатолия Ивановича в Новосибирск Гриндлингер возглавлял проводимые на кафедре исследования в области теории групп. За два года до этого он переехал в Советский Союз из США, где был учеником и сотрудником Вильгельма Магнуса, известного немецкого и американского математика, одного из создателей значительного раздела современной теории групп, называемого теперь комбинаторной теорией групп. Интересно отметить, что Магнус был учеником Дэна, который, в свою очередь, был учеником Гильберта.

В основе комбинаторной теории групп лежит идея задания группы порождающими символами и определяющими соотношениями, т. е. такими соотношениями, из которых можно вывести все соотношения, имеющие место в данной группе. М. Д. Гриндлингер занимался алгоритмическими проблемами комбинаторной теории групп, сформулированными в свое время Дэном. Его результаты приобрели широкую известность. Тем не менее, считать, что начало исследований в области теории групп на кафедре связано с приходом на нее Гриндлингера, было бы неверным — до его прихода теорией групп на кафедре занимались А. И. Мальцев и Д. М. Смирнов.

В аспирантские годы Давид Ионович получил замечательные результаты по одному из важнейших направлений комбинаторной теории групп, которое занимается группами с одним определяющим соотношением. Его результаты предопределили дальнейшее развитие этого направления на несколько десятилетий вперед. Свой результат о строении абелевых подгрупп групп с одним определяющим соотношением (соответствующая задача ранее была поставлена известным американским алгебраистом Г. Баумслагом) Д. И. Молдаванский доложил на Международном конгрессе математиков в Москве в 1966 году. Доклад произвел сильное впечатление на математиков, в 1967 году результат был опубликован в Сибирском математическом журнале. Позднее выяснилось, что основная значимость этой публикации состояла не столько в самом научном результате, сколько в методе его доказательства — для изучения групп с одним определяющим соотношением Давид Ионович впервые применил одну уже известную в то время теоретико-групповую конструкцию, которую называют те-

перь HNN-расширением. Позднее, в 1973 году МакКулл и Шупп, используя метод Давида Ионовича, привели более простые доказательства ряда известных результатов о группах с одним соотношением. С тех пор этот метод используется практически во всех исследованиях групп с одним соотношением.

Еще одна важная работа Давида Ионовича, опубликованная в 1969 году в журнале «Алгебра и логика», посвящена доказательству алгоритмической разрешимости проблемы сопряженности конечно порожденных подгрупп свободной группы. В дальнейшем ему удалось доказать более сильный результат, утверждающий финитную аппроксимируемость свободной группы относительно сопряженности конечно порожденных подгрупп. Заметим здесь, что связь финитной аппроксимируемости групп относительно различных предикатов с разрешимостью соответствующих алгоритмических проблем в свое время была обнаружена А. И. Мальцевым.

Давид Ионович стал свидетелем и участником той эпохи, когда комбинаторная теория групп формировалась как самостоятельная наука. Он принимал участие в переводе на русский язык знаменитой и до сих пор востребованной книги Магнуса, Карраса и Солитэра «Комбинаторная теория групп». Эта книга подводила итог начальному этапу развития комбинаторной теории групп. В следующем аналогичном издании — одноименной книге Р. Линдона и П. Шуппа — содержатся многочисленные ссылки уже на работы самого Давида Ионовича.

Почти сразу после защиты кандидатской диссертации (в 1968 году) Д. И. Молдаванский включился в работу по подготовке аспирантов, считая эту деятельность чрезвычайно важной как для математической науки вообще, так и для математического факультета в частности. Его аспирантами «первой волны» были А. П. Горюшкин (работавший впоследствии проректором Камчатского университета), Л. М. Шнеерсон (профессор Нью-Йоркского городского университета, известный ученый, специалист в области теории полугрупп), А. И. Зимин (ученик Л. М. Шнеерсона), С. Д. Бродский (получивший глубокие результаты о разрешимости уравнений над группами), В. Н. Егоров (получивший важные научные результаты и возглавлявший Ивановский государственный университет на протяжении двух последних десятилетий).

В 1973 году Д. И. Молдаванский (по настоятельной просьбе декана математического факультета Е. А. Халезова) занял должность заведующего кафедрой высшей алгебры и занимал ее (с перерывом в 1984 — 1988 годах, когда кафедрой заведовал Владимир Николаевич Егоров) до 2010 года. По его предложению, чтобы отразить весь спектр проводимых научных исследований, кафедра была переименована в кафедру алгебры и математической логики.

На кафедре Давид Ионович создал уникальный научно-педагогический коллектив, состоящий из преподавателей, аспирантов и вовлеченных в научную работу студентов. Состав этого коллектива время от времени менялся, но неизменным оставался основной принцип обучения, состоящий в том, что подготовка квалифицированного математика (в том числе, учителя математики) не возможна без его знакомства с научно-исследовательской работой. Дипломные работы большинства выпускников кафедры содержали пусть небольшие, но, тем не менее, новые научные результаты.

В связи с переходом пединститута на университетский учебный план Давид Ионович фактически с нуля организовал специализацию студентов по алгебре и теории чисел. Специализация предусматривала (наряду с написанием дипломных работ) систему авторских спецкурсов, которые охватывали различные разделы современной алгебры. Чтение некоторых спецкурсов Давид Ионович доверял молодым сотрудникам кафедры, что несомненно способствовало их профессиональному росту. Он часто говорил, что наиболее продуктивный способ изучения какой-либо математической дисциплины состоит в том, чтобы разработать и прочесть курс лекций по этой дисциплине. Лекции Давида Ионовича всегда отличались четкостью формулировок теорем и определений, продуманным изложением материала и уважительным отношением к слушателям.

Давида Ионовича отличает высокая требовательность к качеству оформления научных работ, будь то научная статья, дипломная работа или диссертация. Он часто говорил о том, что аккуратное оформление научной работы может занимать больше времени, чем получение научных результатов, и что качественный математический текст получается ценой значительных усилий. В связи с этим он любит вспоминать фразу, сказанную когда-то Д. М. Смирновым «Получится просто, коль перепишешь раз со сто».

Несколько замечательных учебных пособий написаны Давидом Ионовичем по теории групп, теории полей, линейной алгебре, числовым системам. Много внимания он уделял работе в редколлегии журнала «Вестник ИвГУ». Научно-методическая деятельность Давида Ионовича не ограничивалась рамками университета. В течение ряда лет он работал в Ивановском институте повышения квалификации педагогических кадров.

Начиная с 90-х годов, Д. И. Молдаванским и возглавляемым им научным коллективом проводились интенсивные исследования финитной аппроксимируемости и других аппроксимационных свойств групп. Изучалось поведение этих свойств относительно свободных конструкций — обобщенных свободных произведений и HNN-расширений. Исследования в этом направлении, начатые в США более пятидесяти лет тому назад, до сих пор привлекают внимание многих специалистов в области теории групп. Систематическое изучение финитной аппроксимируемости обобщенных свободных произведений было начато Г. Баумслагом. Давид Ионович много работал над развитием методов Баумслага. Он распространил эти методы с финитной аппроксимируемости на аппроксимируемость конечными  $p$ -группами и применил их не только к обобщенным свободным произведениям, но и к HNN-расширениям. Одновременно он дополнял и совершенствовал свой спецкурс «Финитная аппроксимируемость и свободные конструкции». В спецкурсе ставились научные проблемы и задачи, многие из которых в дальнейшем были решены Д. И. Молдаванским и его учениками. Параллельно с чтением спецкурса Давид Ионович возглавлял кафедральный алгебраический семинар. На семинаре особое внимание уделялось подробным доказательствам полученных результатов, и поэтому многие доклады занимали несколько заседаний семинара.

Интенсивная научная и преподавательская работа Давида Ионовича на рубеже XX и XXI веков сопровождалась появлением у него «второй волны» учеников, защитивших кандидатские диссертации: Д. Н. Азаров,

Е. Д. Логинова, Е. А. Иванова, Д. Тъеджо, Е. В. Соколов, О. Е. Сенкевич, Е. А. Туманова.

С 1996 года Д. И. Молдаванский — член Американского математического общества и сотрудник американского реферативного математического журнала «Mathematical Reviews». К нему постоянно обращаются с вопросами ученые из разных стран, работающие в области комбинаторной теории групп. Давид Ионович регулярно выступал в качестве официального оппонента на защитах диссертаций, работал членом диссертационного совета в ЯрГУ, активно сотрудничал с редакцией Коуровской тетради (где каждые два года публикуются нерешенные проблемы теории групп), участвовал в работе семинара по теории групп, который проводился в МГУ и возглавлялся в то время А. Л. Шмелькиным, А. Ю. Ольшанским и А. А. Клячко.

Профессор МГУ А. Л. Шмелькин был одним из оппонентов на защите докторской диссертации Давида Ионовича, которая состоялась в 2006 году в Ярославском государственном университете. Тема диссертации — «Аппроксимационные свойства HNN-расширений групп и групп с одним определяющим соотношением». Эта работа стала промежуточным итогом многолетней и плодотворной научной деятельности Давида Ионовича. Но, с другой стороны, его научный задел настолько велик, что только третья часть его научных результатов имела непосредственное отношение к диссертации.

Давид Ионович проявляет постоянную заботу о своих учениках, поддерживает их стремление к научному и профессиональному росту. Как признается Д. Н. Азаров, он был и продолжает оставаться учеником Давида Ионовича. В 2017 году в диссертационном совете мехмата МГУ состоялась защита докторской диссертации Д. Н. Азарова на тему «Финитная аппроксимируемость и почти аппроксимируемость конечными  $p$ -группами групп конечного ранга и свободных конструкций», которая посвящена продолжению исследований, проводимых Давидом Ионовичем и его научным коллективом. Эта работа не относится в полной мере к комбинаторной теории групп, она объединяет классические подходы к изучению финитной аппроксимируемости, восходящие к Мальцеву, и некоторые современные подходы к изучению свободных конструкций. В работе получены существенные обобщения результатов А. И. Мальцева, Д. М. Смирнова, А. Л. Шмелькина, Д. И. Молдаванского и ряда зарубежных алгебраистов.

Д. И. Молдаванский продолжает активную научную деятельность и в настоящее время. В 2019 году в журнале «Математические заметки» им опубликован следующий замечательный результат: любое расширение конечной группы при помощи конечно порожденной финитно аппроксимируемой группы является хопфовой группой (это свойство для конечно порожденной группы, как заметил А. И. Мальцев, слабее финитной аппроксимируемости). В 2020 году Давид Ионович опубликовал три научные статьи. Одна из этих работ опубликована в журнале «Математические заметки» и посвящена нильпотентной аппроксимируемости групп с одним соотношением. Другая работа посвящена обобщению известного и очень сложно доказанного результата, утверждающего, что в свободной группе изолятор любой конечно порожденной подгруппы сам является конечно

порожденной группой. Давид Ионович обобщил этот результат на случай  $\pi$ -изоляторов, где  $\pi$  — множество простых чисел, причем он нашел абсолютно элементарное доказательство для этого общего утверждения.

Пять лет тому назад в декабре 2015 года под руководством декана факультета математики и компьютерных наук Б. Я. Солона в ИвГУ состоялась Международная научная конференция «Алгоритмические проблемы в алгебре и теории вычислимости», посвященная 75-летию д. ф.-м. н., профессора Давида Ионовича Молдаванского [1, 2]. Среди участников конференции были ведущие математики из Москвы, Ярославля, Новосибирска и Тулы. Как признавались гости конференции, они приехали в Иваново прежде всего для того, чтобы лично поздравить юбиляра. Давид Ионович продолжает оставаться центром притяжения для специалистов в области теории групп, талантливых математиков, выпускников математического факультета.

В заключение хочется пожелать Давиду Ионовичу здоровья, новых научных результатов и успехов в творческой деятельности, которую он так любит.

#### Библиографический список

1. Алгоритмические проблемы в алгебре и теории вычислимости : Международная научная конференция, посвященная 75-летию Д. И. Молдаванского : сб. науч. трудов. Иваново, Иван. гос. ун-т, 2016. 89 с.
2. Международная научная конференция «Алгоритмические проблемы в алгебре и теории вычислимости», посвященная 75-летию Д. И. Молдаванского. URL: <http://math.ivanovo.ac.ru/dalgebra/mold75/mold75.html> (дата обращения: 24.11.2020).
3. Молдаванский Д. И. 40 лет научной логико-алгебраической школе ИвГУ: итоги и перспективы // Вестник Ивановского государственного университета. Сер.: Естественные, общественные науки. 2014. Вып. 2. С. 75–80.
4. Молдаванский Д. И. Комбинаторная теория групп в Ивановском государственном университете // Чебышевский сборник. 2014. Т. 15, вып. 4. С. 32–54.

УДК 519.852

А. Ф. Вялов

## О МНОЖЕСТВЕ ДОПУСТИМЫХ РЕШЕНИЙ ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

При исследовании не полностью вырожденной задачи линейного программирования в  $n$ -мерном евклидовом пространстве в статье доказано, что  $(n - m)$ -мерное множество допустимых решений задачи представляет собой либо выпуклый многогранник, либо усеченный конус в  $(n - m)$ -мерной плоскости. Доказаны возможные исходы решения задачи, используя проекцию произвольного множества точек на прямую в  $n$ -мерном евклидовом пространстве. Сформулировано необходимое и достаточное условие, при котором множество допустимых решений задачи линейного программирования пусто.

**Ключевые слова:** линейное программирование, оптимальное управление, оптимизация.

---

© Вялов А. Ф., 2020

A. F. Vyalov

## ON THE SET OF FEASIBLE SOLUTIONS OF THE LINEAR PROGRAMMING PROBLEM

At research the not completely degenerate problem of linear programming in the  $n$ -dimensional Euclidean space, it is proved in the paper that the  $(n - m)$ -dimensional set of feasible solutions of the problem represents either a convex polyhedron, or a blunted cone in an  $(n - m)$ -dimensional plane. Possible outcomes of the problem solution are proved using the projection of an arbitrary set of points to a straight line in the  $n$ -dimensional Euclidean space. The necessary and sufficient condition is formulated at which the set of feasible solutions of the linear programming problem is empty.

**Key words:** linear programming, optimum control, optimization.

Множество  $\mathcal{M}$  допустимых решений задачи линейного программирования (ЗЛП), на котором следует отыскать минимум целевой функции

$$(\mathbf{C}, \mathbf{X}) \rightarrow \min \quad (1)$$

в евклидовом пространстве<sup>1</sup>  $E_n$ , есть пересечение  $(n - m)$ -мерной плоскости [3]  $\mathcal{E}_{n-m}$ , описываемой системой  $m < n$  линейных уравнений

$$\mathbf{A}\mathbf{X} = \mathbf{B}, \quad \text{rk } \mathbf{A} = m, \quad (2)$$

с  $n$ -мерным конусом  $\mathcal{K}$ , задаваемым системой неравенств

$$x_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, n. \quad (3)$$

Множество  $\mathcal{M}_0$  допустимых решений ЗЛП, если ограничение (2) — система однородных линейных уравнений, никогда не пусто: либо точка  $O$  (начало координат пространства  $E_n$ ), либо конус с вершиной в точке  $O$  [1].

Далее  $\mathbf{B} \neq (0, 0, \dots, 0)$ .

Числовая строка  $\mathbf{C} = (c_1, c_2, \dots, c_n)$  определяет направление возрастания функции цели в  $E_n$  [4]. *Направление* в  $E_n$  (как и в [1]) — нормированная строка чисел<sup>2</sup>.

Пересечение плоскости  $\mathcal{E}_{n-m}$  с конусом  $\mathcal{K}$  есть либо выпуклое множество (как пересечение выпуклых множеств) точек  $\mathcal{M}$  в  $E_n$  размерности<sup>3</sup>  $n - m$ , либо пустое множество. Иначе говоря,  $\mathcal{M} \neq \emptyset$  — фрагмент плоскости  $\mathcal{E}_{n-m}$  (некая выпуклая фигура в  $\mathcal{E}_{n-m}$ ).

Возьмем произвольную точку  $\mathbf{X}_0 \in \mathcal{E}_{n-m}$ . Геометрически плоскость  $\mathcal{E}_{n-m}$  — множество точек всевозможных прямых в  $E_n$ , направления которых принадлежат *множеству  $P$  направлений*<sup>4</sup> в плоскости  $\mathcal{E}_{n-m}$ , содержащих эту точку.

Конус  $\mathcal{K}$  является множеством точек лучей в  $E_n$ , проведенных из точки  $O$ . Множество направлений, в которых можно провести луч из точки  $O$

<sup>1</sup>Пространство  $E_n$  — это множество числовых строк, интерпретируемых как точки.

<sup>2</sup>Здесь говорится о направлении  $\mathbf{C}/|\mathbf{C}|$ . Интерпретируется как орт.

<sup>3</sup>Вообще говоря, размерность фрагмента  $\mathcal{M}$  лежит в диапазоне  $[0, n - m]$ .

<sup>4</sup>Базис подпространства  $\mathcal{E}'_{n-m}$  определяет множество  $P$  направлений в  $\mathcal{E}'_{n-m}$ . При сдвиге подпространства множество  $P$  не изменяется [1].

в конусе  $\mathcal{K}$ , обозначим  $L$ . Направление, в котором проведен луч, будем называть направлением луча.

**Предложение 1.** Из любой точки  $\mathbf{X}$  конуса  $\mathcal{K}$  можно провести луч внутри конуса  $\mathcal{K}$  лишь в направлении  $G \in L$ .

То, что из любой точки  $\mathbf{X}$  конуса  $\mathcal{K}$  можно провести луч внутри конуса  $\mathcal{K}$  в любом из направлений  $G \in L$ , очевидно<sup>5</sup>. В направлении  $G_1 = -G$ ,  $G \in L$ , луч из точки  $\mathbf{X} \in \mathcal{K}$  внутри конуса  $\mathcal{K}$  провести невозможно.

Пусть направление  $G_1$  таково, что  $G_1 \notin L$  и  $-G_1 \notin L$ . Точка  $\mathbf{X} \in \mathcal{K}$  и прямая, содержащая направленный отрезок  $G_1$ , определяют двумерную плоскость  $\mathcal{E}_2$  в  $E_n$  (см. рис. 1). Плоскость  $\mathcal{E}_2$  пересекает грани конуса  $\mathcal{K}$ .

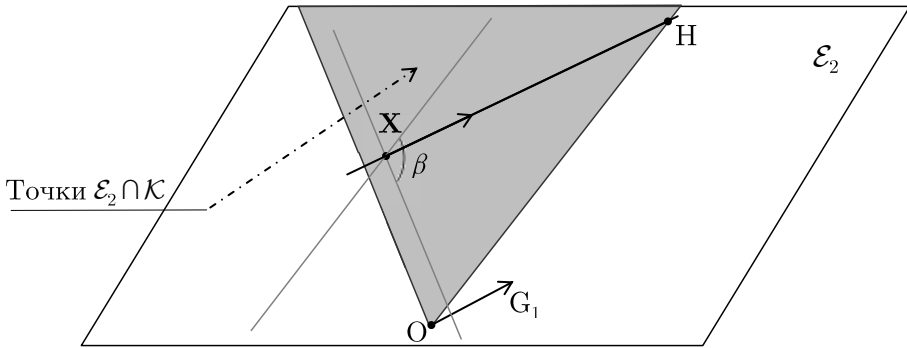


Рис. 1. Пересечение плоскости  $\mathcal{E}_2$  с  $n$ -мерным конусом  $\mathcal{K}$  ( $n \geq 2$ )

Через точку  $\mathbf{X}$  проведем прямые, параллельные граням области пересечения плоскости  $\mathcal{E}_2$  с конусом  $\mathcal{K}$ . Прямые пересекаются под углом  $\beta$ .

Луч, проведенный из точки  $\mathbf{X}$  в направлении  $G_1$ , пересекает границу области конуса в точке  $\mathbf{H}$ , так как прямая, содержащая луч, не параллельна границе области пересечения плоскости  $\mathcal{E}_2$  с конусом  $\mathcal{K}$ .

Только у прямых, проходящих через точку  $\mathbf{X}$  внутри угла  $\beta$ , множество  $P$  направлений не содержит направления  $G \in L$ , они пересекают границы области конуса.

Все остальные сечения конуса аналогичны.

**Вывод.** Пересечение прямой, направления у которой  $G_1 \notin L$  и  $-G_1 \notin L$ , проведенной через точку  $\mathbf{X} \in \mathcal{K}$ , с конусом  $\mathcal{K}$  есть отрезок (либо точка, если точка  $\mathbf{X}$  — точка ребра конуса  $\mathcal{K}$ , а прямая касается конуса лишь в точке  $\mathbf{X}$ ).

Если множество направлений  $P$  в плоскости  $\mathcal{E}_{n-m}$  не содержит ни одного направления из подмножества  $L$  множества направлений в конусе  $\mathcal{K}$ <sup>6</sup> и у плоскости  $\mathcal{E}_{n-m}$  есть общая точка  $\mathbf{X}_0$  с конусом  $\mathcal{K}$ , то (учитывая, что в каждом из направлений  $G \in P$  через эту точку в плоскости  $\mathcal{E}_{n-m}$  можно провести прямую, а в конусе  $\mathcal{K}$  лишь отрезок) выпуклый фрагмент  $\mathcal{M}$  состоит из отрезков.

<sup>5</sup>Например, достаточно *сдвигом* построить копию конуса  $\mathcal{K}$  с вершиной в точке  $\mathbf{X}$ . Копия не выйдет за пределы конуса  $\mathcal{K}$ .

<sup>6</sup>Множество направлений в конусе  $\mathcal{K}$  совпадает с множеством направлений в  $E_n$ .



Множество концов отрезков образует грани фрагмента  $M$ . Грани фрагмента  $M$  — это фрагменты плоскостей  $\mathcal{E}_{n-m-1}$ , получившиеся при пересечении плоскости  $\mathcal{E}_{n-m}$  с гранями конуса  $\mathcal{K}$ . Фрагмент  $M \subset \mathcal{E}_{n-m}$  — выпуклый многогранник. На рис. 2-а приведен пример двумерного многогранника.

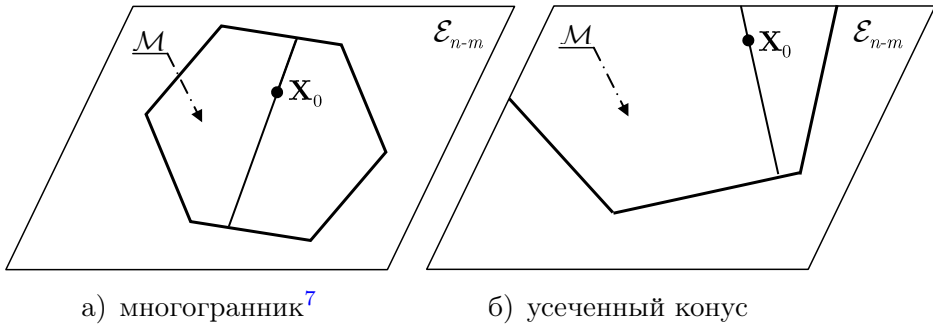


Рис. 2. Варианты  $(n - m)$ -мерных фрагментов  $M$  в плоскости  $\mathcal{E}_{n-m}$  ( $n = 4, m = 2$ )

Фрагменты плоскостей  $\mathcal{E}_{n-m-1}$  в плоскости  $\mathcal{E}_{n-m}$ , в свою очередь, есть многогранники с гранями порядка  $n - m - 2$ . Пересечения фрагментов плоскостей  $\mathcal{E}_{n-m-1}$  в углах многогранника — тоже фрагменты плоскостей  $\mathcal{E}_{n-m-2}$  — грани порядка  $n - m - 2$  и т. д. Вершина многогранника  $M$  как пересечение его ребер (граней первого порядка, фрагментов плоскостей  $\mathcal{E}_1$ ) есть грань нулевого порядка многогранника  $M$ .

Пусть множество  $P$  направлений в плоскости  $\mathcal{E}_{n-m}$  содержит направления из множества  $L$ . Тогда фрагмент  $M$  может быть представлен как множество лучей (из любой точки  $\mathbf{X} \in M$  можно провести луч во фрагменте  $M$  в направлении  $\mathbf{G} \in L \cap P$ ), фрагмент  $M$  — усеченный конус; пример — на рис. 2-б.

Из того, что в  $E_n$  можно опустить перпендикуляр на подпространство [2], следует: в  $E_n$  существует ортогональная проекция множества точек на прямую  $\mathcal{E}_1$ , проходящую через точку  $O$ . Варианты фрагментов  $M$  дают возможность сделать заключение, что ортогональной проекцией в  $E_n$  фрагмента  $M$  на прямую  $\mathcal{E}_1$ , множество  $P$  направлений которой содержит направление  $\mathbf{C}/|\mathbf{C}|$ , может быть:

- точка; целевая функция  $(\mathbf{C}, \mathbf{X}) = const, \mathbf{X} \in M$ , то есть решение ЗЛП — весь фрагмент  $M$ ;
- отрезок  $[\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2]$ ; точки фрагмента  $M$ , проекциями которых является начало отрезка  $\mathbf{X}_1$  (отрезок, как вектор с концом в  $\mathbf{X}_2$ , имеет направление  $\mathbf{C}/|\mathbf{C}|$ ), составляют решение ЗЛП;
- луч; если направление луча совпадает с направлением  $\mathbf{C}/|\mathbf{C}|$ , то точки фрагмента  $M$ , проекциями которых является начало луча, составляют решение ЗЛП, иначе ЗЛП не имеет решения  $(\mathbf{C}, \mathbf{X}) \rightarrow -\infty$ ;
- вся прямая; ЗЛП не имеет решения  $(\mathbf{C}, \mathbf{X}) \rightarrow -\infty$ .

*Вывод.* Если целевая функция на множестве  $M$  не убывает неограниченно, то решение ЗЛП — либо весь фрагмент  $M$ , либо грань фраг-

<sup>7</sup>Невырожденный случай.

мента  $M$ . Грань фрагмента  $M$  лежит в плоскости  $(C, X) = z$ , сам фрагмент  $M$  расположен в полупространстве  $(C, X) \geq z$ . Наиболее вероятное решение ЗЛП — вершина многогранной области  $M$ .

**Предложение 2.** Если множество допустимых решений  $M_0 \subset E'_{n-m}$  в соответствующей полностью вырожденной задаче (задаче с приведенной системой системы уравнений (2)) есть точка  $O$  [1], то в ЗЛП множество  $M$  пусто, когда можно построить подпространство  $E'_{n-1}$ ,  $E'_{n-m} \subset E'_{n-1}$ , которое делит пространство  $E_n$  на два полупространства таким образом, что вектор  $X \notin E'_{n-m}$  сдвига подпространства  $E'_{n-m}$  и конус  $K$  лежат в разных полупространствах.

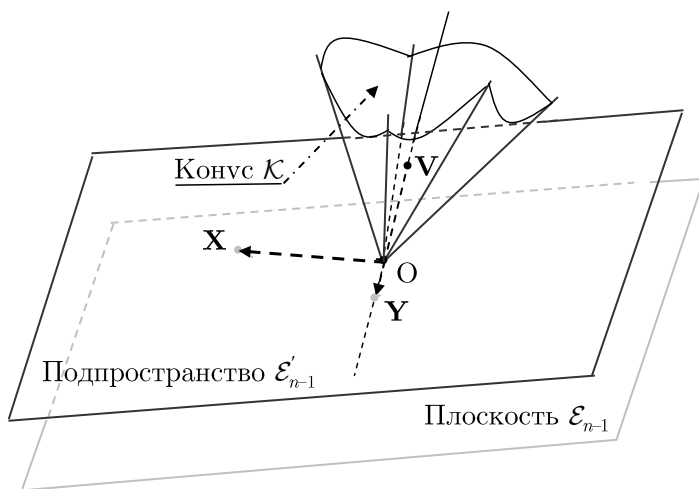


Рис. 3. Иллюстрация сдвига подпространства<sup>8</sup> ( $n = 5$ )

Пусть подпространство  $E'_{n-1}$  построено. После сдвига подпространства  $E'_{n-1}$  на вектор  $X$  получается плоскость  $E_{n-1}$ . Точка  $Y$  — точка пересечения прямой, проведенной через точки  $O$  и  $V = (1, 1, \dots, 1)$ , с плоскостью  $E_{n-1}$ . Так как точка  $X$  и конус  $K$  лежат в разных полупространствах, а  $E'_{n-1}$  и  $E_{n-1}$  параллельны, то  $Y = (-a, -a, \dots, -a)$ ,  $a > 0$ .

Оценим  $E_{n-1}$ , воспользовавшись другим частным<sup>9</sup> решением — числовой строкой  $Y$ .

При сдвиге подпространства  $E'_{n-1}$  к каждой координатной строке точки подпространства  $E'_{n-1}$  прибавляется числовая строка вектора сдвига. Сдвиг точки  $O(0, 0, \dots, 0) + (-a, -a, \dots, -a)$  приводит к точке  $Y$  с отрицательными координатами. При последующем вычислении сдвинутого подпространства прибавлением  $(-a, -a, \dots, -a)$  к координатным строкам любой другой точки подпространства  $E'_{n-1}$  невозможно получить числовую строку, состоящую из неотрицательных чисел, так как в подпространстве  $E'_{n-1}$  точка  $O$  — единственная точка, у которой все координаты неотрицательные. Поэтому в сдвинутом подпространстве  $E_{n-1}$  нет точек с неотрицательными координатами.

<sup>8</sup>Условное изображение подпространства [3] и конуса; на рисунке лишь ребра и пять из десяти двумерных граней конуса.

<sup>9</sup>Множество числовых строк  $E_{n-1}$  есть множество решений неоднородного линейного уравнения.

Следовательно, и в плоскости  $\mathcal{E}_{n-m} \subset \mathcal{E}_{n-1}$  нет точек с неотрицательными координатами, а конус  $\mathcal{K}$  состоит только из точек с неотрицательными координатами. Поэтому множество  $\mathcal{M} = \mathcal{E}_{n-m} \cap \mathcal{K}$  пусто.

**Предложение 3.** Если конус  $\mathcal{M}_0 \subset \mathcal{E}'_{n-m}$  [1] в соответствующей полностью вырожденной задаче (приведенная система уравнений (2)) состоит только из лучей, принадлежащих грани конуса  $\mathcal{K}$ , то в ЗЛП множество  $\mathcal{M}$  пусто, когда можно построить подпространство  $\mathcal{E}'_{n-1}, \mathcal{E}'_{n-m} \subset \mathcal{E}'_{n-1}$ , которое делит пространство  $E_n$  на два полупространства таким образом, что вектор  $\mathbf{X} \notin \mathcal{E}'_{n-m}$  сдвига подпространства  $\mathcal{E}'_{n-m}$  и конус  $\mathcal{K}$  лежат в разных полупространствах.

Любая точка  $\mathbf{X} \notin \mathcal{M}_0$  подпространства  $\mathcal{E}'_{n-m}$  имеет отрицательную координату. Хотя в множестве  $\mathcal{M}_0 \subset \mathcal{E}'_{n-m}$  все числовые строки состоят из неотрицательных чисел, у каждой точки конуса  $\mathcal{M}_0$  есть координата со значением 0, так как все лучи в конусе  $\mathcal{M}_0$  принадлежат грани конуса  $\mathcal{K}$ . После аналогичного рассмотренному выше сдвига подпространства  $\mathcal{E}'_{n-1}$  на вектор  $\mathbf{Y}$  (прибавлением к координатным строкам точек подпространства  $\mathcal{E}'_{n-1}$  числовой строки  $(-a, -a, \dots, -a)$ ) в координатных строках точек сдвинутого множества  $\mathcal{M}_0$  окажутся отрицательные числа  $-a$  (на местах нулей). После сдвига остальных точек  $\mathcal{E}'_{n-m}$  в суммах числовых строк сохранятся отрицательные значения. Следовательно, в плоскости  $\mathcal{E}_{n-m}$  нет точек с неотрицательными значениями координат,  $\mathcal{M} = \emptyset$ .

Если же в конусе  $\mathcal{M}_0$  есть луч с направлением  $\mathbf{G} \in L$ , не принадлежащий грани конуса  $\mathcal{K}$ , то множество  $\mathcal{M}$  непусто, так как луч, проведенный в  $E_n$  из любой точки  $\mathbf{X} \notin \mathcal{K}$  в этом направлении, пересекает грань конуса  $\mathcal{K}$ .

*Вывод.* В ЗЛП множество  $\mathcal{M}$  пусто тогда и только тогда, когда в соответствующей полностью вырожденной задаче (приведенная система уравнений (2)) плоскость  $\mathcal{E}'_{n-m}$  касается конуса  $\mathcal{K}$  по его грани, а вектор сдвига подпространства  $\mathcal{E}'_{n-m}$  отодвигает подпространство  $\mathcal{E}'_{n-m}$  от конуса  $\mathcal{K}$ .

#### Библиографический список

1. Вялов А. Ф. Симплекс-алгоритм и полностью вырожденная задача // Вестник Ивановского государственного университета. Сер.: Естественные, общественные науки. 2018. Вып. 2. С. 62–65.
2. Гельфанд И. М. Лекции по линейной алгебре. 5-е изд., испр. М.: Добросвет, МЦНМО, 1998. 320 с.
3. Шилов Г. Е. Математический анализ. Конечномерные линейные пространства. М.: Наука, 1969. 432 с.
4. Юдин Д. Б., Гольштейн Е. Г. Линейное программирование. М: ГИФМЛ, 1963. 775 с.

УДК 512.543

Д. И. Молдаванский

## ОБ ИЗОЛЯТОРАХ КОНЕЧНО ПОРОЖДЕННЫХ ПОДГРУПП СВОБОДНЫХ ГРУПП

Хорошо известно, что в любой свободной группе изолятор произвольной конечно порожденной подгруппы является конечно порожденной подгруппой. Здесь приводится весьма простое доказательство этого утверждения.

**Ключевые слова:** изолированная подгруппа, изолятор подгруппы, свободная группа.

D. I. Moldavanskii

## ABOUT ISOLATORS OF FINITELY GENERATED SUBGROUPS OF FREE GROUPS

It is well known that in any free group the isolator of a finitely generated subgroup is a finitely generated subgroup. A very simple proof of this statement is proposed.

**Key words:** isolated subgroup, isolator of subgroup, free group.

Напомним, что подгруппа  $H$  некоторой группы  $G$  называется *изолированной*, если для любого элемента  $g$  группы  $G$  и любого целого положительного числа  $m$  из включения  $g^m \in H$  следует включение  $g \in H$ . Наименьшая из изолированных содержащих  $H$  подгрупп группы  $G$  (т. е. пересечение всех изолированных подгрупп группы  $G$ , содержащих  $H$ ) называется *изолятором подгруппы  $H$*  и обозначается символом  $I(H)$ .

Эти понятия, введенные П. Г. Конторовичем [2], были обобщены в работе В. Н. Безверхнего [1] следующим образом.

Подгруппа  $H$  некоторой группы  $G$  называется  *$m$ -изолированной* для некоторого целого положительного числа  $m$ , если для любого элемента  $g \in G$  из того, что  $g^m \in H$  следует, что  $g \in H$ . Для произвольного непустого множества простых чисел  $\pi$  подгруппа  $H$  группы  $G$  называется  *$\pi$ -изолированной*, если она  $m$ -изолирована для каждого  $\pi$ -числа  $m$  (или, что равносильно,  $p$ -изолирована для каждого простого  $p \in \pi$ ). Наименьшая из  $\pi$ -изолированных подгрупп группы  $G$ , содержащих  $H$ , называется  *$\pi$ -изолятором подгруппы  $H$*  и обозначается символом  $I_\pi(H)$ .

Следует отметить, что оригинальное определение  $\pi$ -изолированности подгрупп, сформулированное в [1], означает, в соответствии с определением, приведенным выше (и согласующимся с терминологией в современных публикациях),  $\pi'$ -изолированность, где  $\pi'$  — дополнение множества  $\pi$  в множестве всех простых чисел.

Справедлива следующая

**Теорема.** Для любой свободной группы  $F$  и произвольного непустого множества  $\pi$  простых чисел  $\pi$ -изолятор  $I_\pi(H)$  каждой конечно по-

рожденной подгруппы  $H$  группы  $F$  является конечно порожденной подгруппой.

В случае, когда множество  $\pi$  содержит все простые числа (т. е. свойство  $\pi$ -изолированности является свойством просто изолированности), это утверждение было доказано в статье [4], в общем случае — в работе [1]. В действительности, утверждение теоремы, сформулированной выше, было лишь частью результатов этих работ, состоявших в доказательстве существования алгоритма для построения системы порождающих изолятора конечно порожденной подгруппы свободной группы. Поэтому доказательства в обеих работах были довольно сложными и связанными с установлением ряда нетривиальных свойств нильсоновского множества порождающих подгруппы свободной группы. С другой стороны, предлагаемое здесь доказательство только существования конечной системы порождающих у изолятора конечно порожденной подгруппы свободной группы является практически элементарным и требует лишь трех предварительных замечаний.

**Предложение 1.** Пусть  $H$  — конечно порожденная подгруппа свободной группы  $F$  и пусть для некоторого неединичного элемента  $f \in F$  и некоторого целого положительного числа  $t$  имеет место включение  $f^t \in H$ . Тогда ранг подгруппы  $K$  группы  $F$ , порожденной подгруппой  $H$  и элементом  $f$ , не превосходит ранга подгруппы  $H$ .

Для доказательства этого фиксируем некоторую систему  $a_1, a_2, \dots, a_n$  свободных порождающих подгруппы  $H$ . По условию, для некоторого слова  $w = w(a_i)$  от этих порождающих в группе  $F$  выполнено равенство  $f^m = w$ . Отметим, что поскольку  $f^m \neq 1$ , слово  $w$  не является пустым.

Далее, обозначим через  $U$  свободную группу с множеством свободных порождающих  $x_1, x_2, \dots, x_n, y$ , и пусть  $V$  — ее подгруппа, порождаемая элементами  $x_1, x_2, \dots, x_n$ . Тогда группа

$$T = \langle x_1, x_2, \dots, x_n, y; w(x_i) = y^m \rangle$$

является, с одной стороны, фактор-группой группы  $U$  по нормальному замыканию элемента  $w(x_i)y^{-m}$ , а с другой стороны — свободным произведением группы  $V$  и циклической группы, порождаемой элементом  $y$ , с объединенной циклической подгруппой, порождаемой элементом  $w(x_i) = y^m$ .

Пусть  $\varphi$  обозначает естественный гомоморфизм группы  $U$  на фактор-группу  $T$ . Очевидно, кроме того, что отображение

$$x_i \mapsto a_i \quad (i = 1, 2, \dots, n), \quad y \mapsto f$$

определяет гомоморфизм  $\psi$  группы  $T$  на подгруппу  $K$  группы  $F$ . Тогда произведение  $\tau = \varphi\psi$  является эпиморфизмом группы  $U$  ранга  $n+1$  на свободную группу  $K$ , ранг которой, следовательно, не превосходит числа  $n+1$ . Но поскольку ядро гомоморфизма  $\tau$  отлично от единичной подгруппы и так как свободные группы конечных рангов хопфовы, ранг подгруппы  $K$  должен быть строго меньше числа  $n+1$ . Предложение 1 доказано.

Следующее утверждение практически очевидно.

**Предложение 2.** Для любого множества простых чисел  $\pi$  и произвольной подгруппы  $H$  некоторой группы  $G$  любая содержащая подгруп-

пу  $H$  собственная подгруппа  $K$   $\pi$ -изолятора  $I_\pi(H)$  подгруппы  $H$  в группе  $G$  не является  $\pi$ -изолированной.

В самом деле, в противном случае было бы справедливо включение  $I_\pi(H) \subseteq K$ .

Третье из необходимых нам утверждение сформулировано в книге [3] (§ 2.4, задача 17) как теорема Такахаси.

**Предложение 3.** *В любой свободной группе возрастающая последовательность подгрупп, ранг каждой из которых не превосходит некоторого одного и того же целого числа, стабилизируется на конечном шаге.*

Переходя непосредственно к доказательству теоремы, предположим, рассуждая от противного, что  $\pi$ -изолятор  $I_\pi(H)$  некоторой конечно порожденной подгруппы  $H$  свободной группы  $F$  не является конечно порожденной подгруппой. Покажем, что из этого предположения вытекает существование в группе  $F$  бесконечной строго возрастающей последовательности подгрупп, ранг каждой из которых не превышает ранга подгруппы  $H$ . Тем самым, с учетом предложения 3, теорема будет доказана.

Для построения такой последовательности полагаем  $H_0 = H$ . Так как подгруппа  $H_0$  содержится в подгруппе  $I_\pi(H)$  и конечно порождена, она не совпадает с этой подгруппой и потому, в силу предложения 2, не является  $\pi$ -изолированной. Поэтому существует элемент  $f_0$ , не принадлежащий подгруппе  $H_0$  и такой, что  $f_0^{m_0} \in H_0$  для некоторого положительного  $\pi$ -числа  $m_0$ . Поскольку тогда элемент  $f_0^{m_0}$  входит в подгруппу  $I_\pi(H)$  (в силу  $\pi$ -изолированности этой подгруппы), имеем включение  $f_0 \in I_\pi(H)$ . Следовательно, подгруппа  $H_1$ , порождаемая подгруппой  $H_0$  и элементом  $f_0$ , лежит в подгруппе  $I_\pi(H)$ , содержит подгруппу  $H_0$ , отлична от нее и является конечно порожденной. Более того, из предложения 1 следует, что ее ранг не превосходит ранга подгруппы  $H_0$ .

Предположим, что для некоторого  $r \geq 1$  уже построена строго возрастающая последовательность  $H_0 < H_1 < \dots < H_r$  подгрупп, лежащих в  $I_\pi(H)$ , ранг каждой из которых не превосходит ранга подгруппы  $H$ . Применяя к подгруппе  $H_r$  рассуждения из предыдущего абзаца, найдем элемент  $f_r$ , не принадлежащий подгруппе  $H_r$  и такой, что  $f_r^{m_r} \in H_r$  для некоторого положительного  $\pi$ -числа  $m_r$ . Как и выше, подгруппа  $H_{r+1}$ , порождаемая подгруппой  $H_r$  и элементом  $f_r$ , лежит в подгруппе  $I_\pi(H)$ , содержит подгруппу  $H_r$ , не совпадает с ней, и имеет ранг, не превосходящий ранга подгруппы  $H$ .

Существование последовательности с обещанными свойствами теперь доказано.

#### Библиографический список

1. Безверхний В. Н. О  $\pi$ -изоляторах свободной группы // Алгоритмические проблемы теории групп и полугрупп: Межвузовск. сб. науч. тр. Тула: Тул. гос. пед. ин-т им. Л. Н. Толстого, 1990. С. 3–13.
2. Конторович П. Г. Группы с базисом расщепления  $\Pi$  // Математический сборник. 1946. Т. 19 (61), № 2. С. 287–308.
3. Магнус В., Каррас А., Солитэр Д. Комбинаторная теория групп. М.: Наука, 1974. 456 с.
4. McDonough T. P. Root-closure in free groups // J. London Math. Soc. 1970. P. 191–192.

УДК 510.5

Б. Я. Солон

## СЕРВИСНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ОПЕРАТОРЫ ПЕРЕЧИСЛЕНИЯ

В данной статье формулируется понятие сервисной системы. Для таких систем определяется понятие реализуемого отношения и формулируется тезис, аналогичный тезису Тьюринга. С помощью этого тезиса доказано, что подходящая формализация понятия сервиса позволяет рассматривать системы с внешним сервисом как операторы перечисления.

**Ключевые слова:** операторы перечисления, частично вычислимые операторы, вычислимые операторы, сервисные системы.

B. Ya. Solon

## SERVICE COMPUTING SYSTEMS AND ENUMERATION OPERATORS

In this article, the concept of a service system is formulated. For such systems, the concept of a realizable relation is defined and a thesis similar to the Turing thesis is formulated. Using this thesis, it is proved that a suitable formalization of the concept of service allows us to consider systems with an outside service as enumeration operators.

**Key words:** enumeration operators, partially computable operators, computable operators, service systems.

Рассмотрим вычислительную систему<sup>1</sup> (далее, просто систему) с (потенциально) неограниченными ресурсами (память, быстродействие и т. д.) и операционной системой, позволяющей выполнить одновременно несколько процессов. Также пусть операционная система предоставляет возможность для доступа к некоторому внешнему сервису<sup>2</sup>, который в самом общем случае можно считать черным ящиком. При обращении к внешнему сервису с запросом о возможности выполнения некоторого действия, которое моделируется некоторым конечным набором натуральных чисел, внешний сервис может не дать ответа (т. е. ожидание ответа длится бесконечно долго) или дать ответ в виде кода — также конечного упорядоченного набора натуральных чисел. Кроме того, внешний сервис может обрабатывать несколько входов одновременно, и если даже один из входов обслуживается бесконечно долго, все равно сохраняется возможность вводить новые данные в качестве входных значений.

Пусть  $\omega = \{0, 1, 2, \dots\}$  — множество натуральных чисел. Дадим ряд определений, уточняющих постановку задачи.

**Определение 1.** Будем говорить, что система *реализует* отношение  $A \subseteq \omega^2$ , если для любых  $x, y \in \omega$  упорядоченная пара  $(x, y) \in A$  тогда и только тогда, когда система для входа  $x$  дает в качестве выхода число  $y$ .

© Солон Б. Я., 2020

<sup>1</sup>Например, любой конечный автомат: машины Тьюринга, машины Минского или автоматы с меньшей вычислительной мощностью.

<sup>2</sup>Формализация понятия сервиса системы будет дана ниже.

Обозначим данную систему с возможностью доступа к некоторому внешнему сервису через  $\Sigma$ . В процессе обработки входа  $x$  система  $\Sigma$  может обращаться к другой системе (внешнему сервису)  $\Xi$ . Заметим, что для однозначности отношения, реализуемого системой  $\Sigma$ , достаточно того, чтобы формализация системы с внешним сервисом явно указывала, как данная система использует в своей работе внешний по отношению к ней сервис.

В качестве примера системы с внешним сервисом можно рассматривать параллельную программу, которая запускается с заданным входом  $x$ , причем вызов внешнего сервиса реализуется посредством вызова одной из внешних библиотечных функций или отдельным сервисным процессом, которые осуществляют, например, кодирование файлов. В статье автора [2] впервые была реализована идея использования операторов перечисления для формализации сервисных систем кодирования файлов с целью сжатия объема информации, содержащейся в данном файле.

По аналогии с тезисом Тьюринга, утверждающим, что класс алгоритмически вычислимых функций совпадает с классом функций, вычислимых по Тьюрингу, мы выдвигаем тезис о связи вычислительных систем с внешним сервисом и операторами перечисления, определенными на  $2^\omega$ .

Сначала дадим необходимые определения, согласованные с терминологией из монографии [1]. В дальнейшем, под множествами будем понимать подмножества  $\omega$ . Зафиксируем некоторую вычислимую нумерацию множества упорядоченных пар натуральных чисел (биекцию  $\omega^2$  на  $\omega$ ). Пусть  $\langle x, y \rangle$  — номер упорядоченной пары  $(x, y)$  в этой нумерации. Если  $z = \langle x, y \rangle$ , то обозначим  $\langle z \rangle_1 = x$  и  $\langle z \rangle_2 = y$ . Пусть  $A \subseteq \omega^2$ , тогда *графиком* отношения  $A$  называется множество  $\tau(A) = \{\langle x, y \rangle : (x, y) \in A\}$ . В дальнейшем будем отождествлять бинарное отношение  $A \subseteq \omega^2$  с его графиком. Далее, если  $D = \{n_1, \dots, n_k\}$  — произвольное непустое конечное множество, где  $n_1 < \dots < n_k$ , то число  $u = 2^{n_1} + \dots + 2^{n_k}$  называется *каноническим индексом* конечного множества  $D$ ; обозначение:  $D = D_u$ . По определению,  $\emptyset = D_0$ . В теории вычислимости выделяются множества, для которых существует эффективная (алгоритмическая) процедура для перечисления (возможно, с повторениями) их элементов. Такие множества называются *перечислимыми*. Существуют вычислимые нумерации всех перечислимых множеств. Одна из них называется *гёделевой нумерацией*, пусть  $W_0, W_1, \dots, W_s, \dots$  — последовательность перечислимых множеств с соответствующими гёделевыми номерами. Гёделев номер  $s$  перечислимого множества  $W$  указывает на алгоритм, который перечисляет его элементы. С другой стороны, существует алгоритм, который по любому перечисляющему алгоритму определяет гёделев номер множества, которое им перечисляется. Пусть  $PF$  — множество одноместных частичных арифметических функций. Обозначим через  $\text{dom } \alpha$  и  $\text{ran } \alpha$  — область определения и множество значений функции  $\alpha \in PF$ , соответственно. Обозначим через  $\tau(\alpha) = \{\langle x, \alpha(x) \rangle : x \in \text{dom } \alpha\}$  *график* функции  $\alpha$ . Множество  $A$  называется *однозначным*, если  $A = \tau(\alpha)$  для некоторой функции  $\alpha$ . Пусть  $\tau^{-1}(X) = \{\langle x, y \rangle : \langle x, y \rangle \in X\}$ , тогда для однозначного множества  $A$  имеем  $\tau^{-1}(A) = \alpha$ , где функция  $\alpha$  такова, что  $A = \tau(\alpha)$ . Обозначим через  $SV$  множество всех однозначных множеств.

Наконец, дадим определение оператора перечисления (или е-оператора от английского термина «enumeration operator»). *Е-оператором* с ин-



дексом  $s$  называется отображение  $\Phi_s: 2^\omega \rightarrow 2^\omega$  такое, что для произвольного множества  $A$

$$\Phi_s(A) = \{x : \exists u [\langle x, u \rangle \in W_s \wedge D_u \subseteq A]\}.$$

С интуитивной точки зрения, множество  $B$  получено из множества  $A$  с помощью  $e$ -оператора  $\Phi_s$  (т. е.  $B = \Phi_s(A)$ ), если некоторый алгоритм (с номером  $s$ ) по любому перечислению элементов множества  $A$  дает некоторое перечисление элементов множества  $B$ .

Пусть  $PF$  — множество всех арифметических функций  $\alpha: \omega \rightarrow \omega$ , в том числе и частичных, и  $TF$  — множество тотальных функций, т. е. таких, для которых  $\text{dom } \alpha = \omega$ . Любое однозначное отображение  $\Psi: PF' \rightarrow PF$ , ( $PF' \subseteq PF$ ) будем называть *функциональным* оператором. Будем говорить, что функциональный оператор  $\Psi$  определяется некоторым  $e$ -оператором  $\Phi_s$ , если он определен на некотором множестве  $PF' \subseteq PF$  и для любой функции  $\alpha \in PF'$  имеет место равенство  $\Psi(\alpha) = \tau^{-1}\Phi_s(\tau(\alpha))$ .

**Определение 2.** Функциональный оператор  $\Psi$  называется *частично вычислимым*, если он определяется некоторым  $e$ -оператором  $\Phi_z$ . В этом случае будем считать, что частично вычисляемый оператор  $\Psi$  имеет тот же номер, что и  $\Phi_z$ , т. е.  $\Psi = \Psi_z$ . Множество частично вычисляемых операторов обозначим через  $PC$ .

**Определение 3.** Частично вычисляемый оператор  $\Psi$  называется *вычислимым*, если он определен на всем множестве  $PF$ .

Сформулируем тезис, который призван дать формализацию интуитивного определения вычислительной системы с внешним сервисом в терминах операторов перечисления.

**Тезис.** Для любой подходящей в интуитивном смысле формализации дискретных систем с внешним сервисом, описание данной системы  $\Sigma$  с внешним сервисом  $\Xi$  и задание отношения  $A \subseteq \omega^2$ , реализуемого внешним сервисом  $\Xi$ , однозначно определяют отношение  $B \subseteq \omega^2$ , реализуемое системой  $\Sigma$  относительно  $A$ , причем оператор, который графику каждого отношения  $A$  ставит в соответствие график отношения  $B$ , реализуемого системой  $\Sigma$  относительно  $A$ , является  $e$ -оператором. Другими словами, при выполнении вышеуказанных условий существует такое  $s \in \omega$ , что  $B = \Phi_s(A)$  для всех отношений  $A$ .

Заметим, что дискретность системы с внешним сервисом предполагает, что ее состояние в каждый момент времени может быть однозначно описано некоторым конечным объектом (т. е. может быть задано, в конечном итоге, некоторым натуральным числом). В этом случае множество возможных состояний системы с внешним сервисом не более чем счетно. Если множество возможных состояний счетно, то зафиксируем какую-либо их вычислимую нумерацию.

Теперь формализуем понятие сервиса для дискретных систем с внешним сервисом.

**Определение 4.** Сервисом дискретной системы  $\Sigma$  называется упорядоченный набор

$$\sigma = (S, I, F, h, f, R_i, R_e, p),$$

где

$S$  — множество возможных состояний системы;  
 $I, F \subseteq S$  — непустые разрешимые подмножества, содержащие *начальные* состояния и *конечные* состояния, соответственно;  
 $h: I \rightarrow \omega, f: F \rightarrow \omega$  — вычислимые функции;  
 $R_i, R_e \subseteq \omega \times \omega$  — перечислимые отношения;  
 $p: R_e \rightarrow \omega \times \omega$  — (частично) вычислимая функция с областью определения  $R_e$ .

Во время выполнения запроса с входом  $x$  система последовательно принимает ряд состояний, начиная с некоторого *начального* состояния, в котором она воспринимает входное значение  $x$ . Вычислимые множества  $I$  и  $F$  (т. е. множества, для которых алгоритмически разрешима проблема разрешения) моделируют возможность эффективно определить по данному состоянию, будет оно начальным или конечным. Далее, система завершает исполнение в некотором *конечном* состоянии, и тогда вычислимая функция  $f: F \rightarrow \omega$  эффективно определяет соответствующий результат обработки запроса. Переход системы из одного состояния в другое происходит дискретно и связан с переключением одной команды на другую в программе.

Все команды можно разделить на два класса: *внутренние* и *внешние*. Внутренние команды производятся без участия внешнего сервиса (например, внутренней командой можно считать инструкцию по изменению значения переменной). Внешние команды содержат запрос к внешнему сервису и возврат результата по этому запросу.

Будем предполагать, что возможно эффективное (т. е. с помощью некоторого алгоритма) перечисление двух множеств  $R_i$  и  $R_e$ . Напомним, что  $R_i$  и  $R_e$  представляют собой множества упорядоченных пар натуральных чисел вида  $(s_1, s_2)$ , где  $s_1$  и  $s_2$  — номера соответствующих состояний системы. Множество  $R_i$  состоит из таких пар состояний  $(s_1, s_2)$ , для которых переход от  $s_1$  к  $s_2$  произошел в результате выполнения некоторой внутренней команды. Множество  $R_e$  состоит из таких пар состояний  $(s_1, s_2)$ , для которых переход от  $s_1$  к  $s_2$  произошел в результате того, что когда система находилась в состоянии  $s_1$ , некоторая внешняя команда сделала запрос к внешнему сервису и внешний сервис вернул ответ на этот запрос, и при этом можно однозначно указать, какой это ответ и какой это запрос. Функция  $p: R_e \rightarrow \omega \times \omega$  формализует это требование, давая для каждой пары состояний  $(s_1, s_2) \in R_e$  пару чисел  $(x, y)$  таких, что переход от  $s_1$  к  $s_2$  связан с возвратом внешним сервисом числа  $y$  на запрос  $x$ .

**Определение 5.** Будем говорить, что пара состояний  $s_1, s_2 \in S$  системы  $\Sigma$  образует *допустимый* шаг относительно отношения  $A \subseteq \omega^2$ , если

$$(s_1, s_2) \in R_i \quad \text{или} \quad (s_1, s_2) \in R_e \ \& \ p(s_1, s_2) \in A.$$

Множество всех допустимых шагов системы  $\Sigma$  обозначим через  $Step(A)$ .

**Определение 6.** *Конечным поведением* сервиса  $\sigma$  относительно произвольного отношения  $A \subseteq \omega^2$  будем называть всякую конечную последовательность состояний  $s_0, s_1, \dots, s_n$ , в которой  $n > 0$ ,  $s_0 \in I$ ,  $s_n \in F$  и любая пара соседних состояний образует допустимый относительно  $A$  шаг, т. е.  $(s_{i-1}, s_i) \in Step(A)$  для всех  $i = 1, \dots, n$ .

**Определение 7.** Будем говорить, что сервис  $\sigma$  реализует отношение  $B$  относительно  $A$ , если для всех  $x, y \in \omega$  пара  $(x, y) \in B$  тогда и только тогда, когда найдется конечное поведение  $s_0, \dots, s_n \in S$  системы  $\sigma$  относительно  $A$  такое, что  $h(s_0) = x$  и  $f(s_n) = y$ .

Заметим, что по нашему определению сервис является конечным объектом, поэтому можно устроить вычислимую нумерацию всех сервисов данной системы. Зафиксируем какую-либо такую нумерацию, что позволяет говорить о номере сервиса. В следующей теореме тотальные функции  $g$  рассматриваются как частный случай бинарного отношения  $A$ .

**Теорема.** Для всякого сервиса  $\sigma$  оператор  $\Psi_\sigma: 2^\omega \rightarrow 2^\omega$ , который графику каждого отношения  $A \subseteq \omega^2$  ставит в соответствие график отношения  $\Psi_\sigma(A)$ , реализуемого сервисом  $\sigma$  относительно  $A$ , является  $e$ -оператором, причем индекс этого  $e$ -оператора может быть найден эффективно по номеру сервиса. При этом существует такая вычислимая функция  $s$ , что для каждого  $\sigma$  (рассматриваемого как номер сервиса)  $\Phi_{s(\sigma)}$  определяет вычислимый оператор  $\Psi'_\sigma$  такой, что  $\Psi_\sigma(g) = \Psi'_\sigma(g)$  для всех тотальных функций  $g$ , принадлежащих области определения функционального оператора  $\Psi_\sigma$ .

*Доказательство* основано на тезисе, применимость которого обусловлена описанной выше формализацией понятия сервиса. Предложенный нами тезис утверждает, что сервис  $\sigma$ , который графику каждого отношения  $A \subseteq \omega^2$  ставит в соответствие график отношения, реализуемого сервисом  $\sigma$  относительно  $A$ , является  $e$ -оператором  $\Psi_\sigma$ . В этом случае  $\Psi_\sigma$  можно считать частично вычислимым функциональным оператором, определяемым  $e$ -оператором, связанным с сервисом  $\sigma$ . Отношение  $A \subseteq \omega^2$  не обязано быть функцией, но в тех случаях, когда  $A$  является графиком некоторой функции, отношение  $B$ , которое реализуется сервисом  $\sigma$  относительно  $A$ , также не обязано быть функцией. Область определения функционального оператора  $\Psi_\sigma$  состоит из тех отношений  $A$ , которые являются функциями и для которых отношение  $B$ , которое реализуется сервисом  $\sigma$  относительно  $A$ , также является функцией.

**Лемма 1.** Существует перечисляющий алгоритм, позволяющий из любого перечисления графика тотальной функции  $g$  получить перечисление  $\tau(g)$  в естественном порядке.

*Доказательство.* Пусть  $\langle x_0, g(x_0) \rangle, \langle x_1, g(x_1) \rangle, \dots, \langle x_n, g(x_n) \rangle, \dots$  — перечисление  $\tau(g)$  в произвольном порядке. Опишем оператор перечисления  $\Phi$ , переводящий данное перечисление  $\tau(g)$  в перечисление в естественном порядке. На вход  $\Phi$  подаются элементы  $\langle x_0, g(x_0) \rangle, \langle x_1, g(x_1) \rangle, \dots$ ; как только появляется  $\langle 0, g(0) \rangle$  — это число подается на выход, далее вновь на вход подаются элементы  $\langle x_0, g(x_0) \rangle, \langle x_1, g(x_1) \rangle, \dots$ ; как только появляется  $\langle 1, g(1) \rangle$  — это число подается на выход и т. д.

**Лемма 2.** Существует такая вычислимая функция  $f$ , что для всех  $z \in \omega$

- (i)  $W_{f(z)} \in SV$ ;
- (ii)  $W_{f(z)} \subseteq W_z$ ;
- (iii)  $\langle W_{f(z)} \rangle_1 = \langle W_z \rangle_1$ ;
- (iv)  $W_z \in SV \Rightarrow W_{f(z)} = W_z$ .

*Доказательство.* Для данного  $z$  перечисляем  $W_z$  в стандартном порядке. Как только появляется новое число  $\langle x, y \rangle$ , проверяем, есть ли среди ранее перечисленных элементов  $W_z$  числа вида  $\langle x, y \rangle$ . Если да, то  $\langle x, y \rangle$  удаляем, если нет, то продолжаем перечисление  $W_z$ . Описанная процедура является алгоритмом для перечисления некоторого нового множества  $W_{f(z)}$ , причем значение функции  $f(z)$  найдено эффективно по  $z$ . По тезису Чёрча,  $f(z)$  — вычислимая функция. Ясно, что  $W_{f(z)}$  — однозначное множество. Остальные пункты (ii) — (iv) очевидны.

Завершим доказательство теоремы. Докажем теперь существование вычислимой функции  $s(\sigma)$  такой, что  $\Phi_{s(\sigma)}$  определяет вычислимый оператор  $\Psi'_\sigma$ , удовлетворяющий условию  $\Psi_\sigma(g) = \Psi'_\sigma(g)$  для всех тотальных функций  $g$ , принадлежащих области определения частично вычислимого оператора  $\Psi_\sigma$ .

Из леммы 1 следует, что из любого перечисления графика тотальной функции  $g$  можно эффективно получить перечисление  $\tau(g)$  в естественном порядке. Применяя к множеству  $\{\langle 0, g(0) \rangle, \langle 1, g(1) \rangle, \dots\}$  е-оператор  $\Psi_\sigma$ , получим множество  $\Psi_\sigma(\tau(g))$  в фиксированном порядке. Применим к множеству  $\Psi_\sigma(\tau(g))$  процедуру, описанную в лемме 2, которая эффективна относительно фиксированного перечисления этого множества. В результате получим однозначное множество  $H$  такое, что  $H \subseteq \Psi_\sigma(\tau(g))$  и  $\langle H \rangle_1 = \langle \Phi_z(\tau(g)) \rangle_1$ .

Теперь устроим композицию четырех е-операторов:

- (i) Если вход неоднозначен, то на выход композиции даем множество  $\omega$ . Если вход — однозначный, этот оператор тождественен.
- (ii) Преобразование однозначного входа к естественному перечислению.
- (iii) Применение е-оператора  $\Psi_\sigma$ .
- (iv) Применение процедуры образования однозначного множества.

Так как результат описанной композиции четырех е-операторов не зависит от порядка, в котором подаются элементы произвольного множества на ее вход, то она представляет собой е-оператор, причем гёделев номер этого е-оператора может быть эффективно найден по данному сервису  $\sigma$ . Это означает, что существует тотальная вычислимая функция  $s$  такая, что  $\Phi_{s(\sigma)}: SV \rightarrow SV$  для любого  $\sigma$ .

Пусть е-оператор, заданный сервисом  $\sigma$ , определяет частично вычислимый оператор  $\Psi_\sigma$ , тогда из конструкции следует, что  $\Phi_{s(\sigma)}$  определяет вычислимый оператор  $\Psi'_\sigma$  такой, что  $\forall g [g \in \text{dom } \Psi_\sigma \Rightarrow \Psi'_\sigma(g) = \Psi_\sigma(g)]$ . Теорема доказана.

#### *Библиографический список*

1. Роджерс Х. Теория рекурсивных функций и эффективная вычислимость. М.: Мир, 1972. 624 с.
2. Солон Б. Я. Сервисные системы кодирования как операторы перечисления // Математика и приложения. Журнал Ивановского математического общества. 2013. Вып. 1 (10). С. 1—8.

УДК 519.67

С. И. Хашин

## ПРОГНОЗ ЯРКОСТИ СЛЕДУЮЩЕЙ ТОЧКИ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОСЕТИ

При сжатии изображений важным этапом в любом алгоритме является прогнозирование яркости точки на основе яркостей некоторых других, соседних точек. Например, в алгоритме png для прогноза яркости следующей точки через предыдущие используется один из пяти методов: «None», «Sub», «Up», «Average», «Paeth». В настоящей работе мы используем для прогноза яркости следующей точки методы нейронных сетей. Предлагается максимально универсальный способ описания архитектуры нейронных сетей и формата обучающих данных. Рассматриваются результаты большого количества численных экспериментов. Проводится сравнение погрешности нейросетей с погрешностью, полученной другими методами.

**Ключевые слова:** нейрон, нейросеть, активаторная функция, сжатие изображений.

S. I. Khashin

## FORECASTING THE BRIGHTNESS OF THE NEXT POINT USING A NEURAL NETWORK

When compressing images, an important step in any algorithm is predicting the value of each byte (of the image data before filtering) based on the corresponding byte of the pixel to the left, the pixel above, and the pixel above and to the left or some combination thereof. For example, in the png algorithm for predicting the brightness of the next point through the previous one, one of five methods is used: «None», «Sub», «Up», «Average», «Paeth». In this paper, we use neural network methods to predict the brightness of the next point. We propose the most universal way to describe the architecture of neural networks and the format of training data. The results of a large number of numerical experiments are considered. The error of neural networks is compared with the error obtained by other methods.

**Key words:** neuron, neural network, activation function, image compression.

### 1. Введение

Нейронные сети в последнее время активно применяются во многих разделах компьютерной графики [2–5]. Одной из классических задач компьютерной графики является сжатие изображений, с потерями или без потерь, см., например, [1]. Если мы используем последовательное кодирование точек изображения, то важной частью алгоритма сжатия будет метод предсказания яркости текущей точки на основании яркостей предыдущих. В алгоритмах, применяемых в стандарте «PNG», используется один из пяти методов: «None», «Sub», «Up», «Average», «Paeth». В них яркость текущей точки предсказывается через яркость не более трех предыдущих, уже закодированных точек. Можно использовать и более сложные алгоритмы, например, полиномиальную аппроксимацию.

В настоящей работе мы используем для прогноза яркости следующей точки методы нейронных сетей. Рассматриваемая задача позволяет для произвольного изображения или набора изображений строить полтора десятка различных обучающих матриц, которые можно использовать в обучении искусственных нейронных сетей. При изучении нейронных сетей важным достоинством этой задачи является возможность сравнения полученного результата с достигаемыми другими методами, например, с помощью полиномиальной аппроксимации.

В разделе 2 рассматривается общий способ задания обучающих матриц в виде текстового csv-файла, пригодный как для задач регрессии, так и для классификации. Формат файла сделан максимально общим, позволяющим без преобразований использовать исходные данные (datasets) из разных источников. Элементы обучающей матрицы могут разделяться запятыми, точками с запятой, пробелами и табуляциями, быть окружены как одиночными, так и двойными кавычками. Так как в русифицированной версии MS Excel при сохранении данных в виде csv-файла разделителем целой и дробной части иногда оказывается не точка, а запятая, такая структура данных предусмотрена предлагаемым форматом. Все возможные варианты обучающей матрицы распознаются и обрабатываются автоматически, не требуя каких-либо дополнительных указаний от пользователя. Здесь же описывается алгоритм построения обучающих матриц на основе произвольного изображения или набора изображений. В следующем разделе приводится результат полиномиальной аппроксимации искомой целевой функции, эти результаты будут использованы в дальнейшем при сравнении с результатами нейронных сетей.

В разделе 4 описываются функции активации, применяемые в нашей системе. В разделе 5 рассмотрен метод задания архитектуры нейронных сетей. Метод достаточно универсален и может применяться для многослойных нейросетей с любым количеством слоев, для полносвязных нейросетей и многих других. В следующем разделе описываются результаты, полученные в результате большого количества численных экспериментов.

Все рассмотренные алгоритмы были реализованы на C++ (Visual Studio, [7]).

## 2. Обучающие матрицы

Мы применяем нейронные сети для решения двух типов задач: регрессии и классификации.

В первой задаче с помощью нейросети мы хотим получить максимально точную аппроксимацию функции  $f: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ , заданной таблично. Это значит, что мы имеем большое количество векторов  $x_i \in \mathbb{R}^n$ ,  $i = 1, \dots, N$ , и значения функции в них  $y_i = f(x_i) \in \mathbb{R}$ . Мы ищем функцию  $g: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$  такую, что сумма квадратов отклонений

$$S = \sum_{i=1}^N (g(x_i) - f(x_i))^2$$

была бы минимальной. В случае нейронной сети эта функция является выходной функцией последнего нейрона.

Во второй задаче мы знаем не значение функции  $f$  в каждом из векторов  $x_i$ , а принадлежность точки к одному из конечного количества классов  $Y_1, \dots, Y_K$ . Если мы имеем  $K$  различных классов, то нейронная сеть будет иметь  $K$  выходных нейронов, каждый из них соответствует своему классу. Будем считать, что вектор  $x$  принадлежит к тому классу, нейрон которого дает наибольшее значение на выходе.

В обоих случаях обучающая матрица задается в виде текстового csv-файла. Первая строка файла, заголовок, пропускается. Каждая следующая строка задает обучающий вектор  $x_i$  и значение функции на нем. В задаче регрессии это будет действительное число, в задаче классификации — некоторый идентификатор.

Элементы строк могут разделяться запятыми, точками с запятой, пробелами и табуляциями, а также быть заключенными в одинарные или двойные кавычки. Эти особенности файла наша система обработает автоматически, без дополнительных указаний пользователя. Из-за особенностей русификации MS Excel часто встречаются csv-файлы, в которых дробная часть в действительных числах отделена от целой не точкой, а запятой. Такие файлы также будут корректно обработаны, в качестве разделителя полей в этом случае должны использоваться точки с запятой, пробелы и табуляции. В каждой строке должно быть одно и тоже количество полей, значения типа «n/a», «null», «None» и т.п. недопустимы.

Примеры корректных обучающих матриц:

у, x00, ..., x53 Задача классификации

```
Cat, 1.150700, -1.182809, 0.244507, 0.297739, 0.491739
Dog, 0.560224, -0.707624, -0.650604, 0.500500, 0.435216
Dog, 1.227451, 1.135558, -0.640428, -0.125069, -0.063573
Cat, 0.323810, -0.432380, -0.405235, 0.363134, 0.000000
```

у, x00, ..., x53 задача регрессии

```
1.150700, -1.182809, 0.244507, 0.297739, 0.491739
0.560224, -0.707624, -0.650604, 0.500500, 0.435216
1.227451, 1.135558, -0.640428, -0.125069, -0.063573
0.323810, -0.432380, -0.405235, 0.363134, 0.000000
```

у, x00, x01 Задача классификации

```
Cat; 1.15; -1.18
Dog, 0.56 -0.70
Dog 1.22 1.13
Cat 0.32 -0.43
```

у, x00, x01 Задача классификации

```
Cat; 1,15; -1,18
Dog, 0.56 '-0,70'
Dog 1.227 1.13
Cat "0.32" -0.43
```

В настоящей работе мы применяем нейронные сети для решения задачи прогнозирования яркости точки изображения.

Пусть  $a_{i,j}$  — матрица яркости либо одной из RGB-компонент полноцветного изображения, либо серого для черно-белого (серого) изображения. На основе этой матрицы будем строить обучающую матрицу для задачи регрессии для нейронной сети. Для этого яркость точки, отмеченной

символом «X» в следующей таблице, будем пытаться выразить через яркости предыдущих точек.

	<b>-3</b>	<b>-2</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>-3:</b>			15	13	16		
<b>-2:</b>		10	7	5	8	11	
<b>-1:</b>	14	6	2	1	3	9	17
<b>0:</b>	12	4	0	X	-	-	-

Другими словами, мы хотим найти функцию  $f$  от 18 аргументов в полном виде такую, что

$$a_{i,j} \approx f(a_{p_0}, a_{p_1}, \dots, a_{p_{17}}), \tag{1}$$

где точки  $p_i$  определяются как

$$\begin{aligned} p_0 &= (i - 1, j), \\ p_1 &= (i, j - 1), \\ p_2 &= (i - 1, j - 1), \\ p_3 &= (i - 1, j + 1), \\ &\dots \\ p_{16} &= (i - 3, j + 1), \\ p_{17} &= (i - 1, j + 3). \end{aligned}$$

Если изображение имеет размеры  $m \times n$ , то будем брать индексы  $i, j$  в пределах

$$\begin{aligned} 3 &\leq i < n, \\ 3 &\leq j < m - 3. \end{aligned}$$

Таким образом, из каждой цветовой компоненты изображения размера  $m \times n$  мы получаем  $(n - 3)(m - 6)$  строк обучающей матрицы, в каждой строке в начале записывается яркость точки  $(i, j)$ , а затем яркости предыдущих 18 точек в указанном выше порядке.

Для применения в нейронных сетях сделаем еще одно преобразование. В каждой строке матрицы вычтем из всех ее элементов второй, равный  $f(p_0) = f(i - 1, j)$ . На результатах работы нейронной сети это никак не скажется, но используемые числа будут меньше. В результате второй столбец обучающей матрицы будет состоять из одних нулей и его можно исключить. Так как нейронные сети ориентированы на работу с небольшими числами, дополнительно умножим все коэффициенты обучающей матрицы на 0.01.

Построенную таким образом обучающую матрицу будем подавать на вход нейронной сети. Эта матрица в виде текстового файла будет выглядеть так:

```

у, x1, x2, x3, x4, x5, x6, ... ,x16, x17
0.04, 0.04, 0.00,-0.05, 0.08, ... ,-0.05,-0.03
0.02, 0.03, 0.05, 0.01,-0.02, ... , 0.01, 0.03
-0.01, 0.02, 0.01, 0.03,-0.01, ... , 0.03, 0.04
0.02, 0.00,-0.02, 0.00, 0.05, ... , 0.00,-0.01
...

```

Обучающую матрицу можно строить по каждой цветовой компоненте любого изображения. Поскольку все такие матрицы имеют одинаковое



количество столбцов, матрицы разных изображений можно объединять. Например, получить общую обучающую матрицу для всех цветовых компонент всех изображений из одной папки.

Аппроксимация яркости точки через 18 предыдущих часто является избыточной. Поэтому мы будем исследовать помимо аппроксимации вида (1) и аппроксимации через меньшее количество точек  $K \geq 3$ . Например, аппроксимация через три предыдущие точки означает поиск формулы вида

$$a_{i,j} \approx f_3(a_{i-1,j}, a_{i,j-1}, a_{i-1,j-1}) \quad (2)$$

или, с учетом описанного выше преобразования матриц,

$$a_{i,j} - a_{i-1,j} \approx g_3(a_{i,j-1} - a_{i-1,j}, a_{i-1,j-1} - a_{i-1,j}) \quad (3)$$

Фактически это означает поиск с помощью нейросетей (или каким-то другим методом) функции  $g_3(u_1, u_2)$  от двух аргументов, как можно более точно аппроксимирующей данную таблично заданную функцию.

В настоящей работе было взято стандартное изображение lena.bmp размера  $512 \times 512$  точек, преобразованное к серой палитре. Таким образом была получена обучающая матрица, содержащая 257 554 обучающих векторов. Количество точек, на основе которых прогнозировалась яркость следующей точки, бралось в пределах от 3 до 18, то есть количество входных параметров  $N_{in}$  нейросети — от 2 до 17.

### 3. Полиномиальная аппроксимация

Для оценки результатов обучения нейронных сетей в описанной ситуации можно обычным методом наименьших квадратов построить полиномиальную аппроксимацию целевой функции многочленами небольшой степени.

$N_{in}$	$deg = 1$		$deg = 2$		$deg = 3$		$deg = 4$	
	$N_w$	$S$	$N_w$	$S$	$N_w$	$S$	$N_w$	$S$
2	3	0.004661	6	0.004660	10	0.004620	15	0.004591
3	4	0.004178	10	0.004165	20	0.003816	35	0.003792
4	5	0.004022	15	0.003993	35	0.003547	70	0.003510
5	6	0.003663	21	0.003595	56	0.003139	126	0.003087
6	7	0.003624	28	0.003543	84	0.003077	330	0.003008
7	8	0.003596	36	0.003502	120	0.003008	495	0.002922
8	9	0.003418	45	0.003321	165	0.002837	715	0.002747
9	10	0.003366	55	0.003259	220	0.002740	1001	-
10	11	0.003363	66	0.003252	286	0.002724	-	-
11	12	0.003340	78	0.003226	364	0.002693	-	-
12	13	0.003326	91	0.003205	455	0.002657	-	-
13	14	0.003326	105	0.003200	560	-	-	-
14	15	0.003323	120	0.003194	680	-	-	-
15	16	0.003323	136	0.003211	816	-	-	-
16	17	0.003320	153	0.003201	969	-	-	-
17	18	0.003313	171	0.003184	1140	-	-	-

В таблице, приведенной выше, для различного количества входных точек (от 3 до 18;  $N_{in} = 2, 3, \dots, 17$ ) приведено количество коэффици-

ентов многочлена ( $Nw$ ) и средний квадрат отклонения целевой функции от прогноза. Именно с этим числом следует сравнивать результат работы нейросети при сравнимом количестве коэффициентов. Если количество коэффициентов многочлена больше 500, то результаты уже получаются неустойчивые, поэтому они и не приведены в таблице.

Из таблицы можно сделать вывод, что достаточно полной полиномиальной аппроксимацией является аппроксимация многочленами степени 3 при 11 входных точках. Увеличение количества точек или увеличение степени многочлена существенно усложняет вычисления, но практически не дает заметного улучшения результата.

#### 4. Используемые функции активации

Каждый нейрон является функцией  $\mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$  вида

$$(x_1, \dots, x_n) \rightarrow f(w_0 + w_1x_1 + \dots + w_nx_n),$$

где  $(x_1, \dots, x_n)$  — входные аргументы нейрона,  $(w_0, w_1, \dots, w_n)$  — его внутренние параметры и  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  — некоторая активаторная функция.

Активаторные функции, вообще говоря, могут быть самыми различными, в настоящей работе мы ограничиваемся лишь следующими наиболее распространенными вариантами (см. [6]):

$$\begin{aligned} f_0(x) &= x \\ f_1(x) &= (x < 0 ? 0 : x) && \text{(ReLU)} \\ f_2(x) &= 1/(1 + \exp(-x)) && \text{(сигмоид)} \\ f_3(x) &= (x < 0 ? -1 : 1) && \text{(sign)} \\ f_4(x) &= (2 \arctg x)/\pi \\ f_5(x) &= x/(1 + |x|) && \text{(softSign)} \\ f_6(x) &= \text{sign } x * x^2/(1 + x^2) && \text{(softSign2)} \\ f_7(x) &= \text{th } x && \text{(тангенс гиперболический)} \\ f_8(x) &= \begin{cases} x, & |x| \leq 1 \\ \text{sign } x, & |x| > 1 \end{cases} && \text{(кусочно линейная 1)} \\ f_9(x) &= \begin{cases} -1, & x \leq -3 \\ (x - 1)/4, & -3 < x < -1 \\ x/2, & -1 \leq x \leq 1 \\ (x + 1)/4, & 1 < x < 3 \\ 1, & 3 \leq x \end{cases} && \text{(кусочно линейная 2)} \end{aligned}$$

Отметим, что все они, кроме первых трех, являются нечетными.

#### 5. Описание архитектур рассматриваемых нейросетей

Рассмотрим способ задания архитектур используемых нами нейронных сетей [6].

Пусть нейросеть имеет  $k$  входных параметров, которые будем обозначать  $x_1, \dots, x_k$ . Первый нейрон получает на вход числа  $x_1, \dots, x_k$  и вычисляет результат (обозначим его  $x_{k+1}$ ) по формуле

$$x_{k+1} = f_{k+1}(w_{k+1,0} + w_{k+1,1}x_1 + \dots + w_{k+1,k}x_k)$$

Второй нейрон получает на вход числа  $x_1, \dots, x_k, x_{k+1}$ , вычисляет результат  $x_{k+2}$  по формуле

$$x_{k+2} = f_{k+2}(w_{k+2,0} + w_{k+2,1}x_1 + \dots + w_{k+2,k}x_k + w_{k+2,k+1}x_{k+1})$$

Таким образом, значение каждого нейрона  $x_i$  вычисляется через входные данные нейросети  $x_1, \dots, x_k$ , а также через значения всех предыдущих нейронов  $x_{k+1}, \dots, x_{i-1}$  с помощью внутренних параметров  $w_{i,0}, \dots, w_{i,i-1}$ .

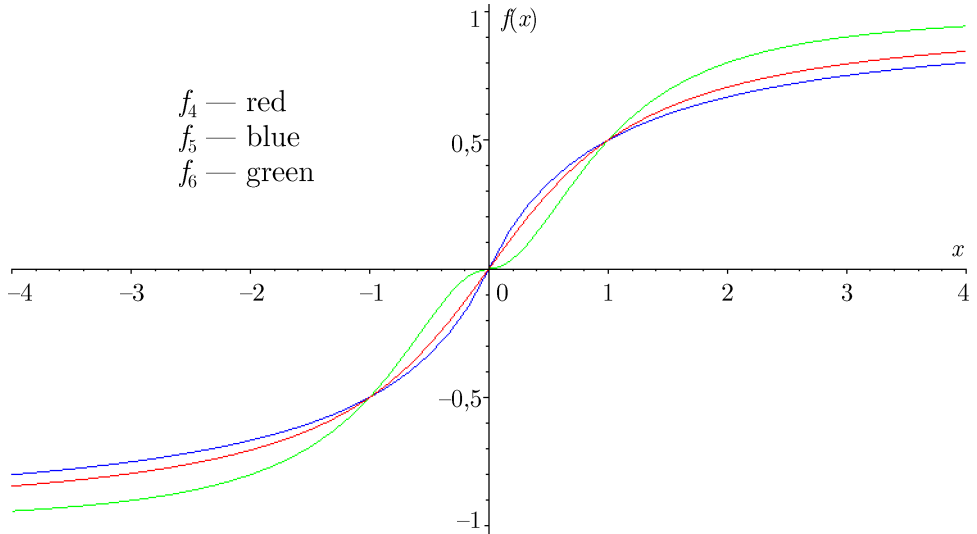


Рис. 1. Функции  $f_4, f_5, f_6$  при  $-4 < x < 4$

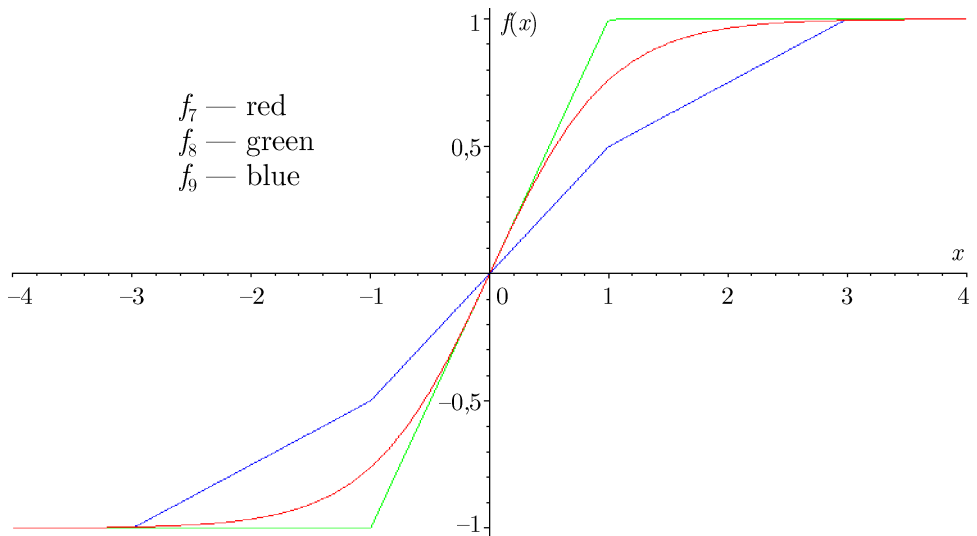


Рис. 2. Функции  $f_7, f_8, f_9$  при  $-4 < x < 4$

Нейрон не обязательно зависит от всех предыдущих, часть коэффициентов может быть равна 0. Мы будем явно указывать, от каких из предыдущих зависит каждый нейрон.

В целом, нейронная сеть описывается списком этих зависимостей, набором коэффициентов ( $w_{ij}$ ) и указанием номера функции активации (0, ..., 9) каждого нейрона. Информацию о списках зависимостей и но-

мерах функций активации будем называть архитектурой нейронной сети и задавать в текстовом файле с расширением «.arch». Например, файл содержащий текст:

```
NeuroArch, 3 Layers
```

```
IO 2, 1
```

```
#Layer 1:
```

```
3) 6: 1, 2
```

```
4) 6: 1, 2
```

```
5) 6: 1, 2
```

```
#Layer 2:
```

```
6) 7: 3, 4, 5
```

```
7) 7: 3, 4, 5
```

```
8) 7: 3, 4, 5
```

```
9) 7: 3, 4, 5
```

```
#Layer 3:
```

```
10) 0: 6, 7, 8, 9
```

описывает трехслойную нейронную сеть с двумя входными параметрами. Первая строка файла должна начинаться с символов **NeuroArch** (сигнатура файла). Вторая строка

```
IO 2, 1
```

задает количество входных и выходных параметров нейронной сети. Строки, начинающиеся со знака «#», являются комментариями.

В данном случае входных параметров два, будем их обозначать  $x_1$ ,  $x_2$ , сами нейроны нумеруются, начиная с 3. Нейроны первого слоя (3, 4, 5) имеют функцию активации номер 6 и зависят только от входных параметров  $x_1$ ,  $x_2$ . Нейроны второго слоя (6, 7, 8, 9) имеют функцию активации номер 7 и зависят только от значений нейронов первого слоя ( $x_3$ ,  $x_4$ ,  $x_5$ ). В третьем слое у нас только один нейрон (10) с тривиальной функцией активации  $f_0(x) = x$ , он зависит только от нейронов второго слоя ( $x_6$ ,  $x_7$ ,  $x_8$ ,  $x_9$ ).

Предложенный способ записи позволяет описывать нейронные сети любой архитектуры.

В настоящей работе мы рассматриваем задачу регрессии, поэтому все нейросети будут иметь лишь один выходной нейрон, его функцию активации будем полагать тривиальной:  $f_0(x) = x$ . В качестве функции активации всех остальных нейронов выберем  $f_6$  — **softSign2**, так как в результате довольно большого количества экспериментов она оказалась в данной задаче наиболее эффективной, хотя ее преимущество перед некоторыми другими невелико.

В дальнейшем в настоящей работе мы будем подробно рассматривать нейросети двух типов архитектур:

1) полностью связанная архитектура, когда каждый нейрон зависит от всех входных параметров и всех предыдущих нейронов;

2) трехслойная нейросеть: нейроны первого слоя зависят только от входных параметров, нейроны второго слоя — только от нейронов первого; так как мы рассматриваем задачу регрессии, то в третьем, выходном, слое лишь один нейрон.

Выше был приведен пример файла с описанием трехслойной архитектуры. Приведем также пример файла с описанием полносвязной архитектуры с двумя входными параметрами и 5-ю нейронами:

NeiroArch, Full net with 5 neurons

```

I0 2, 1
3) 6: 1, 2
4) 6: 1, 2, 3
5) 6: 1, 2, 3, 4
6) 6: 1, 2, 3, 4, 5
7) 0: 1, 2, 3, 4, 5, 6

```

Функции активации у всех нейронов —  $f_6$ , кроме последнего, выходного, нейрона, у которого она тривиальна:  $f_0(x) = x$ .

## 6. Результаты обучения нейросетей

Рассмотрим результаты, полученные при обучении нейросетей. Так как обучение нейросети начинается с выбора случайной точки, для каждой архитектуры сделаем несколько попыток и выберем из них наилучший результат.

Сначала приведем результаты, полученные для полносвязных архитектур при 3, ..., 18 предыдущих точках ( $Nin = 2, \dots, 17$ ) и при количестве нейронов от 3 до 6. В таблице ниже  $Nw$  — количество параметров нейросети,  $S(3)$ ,  $S(4)$ ,  $S(5)$ ,  $S(6)$  — минимальные достигнутые значения целевой функции при 3, 4, 5, 6 нейронах соответственно. Первые столбцы в таблице:  $nPt$  — количество точек, на основе которых строится прогноз,  $Nin$  — количество входных параметров нейросети,  $Nin = nPt - 1$ .

$nPt$	$Nin$	$Nw$	$S(3)$	$Nw$	$S(4)$	$Nw$	$S(5)$	$Nw$	$S(6)$
3	2	12	0.004524	18	0.004512	25	0.004505	33	0.004487
4	3	15	0.003898	22	0.003858	30	0.003859	39	0.003694
5	4	18	0.003712	26	0.003549	35	-	45	-
6	5	21	0.003269	30	-	40	-	51	-
7	6	24	0.003227	34	0.003104	45	0.002965	57	0.002917
8	7	27	0.003158	38	0.003076	50	0.002960	63	0.002864
9	8	30	0.003013	42	0.002934	55	0.002869	69	0.002802
10	9	33	0.002960	46	0.002875	60	0.002808	75	0.002792
11	10	36	0.002963	50	0.002887	65	0.002827	81	0.002757
13	12	39	0.002916	54	0.002853	70	0.002865	87	0.002854
14	13	42	0.002901	58	0.002835	75	0.002823	93	0.002713
15	14	45	0.002892	62	0.002834	80	0.002780	99	0.002735
18	17	54	0.002965	74	0.002977	95	0.002978	117	0.002974

В следующей таблице показаны наилучшие результаты, полученные с помощью 3-слойных нейросетей. В первом и втором слое у них было по одинаковому количеству нейронов ( $Nne$ ) с функцией активации  $f_6$ , в третьем, выходном, слое был один нейрон с тривиальной функцией активации.

$nPt$	$Nin$	$Nne$	$Nw$	$S$	$Nne$	$Nw$	$S$
6	5	15	49	0.003030	27	181	0.002861
		17	66	0.002950	31	241	0.002840
		19	85	0.002915	37	346	0.002821
		23	129	0.002864			
7	6	16	53	0.002989	28	191	0.002782
		18	71	0.002927	32	253	0.002776
		20	91	0.002863	38	361	0.002768
		24	137	0.002794			
8	7	17	57	0.002928	29	201	0.002689
		19	76	0.002861	33	265	0.002674
		21	97	0.002819	39	376	0.002665
		25	145	0.002736			
9	8	18	61	0.002796	30	211	0.002612
		20	81	0.002728	34	277	0.002573
		22	103	0.002705	40	391	0.002591
10	9	19	65	0.002767	31	221	0.002549
		21	86	0.002675	35	289	0.002532
		23	109	0.002650	41	406	0.002532
		27	161	0.002597			
11	10	20	69	0.002737	32	231	0.002530
		22	91	0.002665	36	301	0.002537
		24	115	0.002612	42	421	0.002557
		28	169	0.002598			
12	11	21	73	0.002718	29	177	0.002581
		23	96	0.002678	33	241	0.002563
		25	121	0.002623	43	436	0.002543
18	17	27	97	0.002685	39	301	0.002528
		29	126	0.002649	43	385	0.002554
		31	157	0.002629	49	526	0.002598
		35	225	0.002595			

## 7. Заключение

Таким образом, для одних и тех же обучающих матриц были рассмотрены следующие варианты решения задачи регрессии:

- 1) полиномиальная функция от своих аргументов (*Polynom*);
- 2) полносвязная нейронная сеть (*Full net*);
- 3) трехслойная нейронная сеть (*3 Layers*).

Выпишем для сравнения кратко общие результаты, полученные с помощью этих трех методов при различных уровнях сложности  $Nw$  (числе настраиваемых параметров):

<i>Type</i>	$Nw < 50$	$Nw < 100$	$Nw < 200$	$Nw < 500$
<i>Polynom</i>	0.003321	0.003077	0.002837	0.002657
<i>Full Net</i>	0.002887	0.002735	-	-
<i>3 Layers</i>	0.003030	0.002675	0.002581	0.002532

На основе полученных данных можно сделать следующие выводы.

1. Нейросети позволяют получить ту же величину погрешности, что и полиномиальные формулы при сложности (количестве параметров,  $Nw$ ) в 3 — 5 раз меньше.

2. При сравнительно небольшой сложности ( $Nw < 50$ ) наиболее эффективными оказываются полносвязные сети.

3. При большей сложности трехслойные сети наиболее эффективны среди всех рассмотренных вариантов.

#### *Библиографический список*

1. Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юдин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. М.: Диалог-МИФИ, 2002. 384 с.
2. Галушкин А. И. Нейрокомпьютеры: учебное пособие. М.: Альянс, 2014. 528 с.
3. Гафаров Ф. М., Галлямов А. Ф. Искусственные нейронные сети и их приложения. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 2018. 121 с.
4. Головки В. А., Краснопрошкин В. В. Нейросетевые технологии обработки данных : учеб. пособие. Минск: БГУ, 2017. 263 с.
5. Николенко С., Кадурич А., Архангельская Е. Глубокое обучение // СПб.: Питер, 2018. 480 с.
6. Хашин С. И. Сравнение эффективности передаточных функций нейросети // Вестник Ивановского государственного университета. Сер.: Естественные, общественные науки. 2019. Вып. 1/2. С. 54–58.
7. Центр загрузки Microsoft. URL: <https://www.microsoft.com/ru-ru/download> (дата обращения: 20.11.2020).

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

---

**АЗАРОВ Дмитрий Николаевич** — доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры фундаментальной математики, Ивановский государственный университет, г. Иваново, Россия, azarovdn@mail.ru

**БАРИНОВА Марина Олеговна** — кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии, Институт математики, информационных технологий и естественных наук, Ивановский государственный университет, г. Иваново, Россия, nauka@list.ru

**БОРИСОВА Елена Анатольевна** — доктор биологических наук, зав. кафедрой биологии, Ивановский государственный университет, г. Иваново, Россия, floraea@mail.ru

**ВИРЗУМ Людмила Викторовна** — 1 курс магистратуры, кафедра фундаментальной и прикладной химии, Институт математики, информационных технологий и естественных наук, Ивановский государственный университет, г. Иваново, Россия, virzum@list.ru

**ВЯЛОВ Александр Фёдорович** — кандидат технических наук, доцент, г. Иваново, Россия, afvialov@yandex.ru

**ГРИБАНОВА Светлана Викторовна** — старший научный сотрудник НОЦ «Доступная правовая среда», Ивановский государственный университет, г. Иваново, Россия, gsv904@yandex.ru

**ЗАРИПОВ Владимир Николаевич** — кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии, Институт математики, информационных технологий и естественных наук, Ивановский государственный университет, г. Иваново, Россия, zaripow@mail.ru

**КАПРАЛОВА Юлия Геннадьевна** — кандидат юридических наук, доцент кафедры сравнительного правоведения и правотворчества юридического факультета, Ивановский государственный университет, г. Иваново, Россия, kapralova.37@mail.ru

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

**КРУТИЙ Елена Александровна** — кандидат юридических наук, доцент кафедры предпринимательского и процессуального права юридического факультета, Ивановский государственный университет, г. Иваново, Россия, ekrutij@yandex.ru



**КРЫЛОВ Евгений Николаевич** — доктор химических наук, доцент, профессор кафедры фундаментальной и прикладной химии, Институт математики, информационных технологий и естественных наук, Ивановский государственный университет, г. Иваново, Россия, enk2000S@yandex.ru

**КРЮКОВА Ирина Дмитриевна** — 4 курс бакалавриат, кафедра фундаментальной и прикладной химии, Институт математики, информационных технологий и естественных наук, Ивановский государственный университет, г. Иваново, Россия, irina.krjukova.1950@gmail.com

**КУЗЬМИН Сергей Владимирович** — кандидат педагогических наук, доцент кафедры непрерывного психолого-педагогического образования, Ивановский государственный университет, г. Иваново, Россия, skuzmin66@rambler.ru

**КУРГАНОВ Антон Александрович** — кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии, Ивановский государственный университет, г. Иваново, Россия, 07011991\_anton@mail.ru

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

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

**СИВУХИН Алексей Николаевич** — старший преподаватель кафедры биологии, Ивановский государственный университет, г. Иваново, Россия, ecobiota@mail.ru

**СОЛОН Борис Яковлевич** — доктор физико-математических, профессор, заведующий кафедрой фундаментальной математики, Ивановский государственный университет, г. Иваново, Россия, bysolon@gmail.com

**УРАНОВА Екатерина Игоревна** — учитель географии МБОУ «Средняя школа № 53», г. Иваново, Россия, otusscops13@gmail.com

**ХАШИН Сергей Иванович** — кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры информационных технологий и прикладной математики, Ивановский государственный университет, г. Иваново, Россия, khash2@mail.ru

## ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ ЖУРНАЛА «ВЕСТНИК ИВАНОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА»

---

1. В журнал принимаются материалы в электронном виде в формате RTF по адресу: [publisher@ivanovo.ac.ru](mailto:publisher@ivanovo.ac.ru)

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, 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, редактирование 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. 2**

*Издается в авторской редакции*

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

Дата выхода в свет 22.12.2020 г.  
Формат 70 × 108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Уч.-изд. л. 7,5.

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