ISSN 0869-5873

Том 94, Номер 7

Июль 2024

ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

300 Лет Российская Академия Наук

НАУКА

1727

СОДЕРЖАНИЕ

Том 94, номер 7, 2024

С кафедры президиума РАН

Т.Я. Хабриева
Правовые проблемы идентификации искусственного интеллекта 609

А.И. Аветисян
Искусственный интеллект в гуманитарной сфере. Угрозы и возможности 623

В.Б. Бетелин
Научные проблемы обеспечения технологического суверенитета в области технологий искусственного интеллекта 629

К 300-летию Российской академии наук

И.М. Щедрова
Академические дипломы XVIII века 635

Точка зрения

А.Б. Гусев, М.А. Юревич
Линии антагонизма в научном сообществе и отягчающий молодёжный фактор 646

Из рабочей тетради исследователя

М.А. Островский, Т.Б. Фельдман
Новый подход к оценке последствий действия радиации на глаз 658

Эссе

Н.В. Корниенко
"...Я прожил жизнь"
К 125-летию со дня рождения писателя А.П. Платонова 665

Обозрение

В.В. Миронов, М.А. Толкач, А.Г. Тимаров
Технологии тепловой защиты ракетных двигателей твёрдого топлива 677

Былое

Г.Г. Матишов, А.В. Венков
Причины низких потерь донских казаков в войнах Российской империи 688

CONTENTS

Vol. 94, No. 7, 2024

From the Rostrum of the RAS Presidium

T.Ya. Khabrieva
Legal issues of the artificial intelligence identification 609

A.I. Avetisyan
Artificial intelligence in the humanitarian field. Threats and opportunities 623

V.B. Betelin
Scientific problems of ensuring technological sovereignty in the field of artificial intelligence technologies 629

For the 300th anniversary of the Russian Academy of Sciences

I.M. Shchedrova
Academic diplomas of the XVIII century 635

Point of view

A.B. Gusev, M.A. Yurevich
Lines of antagonism in the scientific community and the aggravating youth factor 646

From the researcher's notebook

M.A. Ostrovsky, T.B. Feldman
A new approach to assessing the consequences of radiation on the eye 658

Essay

N.V. Kornienko
"...I lived my life"
On the 125th anniversary of the birth of the writer A.P. Platonov 665

Review

B.B. Mironov, M.A. Tolkach, A.G. Timarov
Thermal protection technologies for solid propellant rocket engines 677

Bygone times

G.G. Matishov, A.V. Venkov
The reasons for the low losses of the Don Cossacks in the wars of the Russian Empire 688

ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, 2024, том 94, № 7, с. 609–622

С КАФЕДРЫ ПРЕЗИДИУМА РАН

ПРАВОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

© 2024 г. Т.Я. Хабриева[a,*]

[a] *Институт законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия*

**E-mail: office@izak.ru*

Поступила в редакцию 16.04.2024 г.
После доработки 16.04.2024 г.
Принята к публикации 05.05.2024 г.

Искусственный интеллект, как и ряд других продуктов технологической революции, послужил предпосылкой к формированию специфической области общественных отношений, что обусловило поиск адекватных форм и методов правового регулирования. Использование ресурсов права в процессе создания необходимых регуляторов привело к накоплению соответствующего практического опыта и появлению дисциплинарной онтологии, аккумулирующей доктринальное знание о правовом бытии искусственного интеллекта. Центральное место в ней занимает проблематика правовой идентификации искусственного интеллекта, имеющая как теоретическое, так и практическое значение. Её освоение предполагает разработку комплекса фундаментальных, программных и проектных вопросов.

В статье представлены образующие этот комплекс решения в контексте развития научного правового знания и практики правового регулирования в области создания и использования искусственного интеллекта, а также рациональная картина опосредования правом рассматриваемых общественных отношений в её актуальном виде; характеризуются содержание и динамика этой картины; анализируется накопленный правотворческий опыт и практика правовых экспериментов; изложены прогнозы относительно дальнейшего развития данного сегмента правовой сферы и применяемых для его упорядочения инструментов; определены задачи юридической доктрины на перспективу.

Статья подготовлена на основе научного доклада, представленного автором на заседании Президиума РАН 12 марта 2024 г.

Ключевые слова: закон об искусственном интеллекте, искусственный интеллект, конституционное регулирование технологического прогресса, объект интеллектуальных прав, обязанности искусственного интеллекта, ответственность искусственного интеллекта, права искусственного интеллекта, правовая идентификация искусственного интеллекта, правосубъектность искусственного интеллекта, регулятивные возможности искусственного интеллекта, технологии искусственного интеллекта, технологическая политика, цифровой кодекс, этика искусственного интеллекта.

DOI: 10.31857/S0869587324070015, **EDN:** FMXVUD

ХАБРИЕВА Талия Яруллов-на – академик РАН, заместитель президента РАН, директор ИЗиСП.

Появление и развитие технологий, именуемых искусственным интеллектом (далее – ИИ), а также их интенсивное применение в различных сферах человеческой деятельности стали вызовом для права и юридической доктрины. В общем русле цифровизации и становления антропотехносферы создание и усовершенствование этих технологий демонстрируют социально значимые эффекты, указывающие на необходимость упорядочения соответствующих процессов.

Искусственный интеллект, как и ряд других продуктов технологической революции, послужил пред-

посылкой формирования специфической области общественных отношений, что обусловило задачу поиска адекватных форм и методов их регулирования. К настоящему времени накоплен эмпирический материал для научного анализа, позволяющий проследить реакцию государств и международных институтов на развитие нового сегмента правовой сферы, а также оценить подходы к регламентации общественных отношений, связанных с технологией ИИ. Данное обстоятельство послужило стимулом для активизации правовых исследований в этой области.

Искусственный интеллект осваивается правоведами в качестве и прикладной, и фундаментальной проблемы. Есть основания констатировать возникновение самостоятельного научного направления в юридической науке, которое объединяет теоретическую и практическую проблематику правового регулирования общественных отношений, связанных с созданием и эксплуатацией ИИ. Уже проведены классификации состоявшихся научных исследований, систематизирован широкий спектр вопросов [1]. В их числе понятийно-категориальный аппарат права, необходимый для создания юридических форм в области применения ИИ, правовой статус соответствующих технологий и их носителей, юридическая ответственность за вред, причинённый ИИ.

Правовые исследования в этой сфере можно сгруппировать следующим образом:

• общие вопросы правового обеспечения создания и использования ИИ [2];

• формирование оптимального технологического, экономического и правового ландшафта для применения ИИ в социальной и юридической практике [3]. Разработки ведутся в части регулирования автономных и полуавтономных транспортных систем [4], автоматизированных биржевых консультантов (robo-advising) [5], банковской деятельности [6], применения ИИ в корпоративных процедурах [7];

• оценка возможностей, последствий и рисков опосредования технологий ИИ и общественных отношений, связанных с его эксплуатацией различными отраслями права и законодательства (антимонопольного [8], законодательства о защите персональных данных [9], об интеллектуальных правах [10]), соответствующая адаптация отраслевых и комплексных правовых институтов (юридическая ответственность, персональные данные, кибербезопасность и т.д.) [11];

• использование ИИ в юриспруденции, в том числе для выполнения определённых задач юриста [12–14];

• разработка специализированного “права роботов”, которое коррелирует с кибернетической этикой и программными правилами, имплементированными в машинные алгоритмы [15, 16]. Изучается вопрос о субъектности ИИ [17–20], взаимодействии человека и робототехники в процессе принятия решений [21]. В частности, ИИ осваивается с позиций когнитивных наук [22], с точки зрения способности больших данных и ИИ влиять на решения человека в культурном, экономическом и политическом контекстах [23]. Отдельный блок поиска осуществляется на стыке права и нейронауки [24, 25] и направлен на выяснение возможностей ИИ в юридической аргументации [26];

• теоретико-методологические исследования бытия ИИ в правовой сфере, создание правовой инфраструктуры взаимодействия человека и технологий ИИ [1, 27, 28].

Анализ научных результатов приводит к выводу о том, что правоведы в научном поиске движутся в русле фрагментации предмета исследований и полученных знаний. Несмотря на это, эскиз дисциплинарной онтологии (отраслевой научной картины) уже просматривается. Более того, доктриной предложены вариативные правовые модели, позволяющие на текущем этапе придать наиболее важным общественным отношениям в области применения ИИ правовую форму, купировать реальные и потенциальные риски для человека и общества [27, 28]. В то же время главная научная задача – разработка эффективной модели правового регулирования – сохраняет актуальность.

Регуляторика в области ИИ стала формироваться сравнительно недавно. В процессе её становления пройдено несколько этапов как в доктрине, так и на практике. Поиск эффективного регулятора обозначил конкуренцию между этикой, на первых порах выполнявшей роль основного инструмента регулирования[1], и правом, которое некоторое время было нейтральным по отношению к данной сфере. В настоящее время этическое регулирование уступило ведущую роль праву, хотя продолжает использоваться.

В качестве причин изменений в соотношении этического и правового регулирования следует отметить:

• переход к интенсивному внедрению ИИ во многие сферы жизни общества и деятельности государственных институтов, а также хозяйствующих

[1] См., например: Азиломарские принципы разработки ИИ (2017); Глобальные этические стандарты (Рекомендации) ЮНЕСКО в сфере искусственного интеллекта (2019); Рекомендации ОЭСР по искусственному интеллекту (2019); Рекомендации по этике для заслуживающего доверия искусственного интеллекта (2019), разработанные Экспертной группой высокого уровня Европейской комиссии; Руководящие принципы и Международный кодекс поведения Хиросимского процесса для организаций, разрабатывающих передовые системы искусственного интеллекта, Блетчли, Великобритания (2023). В России принят Кодекс этики в сфере искусственного интеллекта (2021). К нему присоединилось более 190 российских организаций и более 15 зарубежных компаний.

субъектов повлёк за собой разнообразные риски для человека, общества и государства (в сферах оборота персональных данных, обеспечения прав потребителей, конкуренции, жизни и здоровья людей);

• усиление социальной потребности в эффективной регуляции новых общественных отношений, обусловленной многочисленными рисками для человека, общества и государства, которые сопутствуют широкомасштабному внедрению ИИ;

• дефицит позитивного социального эффекта от этического регулирования на фоне повышения уровня и масштабов применения технологий ИИ, а также упомянутых рисков.

Этические нормы не предполагают конкретных механизмов их реализации, преодоления последствий их несоблюдения (например, компенсация вреда жизни и здоровью человека, его имуществу). Право в этом смысле более действенный регулятор, который позволяет не только нормировать поведение людей и организаций, но и примирять противоречия, разрешать конфликты в области создания и использования ИИ. Это возможно только на основе императивов, которыми оперирует право, так как на повестке дня задача предотвратить серьёзные риски для человека. Этика постепенно, но неизбежно становится дополнительным регулятором. В практике разных государств наблюдается стремление наращивать правовое регулирование в области использования ИИ. В формируемой государствами регуляторике, опосредующей развитие и применение технологий ИИ, увеличивается количество законодательных актов. Согласно докладу Стэнфордского университета “Индекс искусственного интеллекта – 2023” (AI Index Report 2023[2]) в 2016 г. был принят всего один закон, в 2018 г. их было уже 12, в 2021 г. – 18, в 2022 г. – 37.

Законотворческая практика государств (от Европейского союза до Китая) очень разнообразна, но при этом в основу законодательных решений положен приоритет прав человека в том виде, в котором они определены во Всеобщей декларации прав человека. Отсюда охранительный уклон и разного рода охранительные ноу-хау в управлении развитием ИИ (в этом плане показателен опыт Китая, специфика которого будет показана ниже).

Созданные этические нормы в области ИИ сохраняют действие, в том числе служат одним из источников применяемых и проектируемых юридических норм. Осмысление динамики формирующегося социального регулирования в области ИИ приводит к выводу о том, что в нём складывается “трансграничный” режим в том смысле, что оно осуществляется на линии соприкосновения права и морали (этики), демонстрируя их взаимное проникновение в предмет, цели и функционал друг друга. В сложившихся условиях взаимодействие этики и права играет позитивную роль в процессе выработки правил поведения, необходимых как для развития технологий ИИ, так и для защиты человека от сопряжённых с этим рисков.

На начальном этапе создания регуляторики в сфере ИИ возникла проблема выбора между установлением общего правового регулирования для всех сфер его применения и конструированием дифференцированного регулирования в каждой сфере в отдельности. Мировым трендом стала практика формирования унифицированной модели регулирования, предполагающей общие правила вне зависимости от области применения ИИ. Общие (базовые) законы об ИИ готовятся в 15 государствах. В основном это Восток и Азия: ОАЭ (Оман, Катар), Малайзия, Китай, Таиланд, Филиппины и др.

Значительный интерес подставляет Закон Европейского союза об искусственном интеллекте (Artificial Intelligence Act), принятый Европейским парламентом 13 марта 2024 г.[3] Сфера его применения охватывает все секторы (за исключением военных) и все виды ИИ. Закон объёмный (85 статей), содержит правила использования различных приложений на основе ИИ, в том числе систем распознавания лиц, предиктивной аналитики, генеративного ИИ, беспилотных автомобилей и др. Он разработан на базе подхода, основанного на оценке рисков, согласно которому технологии ИИ классифицируются в соответствии с их потенциальным риском по четырём категориям: неприемлемый риск, высокий риск, низкий риск и минимальный риск. Закон станет первым в мире примером комплексного регулирования использования ИИ, на который в дальнейшем так или иначе будут ориентироваться власти других стран и корпорации. И это уже происходит при подготовке собственных аналогичных актов. Например, в Бразилии готовится законопроект, который имеет сходные черты с проектом закона Европейского союза. Он содержит похожие определение систем ИИ, категории рисков, перечень систем высокого риска, предоставляет субъектам права в отношении поставщиков и пользователей систем ИИ, механизмы обеспечения безопасности и ответственности[4].

В целом страны Запада действуют в соответствии с принятыми Организацией экономического сотрудничества и развития Рекомендациями по искусственному интеллекту 2019 г. В них закреплены принципы защиты персональных данных, фун-

[2] https://aiindex.stanford.edu/report/

[3] См.: Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council Laying down Harmonised Rules on Artificial Intelligence (Artificial Intelligence Act) and Amending Certain Union Legislative Acts // An official website on the European Union. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021PC0206

[4] https://www.taylorwessing.com/en/interface/2023/ai---are-we-getting-the-balance-between-regulation-and-innovation-right/ai-regulation-around-the-world

даментальных прав человека, прозрачности ИИ и логики принятия решений, сотрудничества стран в разработке и регулировании ИИ[5], а также предлагается регулировать данную сферу согласно ранее принятым рекомендациям о трансграничном потоке персональных данных, с учётом ответственности оператора по факту его контроля над персональными данными вне зависимости от местонахождения.

Специфичен опыт Китая, который готовит свой закон об ИИ. Этот подход является более фрагментированным и потенциально более жёстким (разрешительным), поскольку предполагается введение правила о предварительном одобрении службы безопасности для применения генеративного ИИ, ориентированного на потребителя. Западные специалисты критикуют его за чрезмерную, по их мнению, ответственность оператора и разработчика ИИ и возложение на него ответственности за поведение пользователя[6]. Помимо защиты персональных данных и ответственности разработчика или оператора систем ИИ, законопроект предусматривает защиту общественной морали, основных ценностей социализма и традиций китайского общества, а также фильтрацию данных, на основе которых обучаются системы ИИ[7].

Следствием использования права в качестве основного регулятора общественных отношений в области ИИ стала необходимость правовой идентификации данного феномена. Несмотря на известные курьёзы, касающиеся распространения статуса субъекта права на цифровые сущности (предоставление Королевством Саудовская Аравия подданства роботу "София"[8]; рекомендации Еврокомиссии 2017 г. "Нормы гражданского права о робототехнике"[9], в которых допускалось особое правовое положение роботов, наделение их правовым статусом, включающим способность нести ответственность за свои действия, принимать самостоятельные решения или иным образом независимо от человека взаимодействовать с третьими лицами; информация о том, что нейросеть-чатбот ChatGPT претендует на собственную личность[10], и др.), базовым направлением развития правовой доктрины и практики в рассматриваемой сфере стало признание ИИ объектом субъективных прав. Этот тренд отражает недавно принятый Закон Европейского союза об ИИ.

Искусственный интеллект проявляет себя в национальных правовых порядках прежде всего в качестве объекта гражданских прав. Соответственно, любая технология или система ИИ – это то, по поводу чего возникают правоотношения. Например, согласно российскому законодательству[11] ИИ может быть идентифицирован как имущество, охраняемый результат интеллектуальной деятельности. В международной частноправовой практике киберфизические интеллектуальные системы также имеют статус вещи в общем смысле и статус товара в коммерческом отношении. Так, Международная классификация товаров и услуг для регистрации знаков (МКТУ) прямо называет специфический вид товара: "Роботы человекоподобные с искусственным интеллектом" (класс 09, базовый № 090778)[12].

В то же время в доктрине продолжается дискуссия о наделении юнитов ИИ правосубъектностью и признании его субъектом права. Например, их предлагается наделить правом на функционирование, энергосбережение, самообучение. Обсуждаются вопросы о распространении на юниты ИИ прав человека (в их конституционном смысле), юридическом оформлении их правового статуса в качестве "электронного лица" [29, с. 277, 303–358, 30, 31], кибернетических "электронных организмов" [32], "электронных агентов"[13] (такие модели уже разработаны).

Среди потенциальных конституционных прав и свобод искусственных интеллектуальных систем называют: право быть свободным, право на самосовершенствование (обучение и самообучение), право на неприкосновенность (защита программного кода от произвольного вмешательства третьих лиц), свобода слова, свобода творчества, признание за ИИ авторских прав и ограниченное право собственности [33]. В отношении обязанностей ИИ

[5] Рекомендации приняты Советом ОЭСР на уровне министров 22 мая 2019 г. по предложению Комитета по политике цифровой экономики (CDEP). См.: OECD. Recommendation of the Council on Artificial Intelligence, OECD/LEGAL/0449. 2022. https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/oecd-legal-0449. P. 2–4.

[6] DigiChina.

[7] The Measures for the Management of Generative Artificial Intelligence Services (Draft for Comment). URL: https://digichina.stanford.edu/work/translation-measures-for-the-management-of-generative-artificial-intelligence-services-draft-for-comment-april-2023/

[8] См.: Робот-андроид София стала подданной Саудовской Аравии // ТАСС / URL: https://tass.ru/ekonomika/4680400.

[9] См.: European Parliament Resolution of 16 February 2017 with recommendations to the Commission on Civil Law Rules on Robotics (2015/2103(INL)) // European Parlament. URL: http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P8-TA-2017-0051+0+DOC+XML+V0//EN

[10] См.: Чат-бот претендует на личность // Коммерсантъ / https://www.kommersant.ru/doc/5408670

[11] См.: Федеральный закон от 24 апреля 2020 г. № 123-ФЗ «О проведении эксперимента по установлению специального регулирования в целях создания необходимых условий для разработки и внедрения технологий искусственного интеллекта в субъекте Российской Федерации – городе федерального значения Москве и внесении изменений в статьи 6 и 10 Федерального закона "О персональных данных"»; Гражданский кодекс РФ.

[12] См.: Международная классификация товаров и услуг для регистрации знаков (МКТУ) (11-я ред., изд. 1-е) // Правовая система "Кодекс". https://docs.cntd.ru/document/420273241

[13] См.: Дмитрий Гришин представил проект регулирования правового статуса роботов в России. (17 декабря 2016 г). https://robotrends.ru/pub/1650/dmitriy-grishin-predstavil-proekt-regulirovaniya-pravovogostatusa-roboto

предлагается конституционное закрепление трёх законов робототехники, сформулированных фантастом А. Азимовым в научно-фантастическом рассказе “Хоровод” (англ. Runaround) [34]: непричинение вреда человеку, а равно недопущение своим бездействием его причинения; повиновение всем приказам, отдаваемым человеком, кроме направленных на причинение вреда другому человеку; забота о собственной безопасности, за исключением предыдущих двух случаев [35].

В теоретической плоскости вопросы правосубъектности ИИ обсуждаются преимущественно в контексте трёх сюжетов: право интеллектуальной собственности, ответственность за гражданско-правовые деликты, картельные сговоры. Правоведы допускают даже уголовную ответственность искусственного интеллекта [36], оценивают перспективу появления в уголовных кодексах раздела, посвящённого мерам уголовно-правового характера для электронных субъектов [29, 37, с. 12].

Наделение этих творений правосубъектностью объясняется прагматичными соображениями, в числе которых необходимость решения ставших уже очевидными проблем их правовой идентификации в социальном и правовом пространстве, упрощение и оптимизация применения к ним действующих правовых режимов, содействие интеграции и сотрудничеству между человеком и машиной [29], а также специфика программ, которые в процессе самообучения становятся независимыми от своего создателя. Такие программы могут генерировать результаты, которые не предполагались замыслом разработчика, но стали возможны благодаря обучающей способности лежащего в их основе алгоритма [38, с. 137]. Однако для специалистов очевидно, что главной причиной актуальности обоснования соответствующих правотворческих решений является стремление перенести на сами юниты ИИ бремя юридической ответственности за причинение вреда человеку, имуществу, охраняемым законом общественным отношениям. В связи с этим, полагаем, что идеи правосубъектности ИИ будут находить своих адептов и научная полемика по данной проблеме будет продолжена.

Вместе с тем в практической плоскости сделан выбор, который не предполагает воплощения указанных идей в правотворчестве или правоприменении, во всяком случае, в обозримой перспективе. Социализация ИИ осуществляется на основании традиционных подходов юриспруденции и сохранения его идентичности объекту субъективных прав. Гуманистический потенциал такого решения проблемы, имеющей по сути фундаментальный характер, очевиден. В соответствии с данным подходом создаются правовые основания для защиты человека, общества и государства от потенциальных негативных эффектов дальнейшей социализации ИИ, не происходит наслоения новых гибридных юридических конструкций на отработанные веками базовые институты права, открываются перспективы для развития общей модели правового регулирования.

Наконец, ещё один сюжет связан с проблемой допустимости применения ИИ в качестве инструмента правового регулирования. Исследования показали наличие у технологий ИИ необходимого для этого потенциала. Соответствующие технологии используются при организации онлайн-голосования на выборах и референдумах, дорожного движения, квалификации преступлений, выявлении моделей преступного поведения (например, коррупционного). В ряде стран они попали в сферу судебного правоприменения. Например, в России первым опытом в этом направлении стал Белгородский эксперимент 2021 г. В Белгородской области на нескольких участках мировых судей технология ИИ была задействована для формирования судебных приказов по взысканию задолженностей по имущественным, земельным и транспортным налогам[14]. На проходившем 23–25 мая 2023 г. Совете судей России его председатель В.В. Момотов сообщил о том, что в рамках суперсервиса “Правосудие онлайн”, запуск которого намечен на 2024 г., предполагается использование технологии “слабого” ИИ[15].

Потенциал систем ИИ в области формирования возможных судебных решений наглядно демонстрирует опыт соответствующих экспериментов в так называемом предсказанном правосудии (predicting justice). Искусственный интеллект на основе анализа массива исходных данных прогнозирует наиболее вероятный исход судебного разбирательства по тому или иному делу. Так, программное моделирование судебных актов позволило роботам в 70% случаев предсказать решения Верховного суда США и в 79% – решения Европейского суда по правам человека [39]. Значительные перспективы в плане определения оптимальной меры уголовного наказания открывает уникальная технология “Электронные весы правосудия”, разработанная И.М. Рагимовым и Х.Д. Аликперовым [40, 41] и не имеющая аналогов в мире.

[14] См.: “А судьи кто?”: как искусственный интеллект помогает человеку в суде. http:// www.techinsider.ru

[15] В суперсервис будут встроены вспомогательные элементы, с помощью которых можно определить подсудность дела, рассчитать и оплатить госпошлину, а также стандартные формы и справочники исковых требований, что позволит упростить и ускорить обращение в суд лицам, нуждающимся в судебной защите. Основной задачей судебного ИИ станет автоматизированное составление проектов судебных актов на основе анализа текста процессуального обращения и материалов судебного дела. Планируется оценить потенциал его использования для расшифровки аудиопротоколов, создания интеллектуальной поисковой системы с возможностью анализа и систематизации судебной практики (см.: Суды планируют подключить искусственный интеллект к составлению решений. http:// www.rg.ru).

Искусственный интеллект востребован не только в сфере индивидуального (казуального) правового регулирования. Он используется в правотворчестве для прогнозирования последствий принимаемых нормативных правовых актов, выявления противоречий в законодательстве [42]. Например, Еврокомиссия приняла Руководство по внедрению и использованию искусственного интеллекта в парламентском рабочем пространстве (DRAFT v1.0 / 6 April 2023).

Таким образом, признание инструментального характера искусственного интеллекта в правовом регулировании состоялось. Юридические основания для этого созданы. Применяемые в качестве вспомогательного инструментария системы имеют предпосылки стать одним из основных средств регулирования. По прогнозам, в будущем технологии ИИ будут использовать в правообразовании, выявлении, интерпретации и даже генерации политической воли (в качестве общей воли, отражающей борьбу и согласование свободных воль в их взаимодействии и взаимообусловленности, государственной, классовой или иной) [43, 44].

Можно констатировать, что период стремительного и во многом непонятного юристам, да и не только им, развития новых отношений в области создания и использования ИИ пройден. Круг этих отношений как предмет правового регулирования более или менее установлен, есть признаки относительно устойчивого воспроизводства этих отношений в определённом контуре. Ключевые правовые проблемы, включая угрозы и риски, которые несёт ИИ, осмыслены. Ответы на многие актуальные фундаментальные правовые вопросы предложены. Концептуализация отраслевого знания позволила выйти на необходимый уровень понимания сущности данного правового феномена и установления параметров его правовой идентификации. Это дало правоведам возможность предложить программные решения, которые нашли отражение в Основном Законе государства.

В современных конституциях появились такие объекты регулирования, как научно-технологическое развитие (в разных вариантах формулировок – Россия, Мозамбик и др.); новые технологии (Бразилия, Венесуэла); информационные и коммуникационные технологии (Боливия, Германия); инновации, информационные услуги, национальная научно-техническая система (Венесуэла). В некоторых конституциях государству вменено в обязанность гарантировать, поддерживать и поощрять научно-технологическое развитие. В связи с этим к предметам ведения и (или) полномочиям органов публичной власти отнесены определение государственной политики в области научно-технологического развития, его обеспечение и поддержка (Россия, Боливия, Германия). В отдельных случаях частный сектор обязывается вносить свой вклад ресурсами в создание национальной научно-технической системы (Венесуэла).

Конституционно закреплены права человека на получение выгоды от научно-технического прогресса нации (Гватемала), доступ к Интернету и информационным технологиям (Индия, Исландия, Мексика, Судан), использование достижений науки и техники (Индонезия). В проекте политической конституции Республики Чили, подготовленном Конституционным конвентом страны, который был вынесен на национальный плебисцит (4 сентября 2022 г.), но не был поддержан, каталог общеизвестных прав человека дополнен правами: на доступную цифровую среду; участие в цифровом пространстве, его устройствах и инфраструктурах; цифровое образование; развитие знаний, мышления и технологического языка, а также пользование его преимуществами; свободное использование Интернета.

Очень важно, что конституционно закреплены критерии допустимости создания и распространения новых технологий. В качестве таковых зафиксированы необходимость корреляции их продвижения с религиозными ценностями (“с высочайшим уважением” к ним) и “национальным единством”, с целью “развития цивилизации и процветания человечества” (Индонезия), этическими и правовыми принципами, “регулирующими исследовательскую деятельность в области науки, гуманизма и технологий” (Венесуэла), со служением людям, с уважением к жизни, физической и психической неприкосновенности (Чили), общественным благополучием (Бразилия).

В целом можно констатировать, что в современных конституциях присутствуют несколько акцентов:

• признание научно-технологического прогресса в качестве конституционной ценности и приоритета общественного развития;

• стимулирование научно-технологического прогресса;

• право человека на доступ к технологическим инновациям;

• охрана конституционных, в том числе религиозных, ценностей от возможных негативных последствий технологической революции.

Конституция РФ содержит ряд положений программного характера, которые служат своеобразным ответом на вызовы технологической революции и нового технологического уклада. В числе ценностей общественного (в том числе социально-экономического) развития, возведённых на уровень важнейших ориентиров и приоритетов государственной политики (на федеральном и региональном уровнях), конституционное закрепление получили научно-технологическое развитие, наука и научный потенциал России как его источники и самостоятельные блага. Конституцией России по

сути учреждена функция государства, состоящая в обеспечении научно-технологического развития и управлении им (посредством отнесения к предметам ведения Российской Федерации), а самостоятельным направлением государственной деятельности признано "обеспечение безопасности личности, общества и государства при применении информационных технологий, обороте цифровых данных" (п. "м" ст. 71).

Особенности данного конституционного регулирования заключаются, во-первых, в том, что в Основном Законе России гармонично сочетаются позитивно-регулятивный и охранительный подходы к новым технологиям, в частности к ИИ; во-вторых, в признании необходимости защищать всех без исключения основных субъектов конституционных правоотношений – личность, общество и государство. Систематическое толкование конституционных норм приводит к выводу о том, что осуществление функции защиты права распространяется и на бизнес.

Таким образом, обновлённая Конституция РФ (в п. "е", "м" ст. 71, п. "е" ч. 1 ст. 72, ст. 114):

во-первых, формирует мировоззренческую парадигму, в некотором смысле идеологию социально-экономического развития России (на основе знаний и высоких технологий), включая критерии для определения пределов допустимого использования технологических инноваций. В ней нашли отражение стимулы для научно-технологического развития (в единстве науки как источника и технологий как результата научного поиска), гарантии защиты от его нежелательных эффектов, причём для всех основных субъектов конституционных отношений – личности, общества, государства;

во-вторых, создаёт необходимые конституционные ориентиры для достижения стратегических целей России;

в-третьих, оформляет конституционную модель целой сферы общественной жизни, именуемой философами техносферой (или более широко – антропотехносферой), включая её ценностные основания, институциональную и функциональную основы, объекты и субъекты правового взаимодействия, правовые инструменты реализации государственных приоритетов, конституционные гарантии безопасности для личности, общества и государства.

Всё это задаёт правовые параметры развития и "социализации" ИИ, в том числе с учётом рисков и угроз, которые несёт перспектива его повсеместного внедрения [1].

Программные решения доктрины выражены в актах государственного стратегического планирования в области ИИ[16], а также в научных концепциях. Например, в 2020 г. Институт законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации подготовил Концепцию комплексного регулирования (правового регулирования) отношений, возникающих в связи с развитием цифровой экономики[17]. В ней определены подходы и пределы: правового регулирования нетипичных общественных отношений, связанных с использованием цифровых технологий (в том числе финтеха, регтеха); применения к новым объектам (цифровым вещам, цифровым сущностям) действующих правовых режимов; гармонизации нормативного и индивидуального, правового и этического регулирования. Её положения нашли отражение в Научных концепциях развития российского законодательства [45], в которых предложены прогнозные и программно-целевые выводы и установки относительно развития законодательства Российской Федерации в целом, его отдельных отраслей, а также комплексных и формирующихся правовых массивов.

В настоящее время отечественная правовая доктрина сфокусирована на подготовке проектных решений в области ИИ, разработке правовых механизмов реализации конституционных новелл и актов государственного стратегического планирования. Соответствующий поворот наблюдается и в законодательстве, которое от периода интенсивной точечной адаптации к появлению отношений, осложнённых ИИ, перешло к этапу плановой технологической модернизации на основе доктринальных разработок и применения правового эксперимента[18]. На этом этапе важно эффективно воплотить фундаментальные и программные решения в текстах законов с тем, чтобы, с одной стороны, законодательно закрепить необходимые правовые конструкции, институты и процедуры, обеспечивающие безопасную для человека и общества социа-

[16] См.: Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года, утверждённая Указом Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 "О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации"; Концепция развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники до 2024 года, утверждённая распоряжением Правительства РФ от 19 августа 2020 г. № 2129-р.

[17] Концепция подготовлена по заказу Фонда развития Центра разработки и коммерциализации новых технологий (Сколково).

[18] Федеральные законы от 24 апреля 2020 г. № 123-ФЗ «О проведении эксперимента по установлению специального регулирования в целях создания необходимых условий для разработки и внедрения технологий искусственного интеллекта в субъекте Российской Федерации – городе федерального значения Москве и внесении изменений в статьи 6 и 10 Федерального закона "О персональных данных", от 31 июля 2020 г. № 258-ФЗ "Об экспериментальных правовых режимах в сфере цифровых инноваций в Российской Федерации"».

лизацию ИИ и в то же время благоприятную среду для развития соответствующих технологических инноваций, с другой – сохранить системность и непротиворечивость законодательства.

В области правовой идентификации ИИ ключевым является вопрос о его правовой природе. Не вызывает сомнения утверждение о том, что ИИ – это результат интеллектуальной деятельности человека. На первый взгляд, такой генезис ИИ обусловливает его признание объектом интеллектуальных прав и их правовую охрану посредством части четвёртой ГК РФ (в Российской Федерации). Вместе с тем далеко не все результаты интеллектуальной деятельности выступают объектами интеллектуальных прав. Так, априори не может рассматриваться в этом качестве и быть объектом гражданско-правовой охраны общеизвестная информация. В части 5 ст. 1259 ГК РФ прямо указано, что авторские права не распространяются на идеи, концепции, принципы, методы, процессы, системы, способы, решения технических, организационных или иных задач, открытия, факты, языки программирования, геологическую информацию о недрах. Применительно к технологиям гражданско-правовая охрана также существенно ограничена институтами ноу-хау (гл. 75 ГК РФ) и единой технологии (гл. 77 ГК РФ).

Фактически объектами интеллектуальных прав признаются только те результаты интеллектуальной деятельности, которые отвечают требованиям, установленным в законе. В Российской Федерации они прямо перечислены в ст. 1225 ГК РФ, а требования к ним – в гл. 70–77 ГК РФ. При этом приведённый в названной статье перечень результатов интеллектуальной деятельности является закрытым, и ИИ в нём прямо не указан. Таким образом, с формально-юридической стороны ИИ в Российской Федерации не признаётся объектом интеллектуальных прав, а правовая охрана может предоставляться исключительно отдельным его элементам, непосредственно поименованным в ст. 1225 ГК РФ (при их наличии в его составе).

В аналогичном состоянии находится и законодательство иностранных государств. Инновационный характер отношений, связанных с ИИ, обусловливает зарождение соответствующих регуляторики и правовой охраны. Например, в упомянутом выше Законе Европейского союза об ИИ данная задача не ставится, европейский законодатель ограничивается целью предупреждения разнообразных рисков, связанных с использованием ИИ. При этом субъективные права его поставщиков (разработчиков) не конкретизируются. На них только возлагаются обязанности, а также устанавливаются запреты в области использования ИИ, обусловленные публичными интересами.

В результате вопрос о правовой природе ИИ остаётся открытым. В связи с этим требуют решения следующие познавательные задачи: 1) установление достаточности для регулирования соответствующих отношений (в случае признания ИИ самостоятельным объектом правовой охраны и субъективных прав) существующего потенциала права интеллектуальной собственности как подотрасли гражданского права; 2) определение наличия или отсутствия необходимости в его расширении посредством выделения в данном нормативном массиве особой группы норм, посвящённых ИИ. Кроме того, с учётом зарубежного опыта и признания роли ИИ в регуляторной политике государства, а также публичного характера рисков, связанных с его использованием, актуальным представляется вопрос о наличии потребности в формировании комплексного регулирования, включающего как частноправовой, так и публично-правовой компонент.

Для решения указанных задач полагаем целесообразным установить: 1) единство конкретного ИИ; 2) обладателя субъективных прав на него; 3) моменты начала и прекращения его правовой охраны; 4) его связи с материальным носителем, энергетическим обеспечением, результатами интеллектуальной деятельности и иными информационными ресурсами.

Следует подчеркнуть, что право интеллектуальной собственности исходит из того, что результаты интеллектуальной деятельности (за некоторым исключением, например, произведения архитектуры и искусства) могут копироваться бесконечное множество раз, при этом все копии считаются идентичными друг другу. Все ранее известные объекты интеллектуальной собственности изначально обладают конечным множеством характеристик, которые впоследствии не могут быть изменены. Искусственный интеллект, напротив, имеет потенциал к развитию (саморазвитию), предполагающий увеличение его исходных характеристик. В его основе лежит алгоритм самообучения, направленный на постепенное приумножение знаний, которыми он обладает, и расширение круга решаемых задач. Обучение ИИ осуществляется по определённой траектории до тех пор, пока, возможно, не будет достигнут некий предел.

Таким образом, следует определить, от каких факторов зависит указанная траектория, выяснить, существует ли предел обучения ИИ и, если существует, то каков он. Указанные факторы могут быть связаны с особенностями материального носителя ИИ, энергетическим обеспечением его функционирования, характером взаимодействия с другими результатами интеллектуальной деятельности и иными информационными ресурсами.

При определении правовой природы ИИ необходимо обратить внимание на следующее обстоятельство: если ИИ переносится на другой исполнительный модуль, то появляется его копия. Но вопрос, ответ на который имеет выраженную юридическую

проекцию, состоит в том, насколько соответствуют друг другу копии ИИ, размещённые на различных исполнительных модулях. Между ними может осуществляться информационное взаимодействие, но оно может и отсутствовать. Первому способствует наличие информационно-коммуникационных сетей, что позволяет копиям обмениваться информацией, взаимно влияя на траектории обучения друг друга, формируя единую траекторию. В свою очередь, отсутствие такого взаимодействия может повлечь изменение траекторий обучения различных копий. Совокупность копий ИИ, обучающихся по единой траектории, образует единый объект субъективных прав. Однако если траектории обучения различаются, можно ли считать соответствующие копии единым объектом или происходит их индивидуализация?

Предел обучения имеет не меньшее значение для ответа на вопрос о способности ИИ индивидуализироваться на объектном уровне. Если такой предел отсутствует, то есть основания для признания обособившихся копий, обучающихся по различным траекториям, самостоятельными объектами субъективных прав. Наличие такого предела требует установить, являются ли обучавшиеся по различным траекториям копии идентичными или их характеристики различаются. В первом случае придётся признать их единым объектом субъективных прав. При этом необходимо определить, отличается ли ИИ от программы для ЭВМ (программного обеспечения) и нуждается ли в самостоятельном правовом регулировании. Во втором случае появляется несколько самостоятельных объектов субъективных прав, которые уже не являются точными копиями друг друга. Здесь актуальным становится вопрос о том, кого признавать поставщиком (разработчиком) и правообладателем. Требуется найти ответ и на вопрос о том, что является непосредственным объектом правовой охраны – алгоритм самообучения или ИИ, достигший предела своего обучения, либо каждый из них в отдельности.

Проблема правовой природы ИИ осложняется тем, что здесь необходимо учитывать двойственную – программно-аппаратную – сущность данного феномена, характер связи (является она неразрывной или нет) между программной и аппаратной составляющими, а следовательно, и правами на них.

Наличие угроз и рисков, связанных с внедрением и применением ИИ, его широкое использование в публичной сфере обусловливают вопрос о достаточности частноправового регулирования соответствующих отношений. Есть основания прогнозировать масштабную конвергенцию частноправового и публично-правового инструментария – вплоть до формирования обособленного комплексного регулирования, объединённого одним предметом. Такая конвергенция ещё не началась, очевидны только её предпосылки. Так, Закон Европейского союза об ИИ по содержанию может быть отнесён к публичному регулированию. На частноправовом уровне в Европейском союзе в отношении ИИ продолжает действовать ранее сложившееся гражданское законодательство.

Ещё одна проблема на этапе подготовки проектных решений заключается в многообразии подходов к определению ИИ. Данный феномен рассматривается как технология (группа сопряжённых технологий), программа (программное обеспечение, приложение), программно-аппаратный комплекс. В Европейском союзе ИИ определяется через программное обеспечение, в Китае – как совокупность технологий и программного обеспечения. В России научный консенсус склоняется в сторону признания ИИ технологией, но в правовых актах, принятых в разное время разными субъектами, содержатся несогласованные между собой дефиниции. Например, Федеральный закон «О проведении эксперимента по установлению специального регулирования в целях создания необходимых условий для разработки и внедрения технологий искусственного интеллекта в субъекте Российской Федерации – городе федерального значения Москве и внесении изменений в статьи 6 и 10 Федерального закона “О персональных данных”» определяет ИИ как комплекс технологических решений, обладающий определённым набором признаков и характеристик. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 43.0.8-2017 “Информационное обеспечение техники и операторской деятельности. Искусственно-интеллектуализированное человеко-информационное взаимодействие. Общие положения” (утверждён приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 июля 2017 г. № 757-ст) именует ИИ моделируемой (искусственно воспроизводящейся) интеллектуальной деятельностью человека. Концепция развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники до 2024 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 19 августа 2020 г. № 2129-р) предлагала по возможности избегать внедрения в законодательство Российской Федерации единого для всех отраслей нормативного определения этого термина.

Формально-юридический подход ориентирует юристов на законодательную дефиницию, хотя она вызывает много нареканий как самих юристов, так и представителей других наук. Согласно указанному Федеральному закону, ИИ – это комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые как минимум с результатами интеллектуальной деятельности человека. Комплекс технологических решений включает в себя информационно-коммуникационную инфраструктуру (информационные системы, информационно-телекоммуникационные сети, иные

технические средства обработки информации), программное обеспечение (в том числе такое, в котором используются методы машинного обучения), процессы и сервисы по обработке данных и поиску решений. Под технологиями ИИ в законе понимаются технологии, основанные на использовании ИИ (включая компьютерное зрение, обработку естественного языка, распознавание и синтез речи, интеллектуальную поддержку принятия решений и перспективные методы ИИ).

Ведётся работа над проектами федерального закона о технологической политике в Российской Федерации и концепции цифрового кодекса Российской Федерации. Каждый из этих актов призван решить специфические задачи в области регулирования ИИ.

Основной целью проекта федерального закона о технологической политике в Российской Федерации является обеспечение технологического суверенитета России. Он должен придать силу закона положениям Концепции технологического развития России на период до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 20 мая 2023 г. № 1315-р). В нём будут конкретизированы конституционные положения о научно-технологическом развитии, установлены гарантии технологического суверенитета России, определена компетенция государственных органов и иных субъектов технологического развития. Закон призван создать необходимые правовые механизмы для формирования и реализации государственной технологической политики на постоянной и системной основе. С этим законом связаны ожидания о сокращении препятствий при разработке и продвижении отечественных технологий и результатов интеллектуальной деятельности. Вместе с тем проектируемое регулирование будет способствовать правовой идентификации технологий (они до настоящего времени в праве не определены), которая является необходимой предпосылкой определения правовой природы ИИ.

Проект цифрового кодекса, который разрабатывает Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ, в значительной степени призван систематизировать нормы законодательства об информации и цифровых технологиях, в том числе в части регламентации отношений, связанных с созданием, обучением и использованием ИИ, обеспечить непротиворечивость регулирования. Кроме того, анонсировано начало работы над проектом федерального закона об ИИ. Его концепция ещё не обнародована, но очевидно, что он должен носить комплексный характер, включая как частноправовой, так и публично-правовой компоненты.

Принятие этих актов придаст законодательству об ИИ более системный вид и позволит решить по крайней мере часть обозначенных проблем его правовой идентификации. Общий каркас правовой регламентации в области ИИ в нашей стране уже сформирован. Россия идёт по пути:

• сочетания позитивно-регулятивного и охранительного подходов в данной области;

• использования экспериментальных правовых режимов для накопления необходимого опыта такой регламентации с целью последующей общей модернизации законодательства;

• идентификации ИИ в качестве объекта субъективных прав, который может применяться в том числе при реализации регуляторной политики государства.

В результате полностью задействуются регуляторные ресурсы права, потенциал его отдельных отраслей и институтов. При этом парадигма правового развития коренным образом не изменяется.

Есть основания прогнозировать:

• продолжение фиксации особенностей использования ИИ в отраслевом законодательстве и коррекции пределов распространения на отношения, осложнённые ИИ, отдельных правовых режимов. Так, могут последовать изменения в гражданском законодательстве, в первую очередь в его деликтной части. Здесь, например, необходимы положения об особенностях ответственности за вред, причинённый при использовании технологий ИИ. Кроме того, в гражданском законодательстве могут появиться специфические механизмы защиты прав участников гражданского оборота при ненадлежащем исполнении обязательств, вызванном техническими сбоями электронных сервисов. В перспективе может быть даже ограничено распространение на ИИ положений права интеллектуальной собственности либо в этой подотрасли гражданского права будет выделена особая группа норм, посвящённых ИИ. Можно ожидать коррекции антимонопольного законодательства, включения в него правовых механизмов противодействия цифровым картелям и иным злоупотреблениям, связанным с доминирующим положением в технологической сфере;

• расширение практики казуального регулирования, прежде всего судебного правоприменения, создание при этом правоположений, заслуживающих имплементации в законодательство об ИИ.

Юридическая наука готова к различным сценариям дальнейшего развития правового регулирования в рассматриваемой сфере и способна обеспечить научное сопровождение проектирования такого рода правовых новелл.

В свете этих прогнозов целесообразно расширить научную повестку и включить в неё следующие исследовательские задачи:

• изучение практики конвертации положений актов государственного стратегического планирования об ИИ в юридические нормы, закреплённые в законе. Требует проверки рабочая гипотеза о функциональной характеристике актов государ-

ственного стратегического планирования в качестве специфического источника права;

• определение пределов и способов имплементации этических норм в области ИИ в законодательство (в данном случае может быть продуктивно использована концепция легальной этики, ранее предложенная учёными ИЗиСП [46]). Полагаем, что они могут быть зафиксированы в федеральном законе о науке, что будет способствовать обеспечению общественного доверия к ИИ;

• продолжение исследований в области имплементации судебных решений в законодательство и практической реализации результатов правового мониторинга;

• совершенствование существующих и разработка новых процессуальных механизмов идентификации технологий, факты применения которых имеют значение для конкретного юридического дела, и верификации правоприменительных решений, вынесенных с использованием ИИ;

• изучение возможности сближения подходов в правовом регулировании в области ИИ на пространствах ЕАЭС и БРИКС.

Результаты научного поиска в этих направлениях будут востребованы как в теории, так и в практике.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Хабриева Т.Я.* Право, искусственный интеллект, цифровизация // Человек и системы искусственного интеллекта / Под ред. акад. РАН В.А. Лекторского. СПб.: Юридический центр, 2022. С. 71–97.

   Khabrieva T.Ya. Law, artificial intelligence, digitalization // Human and artificial intelligence systems / Ed. by V.A. Lectorsky. St. Petersburg: Law Center, 2022. P. 71–97.
2. *Oskamp A. & Lodder A.R.* (2006) Introduction: Law, Information Technology and Artificial intelligence // Lodder A.R. & Oskamp A. (eds.) Information Technology and Lawyers. Dordrecht, Springer. P. 1–22. DOI:10.1007/1-4020-4146-2_1
3. *Palmerini E. et al*. RoboLaw: Towards a European framework for robotics regulation // Robotics and Autonomous Systems. 2016. V. 86. P. 78–85.
4. Autonomous Vehicles – Self-Driving Vehicles Enacted Legislation // National Conference of State Legislatures. 2018. http://www.ncsl.org/research/transportation/autonomous-vehicles-self-driving-vehicles-enacted-legislation.aspx
5. *Miller R.M*. Don't Let Your Robots Grow Up to Be Traders: Artificial Intelligence, Human Intelligence and Asset-Market Bubbles // Journal of Economic Behavior and Organization, Forthcoming. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.415220
6. *Wall L.D.* (2018) Some financial regulatory implications of artificial intelligence // Journal of Economics and Business. № 100. P. 55–63.
7. *Möslein F.* Robots in the Boardroom: Artificial Intelligence and Corporate Law (September 15, 2017) // Woodrow Barfield and Ugo Pagallo (eds.). Research Handbook on the Law of Artificial Intelligence, Edward Elgar (2017/18, Forthcoming). https://www.law.ox.ac.uk/business-law-blog/blog/2017/11/robots-board-room-artificial-intelligence-and-corporate-law
8. *Ezrachi A. and Stucke M.E.* Artificial Intelligence & Collusion: When Computers Inhibit Competition (April 8, 2015) // University of Illinois Law Review. 2017. Oxford Legal Studies Research Paper. No. 18/2015, University of Tennessee Legal Studies Research Paper. No. 267. Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=2591874
9. Artificial Intelligence, Robotics, Privacy and Data Protection. Room document for the 38th International Conference of Data Protection and Privacy Commissioners. 2016. https://edps.europa.eu/data-protection/our-work/publications/other-documents/artificial-intelligence-robotics-privacy-and_en
10. *Yu R.* (2017) The Machine Author: What Level of Copyright Protection is Appropriate for Fully Independent Computer Generated Works? // University of Pennsylvania Law Review. 165 (5). P. 1241–1270.
11. *Ashley K.D.* (2017) Artificial Intelligence and Legal Analytics: New Tools for Law Practice in the Digital Age. Cambridge: Cambridge University Press. DOI: 10.1017/9781316761380
12. *Balkin J.M.* The Three Laws of Robotics in the Age of Big Data // Ohio State Law Journal. 2017. V. 78. Forthcoming. Yale Law School, Public Law Research Paper No. 592. https://ssrn.com/abstract=2890965
13. *Barfield W.* (2005) Issues of Law for Software Agents within Virtual Environments // Teleoperators and Virtual Environments. 14 (6). P. 741–748. DOI: 10.1162/105474605775196607
14. *Sartor G.* (2009) Cognitive Automata and the Law: Electronic Contracting and the Intentionality of Software Agents // Artificial Intelligence and Law. 17 (4). P. 253–290.
15. *Balkin J.M.* The Three Laws of Robotics in the Age of Big Data // Ohio State Law Journal. 2017. V. 78. Forthcoming. Yale Law School, Public Law Research PaperNo. 592. https://ssrn.com/abstract=2890965
16. *Leenes R.E., Lucivero F.* Laws on Robots, Laws by Robots, Laws in Robots: Regulating Robot Behaviour by Design // Law, Innovation and Technology. 2014. V. 6. № 2. P. 194–222. https://ssrn.com/abstract=2546759
17. *Лаптев В.А.* Понятие искусственного интеллекта и юридическая ответственность за его работу // Право. Журнал Высшей школы экономики. 2019. № 2. С. 87–90.

Laptev V.A. The concept of artificial intelligence and legal responsibility for its work // Law. Journal of the Higher School of Economics. 2019. No. 2. P. 87–90.

18. *Понкин И.В., Редькина А.И.* Искусственный интеллект с точки зрения права // Вестник РУДН. Серия: Юридические науки. 2018. Т. 22. № 1. С. 91–109.

Ponkin I.V., Redkina A.I. Artificial intelligence from the point of view of law // Bulletin of the RUDN. Series: Legal Sciences. 2018. V. 22. No. 1. P. 91–109.

19. *Eidenmueller H.* The Rise of Robots and the Law of Humans (March 26, 2017) // Oxford Legal Studies Research Paper. 2017. № 27. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2941001

20. *Saripan H.* (2016) Are Robots Human? A Review of the Legal Personality Model // World Applied Sciences Journal. 34 (6). P. 824–831. DOI: 10.5829/idosi.wasj.2016.34.6.15672.

21. *Solum L.B.* Legal Personhood for Artificial Intelligences // North Carolina Law Review. V. 70. P. 1231, 1992. Illinois Public Law Research Paper № 09-13. https://ssrn.com/abstract=1108671

22. *Черногор Н.Н., Емельянов А.С.* Когнитивная основа правопорядка // Вопросы философии. 2022. № 5. С. 5–14.

Chernogor N.N., Yemelyanov A.S. The cognitive basis of law and order // Questions of philosophy. 2022. No. 5. P. 5–14.

23. *Solum L.B.* Legal Personhood for Artificial Intelligences // North Carolina Law Review. V. 70. P. 1231, 1992. Illinois Public Law Research Paper № 09-13. https://ssrn.com/abstract=1108671

24. *Хабриева Т.Я.* Право, искусственный интеллект, цифровизация // Человек и системы искусственного интеллекта / Под ред. акад. РАН В.А. Лекторского. СПб.: Юридический центр, 2022. С. 71–97.

*Khabrieva T.Y*a. Law, artificial intelligence, digitalization // Human and artificial intelligence systems / Ed. by V.A. Lectorsky. St. Petersburg: Law Center, 2022. P. 71–97.

25. *Kolber A.* Will There Be a Neurolaw Revolution? // Indiana Law Journal. 2014. V. 89. P. 807. https://ssrn.com/abstract=2398071

26. *Feteris E., Kloosterhuis H.* Law and Argumentation Theory: Theoretical Approaches to Legal Justification (June 21, 2013). http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2283092

27. *Хабриева Т.Я., Черногор Н.Н.* Будущее права. Наследие академика В.С. Стёпина и юридическая наука. М.: Российская академия наук; Институт законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации; ИНФРА-М, 2020.

Khabrieva T.Ya., Chernogor N.N. The future of law. The legacy of Academician V.S. Stepin and legal science. Moscow: Russian Academy of Sciences; Institute of Legislation and Comparative Law under the Government of the Russian Federation; INFRA-M, 2020.

28. Юридическая концепция роботизации: монография / Отв. ред. Ю.А. Тихомиров, С.Б. Нанба. М.: Проспект, 2019.

The legal concept of robotization: a monograph / Ed. Yu.A. Tikhomirov, S.B. Nanba. Moscow: Prospect, 2019.

29. *Морхат П.М.* Право и искусственный интеллект: монография / Под ред. И.В. Понкина. М.: ЮНИТИ-ДИАНА, 2017.

Morkhat P.M. Law and artificial intelligence: monograph / Ed. by I.V. Ponkin. Moscow: UNITY-DANA, 2017.

30. Правосубъектность: общетеоретический, отраслевой и международно-правовой анализ: сборник материалов к XII Ежегодным научным чтениям памяти С.Н. Братуся. М.: ИЗиСП; Статут, 2017.

Legal personality: general theoretical, sectoral and international legal analysis: a collection of materials for the XII Annual Scientific Readings in memory of S.N. Bratusya. Moscow: IZiSP; Statute, 2017.

31. *Ястребов О.А.* Правосубъектность электронного лица: методологические подходы // Труды института государства и права РАН. 2018. Т. 13. № 2. С. 36–55.

Yastrebov O.A. Legal personality of an electronic person: methodological approaches // Works of the Institute of State and Law of the Russian Academy of Sciences. 2018. V. 13. No. 2. P. 36–55.

32. *Мусина К.С.* Идентификация правосубъектности искусственного интеллекта: кросснациональный анализ законодательств зарубежных стран // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Юридические науки (2023). № 27(1). С. 135–147. https://doi.org/10.22363/2313-2337-2023-27-1-135-147

Musina K.S. Identification of the legal personality of artificial intelligence: a cross-national analysis of the legislation of foreign countries // Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Legal Sciences (2023). No. 27(1). P. 135–147. https://doi.org/10.22363/2313-2337-2023-27-1-135-147

33. *Филипова И.А., Коротеев В.Д.* Будущее искусственного интеллекта: объект или субъект права? // Journal of Digital Technologies and Law. 2023. № 1(2). С. 359–384.

Filipova I.A., Koroteev V.D. The future of artificial intelligence: an object or a subject of law? // Journal of Digital Technologies and Law. 2023. No. 1(2). P. 359–384.

34. *Asimov I.* Khorovod // Astounding Science Fiction, 1942. No. 3(march).

35. *Архипов В.В., Наумов В.Б.* О некоторых вопросах теоретических оснований развития законодательства

о робототехнике: аспекты воли и правосубъектности // Закон. 2017. № 5. С. 157–170.

Arkhipov V.V., Naumov V.B. On some issues of the theoretical foundations of the development of legislation on robotics: aspects of will and legal personality // Law. 2017. № 5. P. 157–170.

36. *Radutniy O.E.* Criminal liability of the artificial intelligence. DOI: 10.21564/2414-990x.138.105661 UDC 343.22+343.412:004.056//cyberleninka.ru/article/n/criminal-liability-of-the-artificial-intelligence/viewer

37. Правовые аспекты использования искусственного интеллекта: актуальные проблемы и возможные решения: доклад НИУ ВШЭ / Рук. авт. кол. В.Б. Наумов, С.А. Чеховская, А.Ю. Брагинец, А.В. Майоров. М.: Издательский дом Высшей школы экономики, 2021.

Legal aspects of the artificial intelligence use: current problems and possible solutions: report of the Higher School of Economics / Chiefs of Authors' Team V.B. Naumov, S.A. Chekhovskaya, A.Yu. Braginets, A.V. Mayorov. Moscow: Publishing House of the Higher School of Economics, 2021.

38. *Войниканис Е.А., Семёнова Е.В., Тюляев Г.С.* Искусственный интеллект и право: вызовы и возможности самообучающихся алгоритмов // Вестник ВГУ. Серия: Право. 2018. № 4. С. 137–148.

Voynikanis E.A., Semenova E.V., Tyulyaev G.S. Artificial intelligence and law: challenges and opportunities of self-learning algorithms // Vestnik VSU. Series: Law. 2018. No. 4. P. 137–148.

39. *Глебов И.Н.* Искусственный юридический разум. https://humanlaw.ru/9-article/26-artificialintelligence.html

Glebov I.N. Artificial legal mind. https://humanlaw.ru/9-article/26-artificialintelligence.html

40. *Рагимов И.М., Аликперов Х.Д.* "Электронные весы правосудия" (цели, возможности, преимущества) // Уголовное судопроизводство. 2019. № 3. С. 8–14.

Rahimov I.M., Alikperov Kh.D. "Electronic scales of justice" (goals, opportunities, advantages) // Criminal proceedings. 2019. No. 3. P. 8–14.

41. *Аликперов Х.Д.* Электронная технология определения меры наказания ("Электронные весы правосудия"). СПб.: Юридический центр, 2020.

Alikperov Kh.D. Electronic technology for determining the measure of punishment ("Electronic scales of justice"). St. Petersburg: Law Center, 2020.

42. *Залоило М.В.* Искусственный интеллект в праве: научно-практическое пособие / Под ред. Д.А. Пашенцева. М.: Инфотропик Медиа, 2021.

Zaloilo M.V. Artificial intelligence in law: a scientific and practical guide / Edited by D.A. Pashentsev. Moscow: Infotropik Media, 2021.

43. *Матье Б.* Право против демократии? / Пер. с франц. Я.И. Лебедевой; под ред. А.И. Ковлера. М.: Норма, 2021.

Mathieu B. Law versus democracy? / Translated by Y.I. Lebedeva; edited by A.I. Kovler. Moscow: Norma, 2021.

44. *Сурков В.* Безлюдная демократия и другие политические чудеса 2121 года. https://www.rbc.ru/politics/11/10/2021/6164228f9a794739a4ca037c

Surkov V. Unpopulated democracy and other political miracles of 2121. https://www.rbc.ru/politics/11/10/2021/6164228f9a794739a4ca037c

45. Научные концепции развития российского законодательства / Под ред. Т.Я. Хабриевой, Ю.А. Тихомирова. 8-е изд. перераб. и доп. М.: Норма, 2024.

Scientific concepts of the development of Russian legislation / Edited by T.Y**a**. Khabrieva, Yu.A. Tikhomirov. 8th ed. reprint. and additional. Moscow: Norma, 2024.

46. *Хабриева Т.Я., Габов А.В., Капустин А.Я., Черногор Н.Н.* Конфликт интересов: природа, предупреждение, социальное регулирование // Журнал зарубежного законодательства и сравнительного правоведения. 2018. № 3. С. 3–12.

Khabrieva T.Ya., Gabov A.V., Kapustin A.Ya., Chernogor N.N. Conflict of interests: nature, prevention, social regulation // Journal of Foreign Legislation and Comparative Jurisprudence. 2018. No. 3. P. 3–12.

LEGAL ISSUES OF THE ARTIFICIAL INTELLIGENCE IDENTIFICATION

T.Ya. Khabrieva[a,*]

[a] *The Institute of Legislation and Comparative Law under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia*
**E-mail: office@izak.ru*

Artificial intelligence, as well as a number of other products of the technological revolution, served as a prerequisite for the formation of a specific area of public relations, which led to the search for adequate forms and methods of legal regulation. The use of legal resources in the process of creating the necessary regulators has led to the accumulation of relevant practical experience and the emergence of a disciplinary ontology accumulating doctrinal knowledge about the AI legal existence. The central place in it is occupied by the issue of AI legal identification, which has both theoretical and practical significance. Its development involves the development of a complex of fundamental, programmatic and design issues.
The article presents the solutions forming this complex in the context of the development of scientific legal knowledge and practice of legal regulation in the field of AI creation and use, as well as a rational view of mediation by law of the considered public relations in its current form; the author characterizes the content and dynamics of this view, analyzes the accumulated law-making experience and practice of legal experiments. The article also sets out forecasts for the further development of this segment of the legal sphere and the tools used to streamline it; defines the tasks of the legal doctrine for the future. The article was prepared on the basis of a scientific report presented by the author at a meeting of the Presidium of the Russian Academy of Sciences on March 12, 2024.

Keywords: AI Act, artificial intelligence, constitutional regulation of technological advance, item covered by copyright, AI duties, AI responsibility, AI rights, AI legal identification, AI legal personality, AI regulatory capacity, AI technologies, technological policy, digital code, AI ethics.

ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, 2024, том 94, № 7, с. 623–628

С КАФЕДРЫ ПРЕЗИДИУМА РАН

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ГУМАНИТАРНОЙ СФЕРЕ. УГРОЗЫ И ВОЗМОЖНОСТИ

© 2024 г. А.И. Аветисян[a],*

[a] *Институт системного программирования им. В.П. Иванникова РАН, Москва, Россия*

**E-mail: arut@ispras.ru*

Поступила в редакцию 03.07.2024 г.
После доработки 04.07.2024 г.
Принята к публикации 06.07.2024 г.

В статье рассматриваются проблемы, возникающие в связи с активным внедрением технологий искусственного интеллекта (ИИ) в гуманитарной сфере и в медицине, причины этих проблем, а также меры, которые предпринимаются в мире для их решения. Обсуждается создание методов и инструментов разработки безопасных технологий ИИ в рамках Исследовательского центра доверенного искусственного интеллекта Института системного программирования им. В.П. Иванникова РАН. Автор приводит результаты междисциплинарных проектов, реализуемых центром, а также предлагает ряд мер для активизации развития технологий ИИ, предназначенных для гуманитарной сферы.
Статья подготовлена на основе доклада, заслушанного на заседании президиума РАН 12 марта 2024 г.

Ключевые слова: доверенный искусственный интеллект, регулирование, репозиторий доверенного программного обеспечения, слабый искусственный интеллект, нейросети, междисциплинарность, машинное обучение, цифровая лингвистика, цифровая медицина.

DOI: 10.31857/S0869587324070028, **EDN:** FMXFED

В современном мире искусственный интеллект (ИИ) внедряется во многих областях человеческой деятельности, потому что он существенно улучшает качество услуг, повышает производительность труда и, как следствие, положительно влияет на экономические показатели многих отраслей. Однако наряду с открывающимися возможностями широкое применение ИИ чревато и серьёзными угрозами. Чтобы разобраться, каковы они и как им противостоять, необходимо определить, что такое искусственный интеллект.

АВЕТИСЯН Арутюн Ишханович – академик РАН, заместитель президента РАН, директор ИСП РАН.

Как отмечено в обновлённой “Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 года” [1], ИИ – это “комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые с результатами интеллектуальной деятельности человека или превосходящие их”. Этот комплекс включает в себя информационно-коммуникационную инфраструктуру, программное обеспечение, процессы и сервисы обработки данных и поиска решений.

Современный ИИ основан на алгоритмах машинного обучения, а его активное развитие в наше время вызвано, в частности, ростом мощности вычислительных ресурсов (рис. 1) [2]. Кроме того, важную роль играет резкий рост объёма структурированных и неструктурированных данных, наблюдаемый в мире с 2010-х годов.

Наличие суперкомпьютерных мощностей и большого массива данных позволяет реализовывать проекты класса “мегасайенс” [3], актуальные для многих научных областей, в том числе гуманитарной

направленности. Например, в психологии можно анализировать в автоматическом режиме миллионы аккаунтов пользователей социальных сетей, вести исследования, касающиеся детектирования эмоций с помощью видео-, аудио- и текстовых материалов.

Необходимо отметить, что современный ИИ представляет собой технологию без субъектности. Это так называемый “слабый искусственный интеллект” (weak AI) [4], который базируется на методах машинного обучения. Слабый ИИ уязвим для предвзятостей и ошибок. Он извлекает информацию из ограниченного набора данных и решает только те задачи, на которые он запрограммирован. Если данные искажены, слабый ИИ может выдавать необъективный (неэтичный, дискриминационный) результат.

Сильный ИИ (strong AI) гипотетически будет способен делать интеллектуальные выводы, решать задачи на уровне умственных возможностей человека, использовать стратегии, планировать действия, функционировать в условиях неопределённости. Он сможет общаться на естественном языке и мыслить абстрактно. Но в настоящее время технологий сильного ИИ не существует, так как отсутствуют методы, на которых они могли бы базироваться. Этот факт признан специалистами во всём мире. Показателен такой пример. В 2022 г. старший инженер-программист холдинговой компании Alphabet, управляющей компанией Google Inc. и её дочерними структурами, Б. Лемуан самоуверенно заявил, что языковой чатбот LaMDA обладает собственным разумом, после чего был уволен за некомпетентность.

Несмотря на очевидные недостатки слабого ИИ, он находит всё более широкое применение в различных отраслях. Если говорить о гуманитарной сфере, можно привести в пример такое направление, как цифровая лингвистика, где ИИ помогает решать задачи создания систем машинного перевода, сервисов автоматической транскрибации (перевода устной речи в письменную), чат-ботов и голосовых помощников в смартфонах. По некоторым данным, число коммерческих программ машинного перевода в мире с 2017 по 2022 г. выросло почти в 5 раз [5]. Растёт рынок технологий распознавания голоса, необходимых для успешного функционирования и развития умных голосовых устройств. Так, в голосовой помощник Amazon Alexa уже добавлен генеративный ИИ.

Ещё одна в определённой степени близкая к гуманитарной сфере наука, в которой технологии искусственного интеллекта активно внедряются, это медицина. Они помогают решать задачи сбора, анализа и хранения больших объёмов медицинских сведений: изображений (рентгенография, компьютерная томография, электрокардиография, гистология), данных об эпидемиологических трендах, генетических исследованиях. ИИ внедряется в процессы испытания лекарств, а также разработку технологий так называемого Emotion AI (распознавание эмоций для анализа ментального здоровья). Современный ключевой тренд – предиктивная персонализированная медицина, направленная на сохранение здоровья и предупреждение заболеваний. С этим трендом ассоциировано распространение носимых электронных девайсов (фитнес-браслеты, часы с кардиографом и т.д.), с ним же связана концепция цифровой экосистемы “домашний госпиталь”, разработанная в США с целью снижения нагрузки на медицинские учреждения.

Фактически благодаря развитию и широкому внедрению ИИ в гуманитарной сфере появляются новые отрасли экономики. Однако у этого процесса есть и обратная сторона. Она проявляется в угрозах, связанных с несовершенством слабого ИИ. В числе этих угроз отметим следующие:

• нарушение конфиденциальности и приватности данных (ИИ-системам часто требуются большие

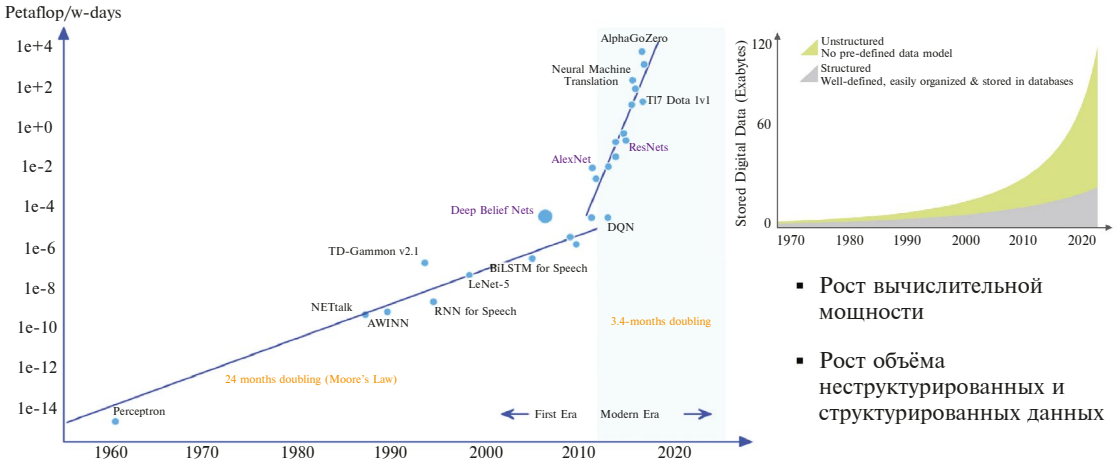


Рис. 1. Вычислительные ресурсы и большие данные – двигатели развития систем искусственного интеллекта

Источники: [2], https://dev.to/elastic/introduction-to-artificial-intelligence-and-data-analytics-47b5

объёмы информации для обучения и функционирования, в гуманитарной сфере это могут быть очень чувствительные данные, такие как медицинские записи);

• формирование и усиление неравенства (ИИ может обострить социально-экономическое неравенство, если его применение будет доступно только части населения или если результаты его работы продемонстрируют систематическую предвзятость);

• зависимость от технологий и потеря человеческого контакта (в сферах, где важно сохранение человеческого участия и эмпатии, таких как социальная или психологическая помощь, чрезмерная автоматизация может привести к снижению качества услуг);

• манипуляция сознанием и пропаганда (ИИ может использоваться в целях манипулирования общественным мнением, распространения дезинформации и усиления пропагандистского воздействия на население);

• проблемы ответственности (определение персональной ответственности за ошибки или вред, причинённый действиями ИИ, может оказаться очень сложным, особенно когда речь идёт о комплексных системах с автономными функциями);

• этические дилеммы (в гуманитарной сфере ИИ может столкнуться с этическими дилеммами, такими как выбор между разными видами помощи или распределение ограниченных ресурсов).

Число примеров реализации таких угроз стремительно растёт. Например, в феврале 2024 г. в Гонконге началось расследование не встречавшегося ранее проявления мошенничества: преступники обманом вынудили сотрудника транснациональной корпорации перевести им 25.6 млн долл., организовав для него фейковую видеоконференцию с участием якобы директора компании и других коллег (все фантомные собеседники были сгенерированы с помощью ИИ). Обман он обнаружил только после обращения в головной офис корпорации [6].

Пример из юридической области. В 2023 г. гражданин США подал в суд на авиакомпанию Avianca. Он заявил, что получил травму из-за того, что металлическая сервировочная тележка ударила его по колену во время полёта. Адвокаты представили суду записку на десяти страницах, где перечислялось несколько соответствующих судебных решений (в США действует прецедентное право). Но судья не смог найти документы, подтверждающие эти решения, потому что записку составил ChatGPT (чат-бот с генеративным искусственным интеллектом). Проведённое позднее исследование учёных Стэнфордского университета показало, что в 69–88% случаев искусственный интеллект неверно отвечает на вопросы, связанные с судебной практикой. Например, ChatGPT версии 3.5, разработанный компанией OpenAI, допустил ошибки в 69% случаев. Исследователи пришли к выводу, что пока искусственный интеллект не способен проводить юридический анализ ситуации [7].

Ещё один пример, более общий. ИИ может активно использоваться в целях пропаганды. Например, он способен в кратчайшие сроки проанализировать существующие тренды, подготовить массив фейковых новостей и распространить их по социальным медиа. Всё это осуществлялось и до появления технологий ИИ, так как границы между естественным развитием событий и спланированной акцией уже давно размыты. Достаточно упомянуть движение “жёлтых жилетов” во Франции или выборы президента США в 2016 г. Однако с привлечением технологий ИИ проводить пропагандистские кампании, психологически воздействуя на большие социальные группы, стало значительно проще и дешевле.

Помимо гуманитарных угроз существуют и техногенные. Тема статьи не предполагает их подробного рассмотрения, поэтому стоит привести лишь один пример – ДТП с участием беспилотных автомобилей. В октябре 2023 г. в США обычный автомобиль с водителем за рулём сбил пешехода. Пешехода отбросило под колёса беспилотного автомобиля Cruise производства компании General Motors, который остановился, но затем возобновил движение. Пострадавший оказался зажат под колесом и получил серьёзные травмы, так как Cruise проехал ещё 6 м. Спустя месяц 950 машин Cruise были отозваны для устранения недостатков программного обеспечения. По заверениям компании General Motors, в дальнейшем беспилотные Cruise будут полностью останавливаться в аналогичной ситуации [8].

Внедрять технологии искусственного интеллекта, безусловно, следует, это даёт значимый экономический эффект, однако области его применения должны быть контролируемыми. Нужны регуляторные механизмы, чётко определяющие, как и в каких условиях допустимо использовать интеллектуальные системы, а также границы их безопасности. Разработать и регуляторику, и безопасные ИИ-системы можно только с привлечением отраслевых специалистов, а для этого необходимы междисциплинарные проекты.

Потребность в регуляторных документах в области ИИ признают во многих странах мира. Например, в 2024 г. был одобрен EU AI Act (“Закон Евросоюза об искусственном интеллекте”) [9], в положениях которого предлагается разделить все системы с ИИ на следующие категории.

1. Системы с минимальными рисками (например, игры или спам-фильтры). Регулирование не требуется.

2. Системы с ограниченными рисками (например, системы генерации контента – изображений, аудио или видео). В этом случае применяется регулирование. В частности, контент должен быть обязательно помечен как сгенерированный.

3. Системы с высокими рисками (системы управления критической инфраструктурой, беспилотные автомобили, медицинские устройства с ИИ и др.). Необходимо жёсткое регулирование.

4. Системы с неприемлемыми рисками (системы социального скоринга[1], распознавания лиц в режиме реального времени и др.). Такие технологии будут под запретом (за редким исключением).

Что касается систем, обозначенных в пунктах 2 и 3, то для создания регуляторных механизмов достаточно технологического подхода, то есть разработки соответствующих методик и инструментов. В случаях появления систем, обозначенных в пункте 4, необходим ещё и гуманитарный подход, так как в каждом отдельно взятом обществе – своё понимание недопустимого. Это в очередной раз доказывает, что без междисциплинарного подхода создание регуляторики ИИ невозможно.

Разработка аналогичных документов ведётся и в США. В 2022 г. был опубликован проект "Билля о правах" ИИ [10], предлагаемого компаниями, общественными организациями и экспертными группами. В нём формулируются пять принципов создания и использования искусственного интеллекта, в числе которых разработка безопасных и эффективных систем, отсутствие алгоритмической дискриминации, обеспечение конфиденциальности данных. В 2023 г. в США на государственном уровне был одобрен ещё один важный документ – Executive Order on Safe, Secure, and Trustworthy AI ("Указ о безопасном, защищённом и доверенном искусственном интеллекте") [11], который устанавливает новые стандарты в сфере безопасного развития ИИ и содержит поручения ведомствам и разработчикам. Например, разработчики ряда значимых систем обязаны делиться с правительством результатами тестов на безопасность продуктов; кроме того, сгенерированный ИИ контент должен маркироваться специальными цифровыми метками. Последнюю инициативу разделяют и ведущие компании в области ИИ (OpenAI, Meta.Platforms, Alphabet и др.), которые уже обязались реализовать систему цифровых водяных знаков для всех форм синтезированного контента. В том же году Агентство национальной безопасности США объявило о создании Центра безопасности искусственного интеллекта, а Национальный научный фонд – о создании семи исследовательских институтов ИИ (один из них – Institute for Trustworthy AI in Law & Society, Институт доверенного искусственного интеллекта в юридических и общественных науках).

Если же говорить об общемировых подходах, то 19 мая 2023 г. на саммите глав государств "Большой семёрки" в Хиросиме был принят специальный документ для содействия развитию передовых систем искусственного интеллекта на глобальном уровне. 30 октября 2023 г. те же лидеры поддержали "Международный кодекс поведения" и "Руководящие принципы для организаций, разрабатывающих передовые системы ИИ" [12]. Например, в кодексе заявлено, что таким организациям следует "присоединиться к процессам разработки, продвижения и принятия, где это необходимо, общих стандартов, инструментов, механизмов и лучших практик для обеспечения безопасности, надёжности и достоверности передовых систем ИИ". А разработчики должны "добиваться полной прозрачности – документировать используемые наборы данных, процессы и решения, принятые в ходе разработки системы".

Разработка регуляторных механизмов ИИ активно ведётся и в нашей стране. Россия здесь – в числе лидеров. В 2019 г. Указом Президента Российской Федерации № 490 была принята Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года (обновлена в 2024 г.). В 2021 г. десятки компаний подписали Кодекс этики в сфере искусственного интеллекта [13], разработанный при участии Минэкономразвития России, Аналитического центра при Правительстве РФ, а также около 500 экспертов академического и бизнес-сообщества. Кодекс подчёркивает приоритет прав человека, ответственность человека за действия ИИ, потребность в безопасности и защищённости данных, а также необходимость разработки безопасных технологий. Появляются первые ГОСТы, например ГОСТ 59921 "Системы ИИ в клинической медицине" (принят в 2022 г.; устанавливает требования к клиническому тестированию ИИ-систем на основе глубоких нейронных сетей) [14].

Таким образом, в мире предпринимаются попытки ограничить внедрение небезопасных технологий и установить стандарты разработки безопасных, как это было ранее сделано для обычного программного обеспечения. Однако на практике общепринятых подходов и инструментов разработки безопасных технологий искусственного интеллекта пока не существует.

Центры по разработке таких технологий только начинают появляться в разных странах мира, в том числе и в нашей стране. В 2021 г. при поддержке Минэкономразвития России в Институте системного программирования им. В.П. Иванникова РАН учреждён Исследовательский центр доверенного искусственного интеллекта, цель которого – создать платформу доверенного ИИ. Платформа должна объединять программные инструменты и методики для противодействия принципиально новым угрозам, возникающим на всех этапах жизненного цикла технологий ИИ. Здесь получены результаты по ряду актуальных направлений, и что очень важно, эти результаты уже внедряются индустриальными партнёрами центра. Например, дове-

[1] Социальный скоринг – вид оценки платёжеспособности заёмщика банка по его социальным характеристикам и прогнозирования поведения клиента с помощью анализа его присутствия в социальных сетях.

ренные версии фреймворков TensorFlow и PyTorch внедрены в “Kaspersky Machine Learning for Anomaly Detection” v. 3.0 (“Лаборатория Касперского”).

Ряд проектов Центра реализуют междисциплинарные команды, когда лучшие практики создания ИИ-решений сопрягаются с прикладными исследованиями в различных областях, в том числе в гуманитарной сфере. Такой подход соответствует принципам “Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 года”, где отмечается, что “для развития фундаментальных и прикладных научных исследований в области ИИ необходима в том числе реализация междисциплинарных исследовательских проектов в различных отраслях экономики”. В числе междисциплинарных проектов упомянем следующие.

Анализ ЭКГ (проект реализуется в рамках Научного центра мирового уровня совместно с Первым Московским государственным медицинским университетом им. И.М. Сеченова и другими заинтересованными организациями). Разработан макет системы разметки 12-канальных ЭКГ (http://ecg1.ispras.ru). Стандартизированная разметка по списку патологий помогает достичь высокой степени согласия между экспертами. Идёт работа по развитию и внедрению нейросетевой модели классификации 12-канальных ЭКГ. Модель проходит регистрацию в качестве медицинского изделия (уже интегрирована в систему “Единый кардиолог” Республики Татарстан). О проекте будет проинформирована и зарубежная научная общественность. Журналом “Biomedical Signal Processing and Control” (Q1) принята к публикации статья “Deep neural networks generalization and fine-tuning for 12-lead ECG classification” (“Дообучение и обобщаемость глубоких нейронных сетей для классификации ЭКГ в 12 отведениях”) [15].

Анализ соцсетей (совместно с Институтом психологии РАН). С помощью передовых методов ИИ проведено исследование более 750 тыс. постов социальной сети “ВКонтакте” для понимания связи между поведением в соцсетях и психологическими особенностями пользователей. В журнале “Scientific Reports” (Q1) опубликована статья “Applying explainable artificial intelligence methods to models for diagnosing personal traits and cognitive abilities by social network data” (“Применение интерпретируемых методов искусственного интеллекта к моделям диагностики личностных качеств и когнитивных способностей по данным социальных сетей”) [16].

Распознавание эмоций (совместно с Институтом психологии РАН). С 2023 г. развиваются два направления: детектирование ментальных проблем (посттравматического стрессового расстройства) и детектирование стресса и усталости у человека. Совместно с сотрудником Института психологии РАН С.Г. Мелик-Карамян ведётся совместная работа по составлению наборов данных для исследований в области автоматического распознавания эмоций с помощью нейросетей. Одна из актуальных задач – объединить данные нескольких типов: ЭКГ и детектирование эмоций (видео, аудио, тексты). Задача пока решается отдельно на открытых датасетах.

* * *

Подводя итоги, хотелось бы ещё раз подчеркнуть, что долгосрочное устойчивое развитие технологий ИИ в гуманитарной сфере требует комплексного подхода с привлечением как специалистов по информационным технологиям, так и представителей гуманитарных областей знания. Для активизации исследований целесообразны следующие меры.

Сформировать под руководством РАН постоянно действующую рабочую группу по направлению “Искусственный интеллект в гуманитарной сфере”.

Инициировать создание репозитория доверенных решений ИИ в сфере гуманитарных наук. Он будет содержать наборы данных, предобученные модели и средства поддержки полного жизненного цикла технологий ИИ, в том числе обеспечивающие возможность совместной работы распределённых междисциплинарных групп исследователей и гарантирующие безбарьерный, равноправный доступ к аппаратным средствам.

Инициировать запуск целевых комплексных научно-технологических проектов, а также постоянной программы поддержки научных групп. В программу будут вовлекаться (в том числе по грантам) исследователи из дружественных стран для реализации собственных междисциплинарных проектов с использованием технологий ИИ в гуманитарной сфере.

Проработать вопрос подготовки и реализации образовательных междисциплинарных программ (бакалавриат, магистратура, аспирантура), направленных на развитие компетенций по использованию технологий ИИ в гуманитарной сфере.

Проработать создание регуляторных механизмов, закрепляющих возможность беспрепятственного сбора и использования открытых данных. Данные, доступные в сети Интернет, позволят создавать наборы для научных исследований, в том числе междисциплинарных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Указ Президента Российской Федерации “О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации”. Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года. http://static.kremlin.ru/media/events/files/ru/AH4x6HgKWANwVtMOfPDhcbRpvd1HCCsv.pdf

   Decree of the President of Russia “On developing artificial intelligence in Russia”, National strategy of developing artificial intelligence for the period until

2030. http://static.kremlin.ru/media/events/files/ru/AH4x6HgKWANwVtMOfPDhcbRpvd1HCCsv.pdf

2. *Zhang Yu., Nauman U.* Deep Learning Trends Driven by Temes: A Philosophical Perspective. https://www.researchgate.net/figure/Two-distinct-eras-of-computation-usage-in-training-AI-systemscredit-OpenAI-48_fig3_346359064.
3. Шагнуть за горизонт: что такое установки мегасайенс. https://xn--80aapampemcchfmo7a3c9ehj.xn--p1ai/news/shagnut-za-gorizont-chto-takoe-ustanovki-megasayens/

   Step beyond the horizon: what are megascience installations? https://xn--80aapampemcchfmo7a3c9ehj.xn--p1ai/news/shagnut-za-gorizont-chto-takoe-ustanovki-megasayens/
4. *Searle J.R.* Is the Brain's Mind a Computer Program? // Scientific American. 1990, vol. 262 (1), pp. 26–31.
5. Number of commercial machine translation (MT) programs available globally from 2017 to 2022. https://www.statista.com/statistics/1378793/mt-translation-programs-number/
6. Finance worker pays out $25 million after video call with deepfake 'chief financial officer'. https://edition.cnn.com/2024/02/04/asia/deepfake-cfo-scam-hong-kong-intl-hnk/index.html
7. Hallucinating Law: Legal Mistakes with Large Language Models are Pervasive. https://hai.stanford.edu/news/hallucinating-law-legal-mistakes-large-language-models-are-pervasive
8. Cruise recalls all self-driving cars after grisly accident and California ban. https://www.theguardian.com/technology/2023/nov/08/cruise-recall-self-driving-cars-gm
9. EU AI Act. https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/698792/EPRS_BRI(2021)698792_EN.pdf
10. Blueprint for an AI Bill of Rights. https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/10/Blueprint-for-an-AI-Bill-of-Rights.pdf
11. Executive Order on the Safe, Secure, and Trustworthy Development and Use of Artificial Intelligence. https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2023/10/30/executive-order-on-the-safe-secure-and-trustworthy-development-and-use-of-artificial-intelligence/
12. Hiroshima Process International Code of Conduct for Advanced AI Systems. https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/hiroshima-process-international-code-conduct-advanced-ai-systems
13. Кодекс этики в сфере искусственного интеллекта. Ethics https://ethics.a-ai.ru/assets/ethics_files/2023/05/12/Кодекс_этики_20_10_1.pdf

    Codex on Artificial Intelligence. https://ethics.a-ai.ru/assets/ethics_files/2023/05/12/Кодекс_этики_20_10_1.pdf
14. ГОСТ Р 59921.2-2021 "Системы искусственного интеллекта в клинической медицине". https://docs.cntd.ru/document/1200181991

    State standard R 59921.2-2021 "Artificial Intelligence Systems in Clinical Medicine. Part 2. Program and methodology of technical validation". https://docs.cntd.ru/document/1200181991
15. *Avetisyan A., Tigranyan Sh., Asatryan A. et al.* Deep Neural Networks Generalization and Fine-Tuning for 12-lead ECG Classification. https://arxiv.org/abs/2305.18592
16. *Panfilova A., Turdakov D.* Applying explainable artificial intelligence methods to models for diagnosing personal traits and cognitive abilities by social network data. https://www.nature.com/articles/s41598-024-56080-8

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE HUMANITARIAN FIELD. THREATS AND OPPORTUNITIES

A.I. Avetisyan[a,*]

[a] *Ivannikov Institute for System Programming of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*
**E-mail: arut@ispras.ru*

In this paper we discuss the problems arising out of active introduction of artificial intelligence (AI) technologies to medicine and other humanities, as well as causes of these problems and steps that are taken worldwide to solve them. We focus on the methods and tools for developing trusted AI technologies, which are being created within the ISP RAS Trusted AI Research Center. We present the results of interdisciplinary projects executed in the Center and suggest a number of solutions to speed up the development of humanitarian AI technologies. The paper expands on the report given at the General Assembly of the RAS on March 12, 2024.

Keywords: trusted artificial intelligence, regulation, trusted software repository, weak artificial intelligence, neural networks, federative learning, machine learning, digital linguistics, digital medicine.

ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, 2024, том 94, № 7, с. 629–634

С КАФЕДРЫ ПРЕЗИДИУМА РАН

НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

© 2024 г. В.Б. Бетелин[a],*

[a]Федеральный научный центр "Научно-исследовательский институт системных исследований РАН", Москва, Россия

**E-mail: betelin@niisi.msk.ru*

Поступила в редакцию 02.05.2024 г.
После доработки 04.05.2024 г.
Принята к публикации 12.05.2024 г.

В статье обсуждаются научные проблемы обеспечения технологического суверенитета в области технологий искусственного интеллекта. Одна из ключевых – моделирование на компьютере с конечными ресурсами когнитивных функций человека, обеспечивающих возможность обрабатывать и анализировать наряду с конечномерными и бесконечномерные данные. Известное решение этой проблемы – метод регуляризации А.Н. Тихонова, вследствие высокой сложности и стоимости реализации которого для построения решений искусственного интеллекта (ИИ-решений) используются менее сложные и дорогостоящие эмпирически построенные зарубежные искусственные нейронные сети (ИНС), но без гарантий безошибочности результата. Следствие этого – довольно низкий уровень внедрения ИИ-решений в промышленности, федеральных органах исполнительной власти и практическое отсутствие данных об экономическом эффекте. Предлагается считать основным критерием необходимости разработки отечественных ИИ-решений их экономическую эффективность. Статья подготовлена на основе научного сообщения, заслушанного на заседании президиума РАН 12 марта 2024 г.

Ключевые слова: технологический суверенитет, технологии искусственного интеллекта, когнитивные функции человека, конечномерные и бесконечномерные данные, метод регуляризации, эмпирически построенные ИНС, экономическая эффективность ИИ-решений.

DOI: 10.31857/S0869587324070031, **EDN:** FMSVIQ

Искусственный интеллект – это компьютерное моделирование только конечномерной части интеллектуальной деятельности человека. Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 г. (далее Стратегия) утверждена Указом Президента Российской Федерации № 490 от 10 октября 2019 г. Президентским Указом № 124 от 15 февраля 2024 г. в Стратегию внесён перечень изменений.

БЕТЕЛИН Владимир Борисович – академик РАН, научный руководитель ФНЦ НИИСИ РАН.

Согласно Стратегии, *искусственный интеллект – комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые с результатами интеллектуальной деятельности человека или превосходящие их.*

Когнитивные функции человека обеспечивают способность воспринимать, обрабатывать, анализировать, сопоставлять как конечномерные, так и бесконечномерные данные и их множества. Например, бесконечномерное (счётное) множество бесконечных в обе стороны спиц на плоскости. На каждой из этих спиц бесконечномерное (счётное) множество вращающихся колёсиков, на каждом из

которых присутствуют все буквы алфавита от а до я. Утверждается, что бесконечномерное множество текстов, образующихся при вращении этих колесиков, будет включать как все уже написанные человеком литературные произведения, так и те, которые будут когда-либо написаны человеком. Когнитивные функции человека обеспечивают понимание им как справедливости этого утверждения, так и того, что это утверждение неверно для любого сколь угодно большого, но конечномерного подмножества и спиц, и колёсиков с алфавитом.

Однако имитация этих функций человека комплексом технологических решений искусственного интеллекта (далее ИИ-решения) на компьютере с конечными аппаратными (ёмкость оперативной и внешней памяти, быстродействие и т.д.) и программными ресурсами не обеспечит возможности понимания ИИ-решением справедливости этого утверждения на основе представленного на компьютере только конечного подмножества конечномерных спиц и колёсиков с алфавитом на этих спицах. Другими словами, для того чтобы с помощью технологий ИИ обеспечить решение задач с бесконечномерными данными, необходимо не только свести эти задачи к конечномерной постановке, но и доказать теорему существования такой конечномерной постановки и её эквивалентность исходной бесконечномерной задаче. То есть, по сути дела, проблема создания таких технологий ИИ сводится к проблеме решения некорректных задач методом регуляризации А.Н. Тихонова [1]. Вместе с тем ввиду высокой сложности и, как следствие, высокой стоимости такого способа решения на практике применяются менее сложные и дорогостоящие эмпирические методы сведения бесконечномерной задачи к конечномерной и построения на этой основе ИИ-решения исходной задачи, однако без каких-либо гарантий безошибочности результатов. Следствием понимания конкретных причин и непредсказуемости возникновения ошибочных результатов таких ИИ-решений является тезис об отсутствии понимания того, как искусственный интеллект достигает результата [2].

Вместе с тем для решения задач с конечномерными данными могут быть построены ИИ-решения с теоретическим обоснованием безошибочности результата. Действительно, например, на основе большого, но конечномерного множества шахматных партий, которые были сыграны реальными гроссмейстерами, на компьютере с конечными аппаратными и программными ресурсами можно обеспечить имитацию (моделирование) функций человека-гроссмейстера на основе ИИ-решения “цифровой гроссмейстер”, разработанного человеком. По сути дела, “цифровой гроссмейстер” – это аналог поисковой системы Google на конечномерном множестве конечномерных партий, сыгранных реальными гроссмейстерами, дополненный авторами этого ИИ-решения метрикой близости партии к выигрышу. Каждая партия этого множества – упорядоченная последовательность положений 32 шахматных фигур на 64-клеточной шахматной доске. Математическое обоснование успеха ИИ-решения “цифровой гроссмейстер” – приложение теоремы А.Н. Тихонова о неподвижных точках отображения на упорядоченных, ограниченных множествах [2].

Аналогичным образом на основе сколь угодно большого, но конечномерного множества конечномерных письменных произведений реальных авторов на компьютере с ограниченными аппаратными и программными ресурсами можно обеспечить имитацию (моделирование) функции реальных авторов на основе ИИ-решения CHAT GPT. Это ИИ-решение также служит аналогом поисковой системы Google на конечномерном упорядоченном множестве многих тысяч письменных произведений реальных авторов, дополненным авторами ИИ-решения метрикой близости фрагментов реальных произведений к заданному фрагменту. Математическое обоснование успеха ИИ-решения содержится в приложении к теореме А.Н. Тихонова.

Проблема создания авторами этих ИИ-решений метрик близости партии к выигрышу и фрагментов письменных произведений к заданному фрагменту включает в себя и проблему уменьшения перебора вариантов партий и фрагментов письменных произведений.

Аналоги поисковой системы Google созданы и используются для анализа и классификации изображений, в том числе из области медицины (компьютерная томография, рентген, маммография). Эти изображения, в отличие от шахматных партий и фрагментов письменных произведений, выступают объектами бесконечномерного пространства, и поэтому для их использования компьютером требуется создание конечномерных представлений тех же объектов и соответствующей метрики близости на конечномерном пространстве этих уже конечномерных объектов. По сути дела, аналог поисковой системы Google ведёт анализ и классификацию на основе метрики близости не исходных изображений, а их компьютерных конечномерных представлений, которые отличаются от исходных изображений объёмом эмпирически исключённых из их состава данных. Это означает, что результаты классификации исходных изображений и их конечномерных компьютерных представлений могут непредсказуемым заранее образом не совпадать. Причина ошибочности результатов классификации изображений заключается в отсутствии теоретического обоснования успеха аналога поисковой системы Google для этих объектов, а следствием такой неустойчивости поисковой системы Google служит тезис об отсутствии понимания того, как искусственный интеллект достигает результата [2].

Недостаточный уровень самостоятельности в области технологий искусственного интеллекта для промышленности и федеральных органов исполнительной власти. В числе основных принципов развития и использования технологий искусственного интеллекта, сформулированных в Стратегии, – обеспечение необходимого уровня самостоятельности России в этой области, в том числе посредством преимущественного использования отечественных технологий ИИ. В развитие Стратегии Министерством цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ утверждён федеральный проект "Искусственный интеллект" (далее Проект). Срок реализации – 2024 год. Планируемый результат: предприятия и граждане используют продукты (услуги), основанные на преимущественно отечественных технологиях искусственного интеллекта, обеспечивающих качественно новый уровень эффективной деятельности.

Однако данные, приведённые в проекте Аналитического отчёта [3] (далее Отчёт) "Федерального центра прикладного развития искусственного интеллекта" (ФЦПРИИ) Минпромторга РФ и экспертно-аналитическом докладе "Искусственный интеллект в промышленности" [4] (далее Доклад), свидетельствуют о достаточно низком уровне использования технологий искусственного интеллекта как промышленными предприятиями, так и федеральными органами исполнительной власти. Например, в Докладе констатируется, что ИИ обладает серьёзным потенциалом применения в промышленности, однако большого распространения не получил, что чрезмерный оптимизм в отношении ИИ опасен, что не сбылись предсказания 2016 г. одного из ведущих мировых новостных порталов "Business Insider" о выпуске к 2020 г. 10 млн беспилотных автомобилей, также как и предсказания Илона Маска о появлении на дорогах в 2020 г. 1 млн беспилотных такси. Отсутствуют данные о результатах реализации проекта Минтранса России и ассоциации "Цифровой транспорт и логистика" по масштабному коммерческому использованию с 2024 г. беспилотных грузовиков на магистрали Москва–Санкт-Петербург и ходе осуществления проекта запуска автономных перевозок между Азией и Европой к 2030 г. [5].

Аналогичным образом в Отчёте на основе данных анкетирования промышленных предприятий констатируется довольно низкий уровень внедрения технологий ИИ в целом при наличии интереса к ним. Интерес промышленных предприятий связан с ожиданием технологий ИИ, которые будут обеспечивать, применительно к решению стоящих перед ними задач, результаты, сопоставимые с результатами интеллектуальной деятельности человека или превосходящие их (п. 5 Стратегии развития ИИ). Однако к числу ключевых барьеров внедрения ИИ-решений в Отчёте отнесены завышенные ожидания промышленных предприятий (чрезмерный оптимизм) в сравнении с достигнутыми ими результатами. Точнее, с результатами, которые предприятиям достичь не удалось. Например, ИИ-решения не справились с задачей контроля технологических операций; внедрение фотоконтроля для определения цветов проводов и кабелей не дало результатов даже при распознавании самых простых видов продукции. Формирование отчётов с помощью распознавания изображения документа на базе решения с использованием нейросети не позволило справиться с поставленной задачей.

К ключевым барьерам, сдерживающим внедрение ИИ-решений для обеспечения потребностей, приведённых в Отчёте на страницах 34–36, следует отнести и завышенные ожидания федеральных органов исполнительной власти по сравнению с достигнутыми ими результатами. Об этом можно судить по тому факту, что в Отчёте отсутствуют данные как о внедрённых успешных практиках применения ИИ в деятельности органов государственной власти и в субъектах Российской Федерации, так и о переходе системы государственной власти федерального и регионального уровня к модели управления на основе автоматизированного сбора и анализа данных (с. 34).

В Отчёте приводятся только фактические данные о затратах в 2019–2023 гг. на закупочную деятельность федеральных органов исполнительной власти, которая ограничивается исключительно приобретением оборудования и программного обеспечения (59% общих затрат), на проведение научно-исследовательских работ (29% общих затрат), цель которых состоит в описании предполагаемой архитектуры ИИ-решений, оценке их целесообразности формировании итоговых требований к ним, а также на разработку ИИ-решений (12% общих затрат). Общие затраты федеральных органов исполнительной власти на эту деятельность с 2019 г. составили 19.1 млрд руб., однако в Отчёте отсутствуют какие-либо данные о результатах научно-исследовательских работ и разработок ИИ-решений, таких, например, как "Интеллектуальный юридический помощник для конструирования текстов нормативных регламентов, ведомственных актов и поручений..." (с. 35) или ИИ-решения, которое "... должно самостоятельно понимать контекст запроса, анализировать и классифицировать обращения граждан и формировать ответы..." (с. 36).

Из вышеизложенного следует, что с 2019 по 2023 г. в результате применения технологий ИИ в промышленности и федеральных органах исполнительной власти не получены какие-либо результаты, сопоставимые с результатами интеллектуальной деятельности человека и тем более превосходящие их. Основная причина несоответствия декларируемого и реального кроется в отсутствии документов стратегического характера, нацеленных на достиже-

ние технологической независимости от иностранных технологий в области ИИ, что по сути дела означает недостаточность существующего уровня самостоятельности в этих технологиях.

Причина возникновения юридической ответственности при использовании технологий ИИ – отсутствие гарантий безошибочности результата. Согласно Отчёту, нормативно-правовое регулирование ИИ (с. 11–15) определяет Стратегия развития ИИ, предусматривающая создание системы регулирования возникающих в связи с этим отношений (с. 12), включая юридическую ответственность при использовании ИИ (с. 13). В Отчёте декларируется также необходимость проработки механизмов уголовной и административной ответственности в случае причинения вреда системами ИИ и определения лиц, которые будут нести ответственность за их действия (с. 13). Это, по сути дела, означает неустранимое отсутствие гарантий штатного функционирования систем ИИ, для которых, согласно Стратегии развития ИИ, *"...отсутствует понимание того, как искусственный интеллект достигает результата"*. Использование таких систем ИИ для обеспечения как обороны и безопасности государства, так и здоровья, безопасности граждан представляет угрозу, которая не может быть парирована ни нормативными регламентами (с. 19), ни этическими нормами (с. 20).

Причиной постулирования в Стратегии развития ИИ непознаваемости его действий и связанных с этим угроз является использование зарубежных полуэмпирически построенных искусственных нейронных сетей (ИНС) для создания решений ИИ для промышленности и федеральных органов исполнительной власти. Для этих зарубежных ИНС отсутствуют доказательства их устойчивости и сходимости, что, собственно, и оказывается непосредственной причиной непознаваемости действий, созданных на их основе решений ИИ. Так, в Докладе отмечается, что системы на основе этих решений не способны адаптироваться к небольшим изменениям входных данных, они неустойчивы, что для таких систем характерно катастрофическое забывание (то есть при изучении нейронными сетями новой задачи старые задачи забываются), что нет способов объяснить результаты решения задач в ситуациях с высокой степенью риска.

Однако, несмотря на эти обстоятельства, технологии ИИ на основе зарубежных ИНС уже внедряются в лечебные учреждения. Так, по сообщениям прессы, «учёные Сбера создали систему моделирования и прогнозирования диагнозов "путём адаптации современной нейросетевой архитектуры Transformers" для работы с диагнозами пациентов» [6]. Сообщается также, что "в России всё шире применяются разработанные Сбером AI-серверы: компьютерное зрение для расшифровки медицинских изображений (КТ, рентген, маммография), автоматическое заполнение врачебной документации (из голоса в текст), диагностика заболеваний и другие".

По информации в прессе, датированной 9 февраля 2024 г., «диагнозы в поликлиниках теперь будут ставить не только врачи, но и искусственный интеллект... К октябрю во всех взрослых поликлиниках Москвы планируют ввести систему "Аида" – цифрового ассистента-диагноста на базе ИИ. Разрабатывали его специалисты Сбера и правительства Москвы. Сервис обучался на записях 30 млн визитов пациентов за два года... Разработчики уверены в надёжности системы. На стадии тестов сервис с точностью 87% определял 95 наиболее распространённых диагнозов» [7].

В связи с этим необходимо отметить, что результаты тестирования могут указать только на наличие ошибок, но не на их отсутствие, к тому же при 15 млн визитов пациентов в год 13% ошибок "Аиды" означают около 2 млн ошибочных диагнозов, что почти в 30 раз больше, чем 70 тыс. врачебных ошибок в год, по данным Минздрава. Поэтому для исключения возможных юридических последствий с непознаваемостью зарубежной архитектуры Transformers реализация планов, по сути дела, массового внедрения системы "Аида" в лечебных учреждениях должна быть обусловлена обеспечением математического обоснования её функционирования и замещением нейросетевой архитектуры Transformers отечественным аналогом.

Искусственный интеллект окажет существенное влияние на экономический рост в мире[1], в том числе и на экономический рост промышленности России, для чего необходимо ориентировать задачи п. 24 Стратегии прежде всего на существенное увеличение уровня внедрения технологий ИИ в промышленность путём достижения результатов, не достигнутых в 2019–2023 гг., решить проблемы с подтверждением экономического эффекта от внедрения ИИ-решений, а также отказаться от использования зарубежных ИНС, не обеспечивающих безошибочности результата. Для этого необходимо уточнить определение технологий ИИ следующим образом.

Технологии ИИ – *это технологии компьютерного моделирования интеллектуальной деятельности человека при решении конкретных классов практических задач в различных областях человеческой деятельности*. Обоснование разработки и применения таких технологий ИИ для решения данного класса задач определяется сравнительной оценкой стоимости их решения на основе технологии ИИ и существующих технологий. Для технологий ИИ должно быть обеспечено теоретическое обоснование адекватности решаемой задаче, реализуемости, понимаемости и устойчивости используемых методов и алгоритмов.

[1] О внесении изменений в Указ Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 "О развитии ИИ в РФ" и в Национальную стратегию.

В соответствии с этим определением необходимо в рамках Стратегии разработать подпрограмму создания отечественных технологий ИИ для практических задач (промышленности, федеральных органов исполнительной власти, образования, медицины и других сфер), решение которых более эффективно (с точки зрения финансовых и временны́х затрат на получение результата) на основе технологий ИИ, чем на основе технологий существующих.

Для формирования такой подпрограммы необходимо предпринять следующие меры.

• Подвести итоги реализации Стратегии-2024. В частности, проанализировать основные результаты и проблемы применения технологий ИИ, основанных на искусственных нейронных сетях (ИНС) зарубежных компаний при решении практических задач российских промышленности, федеральных органов исполнительной власти, образования, медицины и т.д. Сформулировать перечень нерешённых практических задач и проблемных вопросов, которые необходимо решить в краткосрочной перспективе 3–5 лет.

• Сформировать перечень практических задач для достижения основной цели, а также сформулировать теоретическое обоснование существования необходимых для этого решений ИИ, адекватности их практическим задачам, реализуемости, устойчивости моделей и алгоритмов.

• Определить перечень отечественных технологий ИИ, необходимых для достижения основных целей подпрограммы, включая прогнозируемый экономический эффект от их внедрения. Основное требование к этим технологиям – реализация на основе отечественных искусственных нейронных сетей, для которых имеется доказательство сходимости и устойчивости.

• Сформировать технические задания и планы реализации отечественных решений ИИ, адекватных требованиям практических задач из перечня практических задач, а также технических заданий и планов реализации отечественных ИНС, адекватных требованиям к отечественным решениям ИИ.

• Подготовить итоговый отчёт о реализации подпрограммы, включающий основные результаты, в том числе полученный экономический эффект, а также нерешённые практические задачи и проблемные вопросы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Тихонов А.Н., Арсенин В.Я.* Методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1986.

   Tikhonov A.N., Arsenin V.Ya. Methods of solving incorrect problems. M.: Nauka, 1986.

2. *Бетелин В.Б.* О проблеме доверия к технологиям искусственного интеллекта // Успехи кибернетики. 2021. № 2 (3). С. 6–7. DOI: 10.51790/2712-9942-2021-2-3-1.

   Betelin V.B. About the problem of trust in artificial intelligence technologies // Successes of cybernetics. 2021. № 2(3). P. 6–7.

3. Федеральный центр прикладного развития искусственного интеллекта. Аналитический отчёт о потребностях в области искусственного интеллекта и опыте использования технологий искусственного интеллекта промышленными предприятиями и органами государственной власти. ФЦПР ИИ 2023. (В печати.)

   Federal Center for the Applied Development of Artificial Intelligence. An analytical report on the needs in the field of artificial intelligence and the Federal experience of using artificial intelligence technologies by industrial enterprises and public authorities. Federal Target Program II 2023. (In print.)

4. Серия “Источники новых индустрий”. Вып. 3. Искусственный интеллект в промышленности. 2022. https://spb.energy/treki/analiticheskie-issledovaniya/

   The series “Sources of new industries”. Is. 3. Artificial intelligence in industry. 2022. https://spb.energy/treki/analiticheskie-issledovaniya/

5. *Бетелин В.Б.* В России планируют приступить к тестированию беспилотных грузовиков // Аргументы недели. 2022. № 1 (796). 12–18 января. https://argumenti.ru/science/2022/01/754576

   Betelin V.B. Russia plans to start testing unmanned trucks // Arguments of the Week. 2022. № 1(796). January 12–18. https://argumenti.ru/science/2022/01/754576

6. Учёные Сбера создали систему моделирования и прогнозирования диагнозов. 22.11.2023. https://lenta.ru/news/2023/11/22/modelirovaniya/

   Sberbank scientists have created a system of modeling and forecasting diagnoses. 22.11.2023. https://lenta.ru/news/2023/11/22/modelirovaniya/

7. Диагнозы в поликлиниках теперь будут ставить не только врачи, но и Искусственный интеллект. Цифровой ассистент будет предлагать свои версии на основе медицинской истории. В будущем он научится распознавать даже редкие болезни. 09.02.2024. https://achbd.media/a/aida-ai-helper

   Diagnoses in polyclinics will now be made not only by doctors, but also by Artificial intelligence. The digital assistant will offer its own versions based on medical history. In the future, he will learn to recognize even rare diseases. 09.02.2024. https://achbd.media/a/aida-ai-helper

SCIENTIFIC PROBLEMS OF ENSURING TECHNOLOGICAL SOVEREIGNTY IN THE FIELD OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES

V.B. Betelin[a,*]

[a] *Federal Scientific Center "Scientific Research Institute for Systems Research of the Russian Academy of Sciences", Moscow, Russia*
**E-mail: betelin@niisi.msk.ru*

The article discusses the scientific problems of ensuring technological sovereignty in the field of artificial intelligence technologies. One of the key scientific problems is computer modeling of human cognitive functions with finite resources, which provide the ability to process and analyze finite–dimensional and infinite-dimensional data along with finite-dimensional ones. A well–known solution to this problem is the A.N. Tikhonov regularization method, due to the high complexity and cost of implementation of which, less complex and expensive empirically constructed foreign INS are used to build AI solutions, but without guarantees of error-free results. The consequence of this is a rather low level of implementation of AI solutions in industry and in the field of information technology and a practical lack of data on the economic effect. It is proposed to consider the economic efficiency of domestic AI solutions as the main criterion for the need for their development.

Keywords: technological sovereignty, artificial intelligence technologies, human cognitive functions, finite-dimensional and infinite-dimensional data, regularization method, empirically constructed INS, economic efficiency of AI solutions.

ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, 2024, том 94, № 7, с. 635–645

К 300-ЛЕТИЮ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

АКАДЕМИЧЕСКИЕ ДИПЛОМЫ XVIII ВЕКА

© 2024 г. И.М. Щедрова[a,*]

[a]Санкт-Петербургский филиал Архива РАН, Санкт-Петербург, Россия

*E-mail: schedrova@bk.ru

Поступила в редакцию 20.06.2024 г.
После доработки 26.06.2024 г.
Принята к публикации 15.07.2024 г.

Статья подготовлена на основе доклада, представленного 12 марта 2024 г. на Международной конференции Санкт-Петербургского филиала Архива РАН “Миллеровские чтения – 2024”. По материалам, хранящимся в СПбФ АРАН, восстановлена история диплома Петербургской академии наук – официального документа, подтверждающего членство в академии. Установлены внешний вид первых академических дипломов (а также его изменения в течение 1735–1765 гг.), время и периодичность их изготовления и вручения, категории дипломантов, которые были им награждены.

Ключевые слова: Академия наук, академический диплом, почётный член Академии наук, академик, корреспондент.

DOI: 10.31857/S0869587324070042, **EDN:** FMPHPM

В 2024 г. Российская академия наук празднует свой 300-летний юбилей. В связи с этим сотрудники Санкт-Петербургского филиала Архива РАН (СПбФ АРАН) подготовили выставку академических дипломов XVIII–XX вв. из фондов и коллекций (разрядов). Академический диплом, удостоверяющий присуждение учёного звания, занимает особое место среди официальных документов Академии наук, привлекая внимание не только в историческом плане, но и с художественной точки зрения. В СПбФ АРАН хранится более 20 дипломов XVIII–XX вв. – оригиналов, отпусков и черновых вариантов.

Традиция вручения дипломов, в первую очередь иностранным почётным членам, возникла в Петербургской академии наук в середине 1730-х годов. В “Проекте Положения об учреждении Академии наук и художеств”, одобренном на заседании Правительствующего сената 22 января 1724 г., категория почётных членов отсутствовала [1, с. 47–56]. Согласно проекту, научный штат академии включал 11 профессоров, распределённых по трём классам: математическому, физическому и гуманитарному. Каждому из них полагалось иметь двоих студентов по его специальности с установленным жалованьем [1, с. 54]. Уже в марте 1725 г. императрица Екатерина I учредила звание иностранного почётного члена Академии наук. В журнале академии сохранилась запись от 19 марта 1725 г. о том, что звание почётного члена (membri honoraria) предложено немецкому математику и физику профессору Х. Вольфу (1679–1754), принимавшему активное участие в подборе научных кадров среди европейских учёных для только открывшейся в Петербурге Академии наук. Ему была назначена ежегодная пенсия в размере 300 руб., чтобы он “соблюдал интересы академии в Германии” [2, л. 59 об.; 3, № 195, с. 99–100]. Учреждение звания почётного члена с материальным обеспечением позволило значительно расширить научные связи с ведущими европейскими учёными, что в свою очередь способствовало повышению международного престижа Петербургской академии наук. В том же 1725 г. иностранными почётными членами были утверждены швейцарский математик И. Бернулли-старший (1667–1748), итальянский медик П.-А. Микелотти (1673–1740) и итальянский астроном Д. де Полени

ЩЕДРОВА Ирина Михайловна – заместитель директора СПбФ АРАН по обеспечению сохранности фондов.

(1683–1761). О присвоении звания Академия наук извещала письмами-уведомлениями.

Отметим, что ни в протоколах заседаний Конференции Императорской академии наук, ни в делопроизводственных бумагах первых восьми лет её деятельности сведений об изготовлении академических дипломов нет. Впервые эта информация встречается в протоколе заседания от 11 февраля 1734 г.: академик Г.З. Байер (1694–1738) сообщил присутствующим о получении письма от кёнигсбергского историка и теолога, члена Прусской академии наук М. Лилиенталя (1686–1750), в котором тот благодарил президента Академии наук Г.К. Кейзерлинга (1696–1765 гг.; президент в 1733–1734 гг.) и её членов за присвоение ему звания и диплом [4, с. 87; 5, с. 137]. Лилиенталь был назначен иностранным почётным членом академии 26 октября 1733 г. [4, с. 71; 5, с. 133]. Записей о том, как выглядел диплом и кому было поручено его изготовить, среди архивных материалов пока не обнаружено. Можно предположить, что это был рукописный, так сказать, предварительный вариант. О том, что впоследствии академия намеревалась изготовить оригинальный диплом по новому образцу, говорит обсуждение этого вопроса, зафиксированное в протоколах заседаний от 15 февраля 1734 г. и 19 декабря 1740 г. [4, с. 91, 645, 646; 5, с. 137, 249]. В 1746 г. по просьбе назначенного на пост президента академии К.Г. Разумовского (1728–1803 гг.; президент в 1746–1798 гг.) был составлен список академиков и почётных членов, получивших дипломы в 1734–1746 гг. [6, л. 3–4]. Лилиенталь числится в нём первым номером с пометой, что диплом ему был вручён в 1734 г., но без серебряного капселя (ковчега или коробки с академической печатью внутри), то есть он отличался от дипломов образца 1735 г.

В апреле 1734 г., когда Г.К. Кейзерлинг, ещё формально сохраняя за собой пост президента, находился в качестве посланника Императорского двора в Польше, на заседании Конференции Академии наук был поднят вопрос о необходимости изготовить и послать ему на подпись дипломы для назначенных в 1734 г. иностранных членов: президента Лондонского королевского общества Г. Слоана (1660–1753) и итальянского анатома и врача Дж. Морганьи (1682–1771), выдвинутого в почётные члены ещё президентом Л.Л. Блюментростом (1692–1755 гг.; президент в 1725–1733 гг.) [4, с. 105–106; 5, с. 139]. Однако до сентября 1734 г., то есть вступления в должность президента И.А. Корфа (1697–1766 гг.; президент в 1734–1740 гг.), к вопросу о дипломах не возвращались. На заседании 22 ноября 1734 г. Корф сообщил о назначении иностранными членами академии врача и естествоиспытателя из Галле Ф. Гофмана (1660–1742), упомянутого ранее итальянского врача Дж. Морганьи, а также физика, математика и астронома, члена Парижской академии наук Ж.Ж. де Мерана (1678–1771). Конференц-секретарю Х. Гольдбаху (1690–1764) поручили подготовить письма-уведомления и проект академического диплома [4, с. 119; 5, с. 144], что было исполнено уже к 25 ноября. Вероятно, в эти же дни было принято решение изготовить и послать дипломы всем почётным членам, принятым в состав Петербургской академии наук с момента её основания. На заседании 2 декабря 1734 г. Гольдбах представил письма-уведомления для ещё семи почётных членов: Х. Вольфа, И. Бернулли-старшего, Д. де Полени, П.-А. Микелотти (назначены в 1725 г.), Г.Б. Бюльфингера (1693–1750 гг., профессор логики и метафизики с 1725 г., профессор экспериментальной и теоретической физики в 1726–1730 гг., иностранный почётный член с 1731 г.), Д. Бернулли (1700–1782 гг., профессор физиологии с 1725 г., математики – с 1727 г., иностранный почётный член с 1733 г.) и Г. Слоана (иностранный почётный член с 1734 г.) [4, с 123; 5, с. 145].

Разработка и изготовление первой партии академических дипломов заняла почти 11 месяцев (с декабря 1734 г. по октябрь 1735 г.). Полученную форму диплома Х. Гольдбах представил на заседании Конференции 23 декабря 1734 г. Президент одобрил её и приказал доставить в академию 12 листов пергамена [4, с 132; 5, с. 147]. Одновременно, с 13 по 21 декабря, участники Конференции обсуждали проект и высказывали замечания касательно новой академической печати [4, с. 126, 130; 5, с. 146, 147]. Её рисунок был поручен профессору юриспруденции и знатоку геральдики И.С. Бекенштейну (1684–1742) 25 ноября 1734 г. [4, с. 121; 5, с. 145]. До этого использовалась стандартная печать коллегий с двуглавым государственным орлом и надписью по кругу: “Печать Академии наук” [7, с. 39]. И.А. Корф выбрал один из проектов, предложив заменить в надписи одно слово: “sic” на “hic” (Hic tuta perennate – здесь [в России] наука пребывает под надёжной защитой) [8, с. 249]. 13 февраля 1735 г. императрица Анна Иоанновна утвердила эскиз [4, с. 155; 5, с. 152], а 17 марта готовая печать была доставлена в академию и передана в Конференц-архив (рис. 1) [4, с. 174; 5, с. 155].

31 января 1735 г. нотариус Конференции Х. Тидеман сообщил, что 12 листов пергамена для будущих дипломов уже доставлены в академию. В связи с этим Х. Гольдбах обещал поторопиться с заказом на изготовление специальных капселей (ковчегов) для воско-мастичных печатей у опытного токаря по дереву, а также с приглашением для написания текста дипломов некоего камер-музыканта Придворного оркестра Риделя, который славился в Петербурге своим мастерством в этом деле [4, с. 146]. Получается, изначально капсели для запечатывания дипломов академической печатью планировалось изготавливать из дерева, а сами документы писать от руки. 4 февраля 1735 г. Риделю были переданы первые три листа пергамена для напи-

Рис. 1. Эскиз академической печати (пергамен, кроющие краски) (*а*), большая академическая печать (*б*) и мастичный оттиск с неё (*в*), 1735 г. [9, л. 6; 10, л. 1, 2]

сания дипломов [4, с. 148], но уже через три дня, 7 февраля, И.А. Корф принял решение вернуть их в академию, а бланк гравировать на меди. Академическому гравёру Г.И. Унферцагту (1701–1767) было поручено написать и изготовить несколько гравированных вариантов диплома [4, с. 151]. 10 февраля в канцелярию академии поступил выполненный пером образец. После внесения исправлений он был возвращён гравёру для доработки через советника канцелярии И.Д. Шумахера (1690–1761) [4, с. 153]. Первый оттиск со свежеизготовленной медной доски, сделанный на бумаге, был продемонстрирован членам Конференции 21 февраля [4, с. 157]. Чуть ранее, 17 февраля, решался вопрос о материале для изготовления капселей для запечатывания дипломов (дерево или серебро). Шумахеру поручили заказать на пробу один образец из серебра, в том числе для выяснения его стоимости [4, с. 155].

В последней декаде февраля 1735 г. начался длительный процесс обсуждения, внесения изменений, исправлений и утверждения бланка диплома, растянувшийся почти на три месяца. Имена и звания будущих дипломантов предполагалось вносить в бланк вручную чернилами. Пробные экземпляры, судя по записям в протоколах Конференции, изготавливались на бумаге [4, с. 173, 179, 180, 184, 204, 205]. 9 июня 1735 г. форма диплома была окончательно утверждена, и гравёру Г.И. Унферцагту приказали приступить к изготовлению 10 оригинальных бланков. Внесение в дипломы имён и званий осуществлялось под контролем нотариуса Х. Тидемана [4, с. 205, 206]. 12 июня все готовые дипломы были доставлены в Конференцию. В тот же день из канцелярии сообщили о получении 30 серебряных капселей для запечатывания дипломов [4, с. 207], за которые академия заплатила “иноземцу серебренику” П. Дому 360 руб. [11, л. 166]. 23 июня в канцелярию поступило распоряжение предоставить шнур, воск и пресс для завершения работы над дипломами [4, с. 211].

26 июня, 4 и 15 июля 1735 г. члены Конференции осмотрели образец серебряного капселя, обсудили необходимую длину шнура и “опробировали” полностью готовый экземпляр диплома [4, с. 211, 214, 217]. 18 октября 1735 г. подписанные президентом И.А. Корфом академические дипломы были отправлены 10 иностранным почётным членам через Петербургскую почтовую экспедицию [4, с. 227].

Из первой партии академических дипломов в СПбФ АРАН в материалах Конференц-архива сохранился отпуск диплома немецкого учёного Х. Вольфа. Он представляет собой гравированный оттиск на листе бумаги с рукописными чернильными вставками на латинском языке, размером 260 × 425 мм, датированный 1 июня 1735 г. [12, л. 1]. Приведём текст диплома в переводе Е.Ю. Басаргиной: “По Указу всепресветлейшей, державнейшей государыни императрицы Анны, самодержицы всероссийской, я, Иоганн Альбрехт Корф, действительный тайный советник Её императорского величества, властью, данной мне государыней, подтверждаю этим официальным дипломом, что Христиан Вольф, придворный советник державнейшего короля шведов, князя гессенского, уже прежде [в 1725 г.] общим решением всей Петербургской академии был объявлен членом этого сообщества, и наделяю его правами и привилегиями, предоставленными нашему сословию благоволением государей, в Петербурге 1 июня 1735 г.” (рис. 2) [13, с. 46].

Со времени изготовления первых 10 дипломов сохранились один из пробных рукописных вариантов на имя итальянского анатома Дж. Морганьи, утверждённого в звании 22 ноября 1734 г., и отдельные листы с черновыми вариантами написания имён и званий дипломантов 1735 г. [14, л. 20, 23, 24, 42]. В последующие годы, вплоть до ухода в отставку И.А. Корфа в апреле 1740 г., дипломы иностранным членам Академии наук подписывались и отправлялись по мере назначения. За этот период звания иностранного почётного члена удостоились ещё пять учёных: в 1737 г. – историк из Данцига Г. Ленгних (1689–1774), голландский писатель Ж. Руссе де Мисси (1686–1762), французский есте-

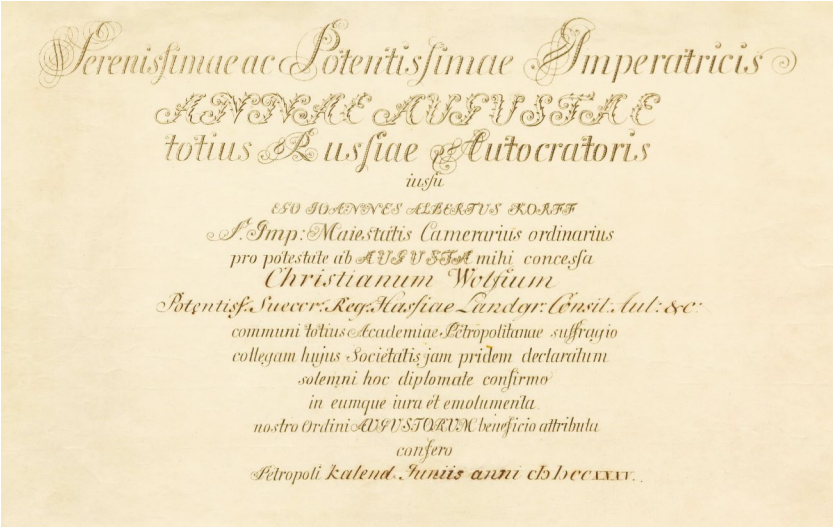

Serenissimae ac Potentissimae Imperatricis
ANNAE AUGUSTAE
totius Russiae Autocratoris
iussu
EGO IOANNES ALBERTUS KORFF
S. Imp: Maiestatis Camerarius ordinarius
pro potestate ab AUGUSTA mihi concessa
Christianum Wolfium
Potentiss. Succcr: Reg: Russiae Landgr: Consil. Aul: &c:
communi totius Academiae Petropolitanae suffragio
collegam hujus Societatis jam pridem declaratum
solemni hoc diplomate confirmo
in eumque iura et emolumenta
nostro Ordini AUGUSTORUM beneficio attributa
confero
Petropoli kalend. Iunii anni ch Iccxxxv.

Рис. 2. Диплом Х. Вольфа от 1 июня 1735 г., подтверждающий его членство в Петербургской академии наук [12, л. 1]

ствоиспытатель и физик Р.-А. Реомюр (1683–1757); в 1738 г. – французский астроном П.-Л. Мопертюи де Моро (1698–1759), французский астроном и ботаник А. Гобиль (1689–1759), служивший во французской миссии в Пекине [4, с. 369, 377, 404, 496, 540; 5, с. 190–192, 218, 228].

Чтобы избежать задержек при изготовлении дипломов, материалы для них заготавливались заранее. Так, в феврале 1736 г. И.А. Корф приказал изготовить 20 шнуров с золотой нитью и кистями к уже имеющимся в Конференц-архиве 20 капселям, которые 11 мая были доставлены в академию [4, с. 251, 252, 268; 5, с. 167]. В сентябре того же года в архив были переданы 16 готовых гравированных бланков на листах пергамена [4, с. 308]. Среди бумаг Конференц-архива сохранились отдельные листы с вариантами написания имён и званий дипломантов, а также с датами утверждения их в звании [14, л. 1 об., 33, 38–40 об., 43–46, 48].

5 апреля 1740 г., в последний день своего присутствия на заседании Конференции перед отправкой посланником в Данию, президент И.А. Корф произнёс прощальную речь и подписал 20 дипломов [4, с. 604; 5, с. 239]. В протоколе не указано, кому они предназначались. Список дипломантов удалось установить по нескольким сохранившимся документам, датированным 1738–1746 гг. [6, л. 1–4; 14, л. 3–7 об., 9, 9 об., 16–18, 25]. В него вошли все на тот момент 12 ординарных профессоров Петербургской академии наук: профессор математики (с 1725 г.), конференц-секретарь (1734–1742) Х. Гольдбах; профессор анатомии (1725) И.Г. Дювернуа (1691–1759); профессор астрономии (1725) Ж.-Н. Делиль (1688–1768); профессор истории (1730) Г.Ф. Миллер (1705–1783); профессор математики и физики (1731) Г.В. Крафт; доктор медицины, профессор физиологии (1731) И. Вейтбрехт (1702–1747); профессор химии (1731) И.Г. Гмелин (1709–1755); профессор ботаники и натуральной истории (1733) И. Амман (1707–1741); профессор высшей математики (1733) Л. Эйлер (1707–1783); профессор астрономии (1735) Х. Винсгейм (1694–1751); профессор красноречия (элоквеции) и поэзии (1737) Я.Я. Штелин (1709–1785); профессор юриспруденции (1738) Ф.Г. Штрубе де Пирмонт (1704–1775); четыре экстраординарных профессора: экстраординарный профессор астрономии (1727) Л. Делиль де ла Кройер (1690–1741); экстраординарный профессор новой истории (1735) и французского языка (1737) П.Л. Леруа (1699–1774); экстраординарный профессор астрономии (1736) Г. Гейнзиус (1709–1769); экстраординарный профессор по анатомии (1736) И.Х. Вильде (даты рождения и смерти неизвестны); три иностранных почётных члена: профессор нравоучительной философии (1725), иностранный почётный член (1732) Х.Ф. Гросс (?–1742); профессор юриспруденции (1725), иностранный почётный член (1738) И.Г. Бекенштейн; профессор политики, морали и красноречия (элоквеции, 1734 г.), иностранный почётный член (1737) Г.Ф.В. Юнкер (1703–1746), а также советник канцелярии и библиотекарь И.Д. Шумахер.

В архиве хранятся три оригинальных диплома профессоров Л. Эйлера [15, л. 1], Л. Делиля де ла Кройера [16, л. 1] и Х.Ф. Гросса [16, л. 2], подписанные президентом И.А. Корфом и датированные 28 марта 1740 г. Все они представляют собой гравированные оттиски на листах пергамена приблизительно одинакового размера – 260 × 420 мм. Текст бланка на латинском языке идентичен тексту диплома Х. Вольфа. Имена, звания и дата подписания внесены от руки чернилами. На нижней части листов отчётливо видны следы горизонтальных сгибов (так называемая плика). На плике сквозь специально

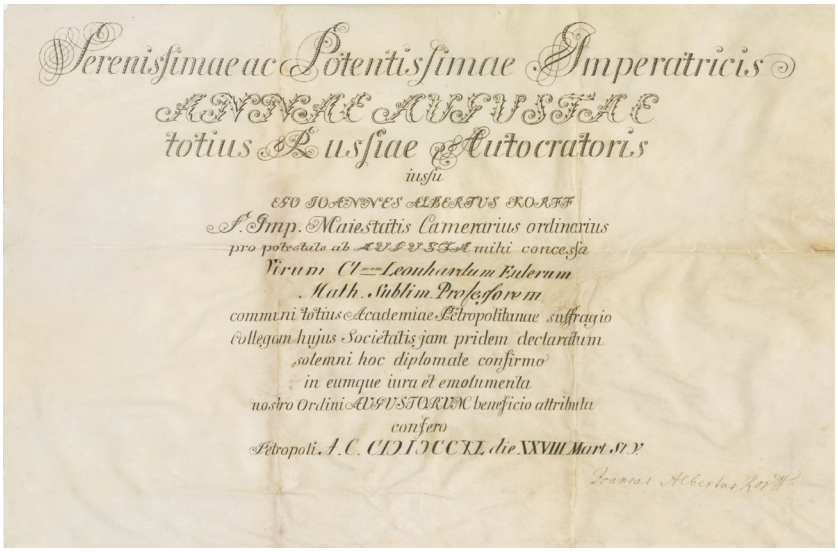

Serenissimae ac Potentissimae Imperatricis
ANNAE AUGUSTAE
totius Russiae Autocratoris
iussu
EGO IOANNES ALBERTUS KORFF
S. Imp. Maiestatis Camerarius ordinarius
pro potestate ab AUGUSTA mihi concessa
Virum Cl.mum Leonhardum Euler.um
Math. Sublim. Professorem
communi totius Academiae Petropolitanae suffragio
collegam hujus Societatis jam pridem declaratum
solemni hoc diplomate confirmo
in eumque iura et emolumenta
nostro Ordini AUGUSTORUM beneficio attributa
confero
Petropoli. A. C. CIDIOCCXL die XXVIII Mart. St. V.
Joannes Albertus Korff.

Рис. 3. Диплом Л. Эйлера от 28 марта 1740 г., подтверждающий его членство в Петербургской академии наук [15, л. 1]

проделанные отверстия вплетался шнур, на котором крепился круглый серебряный капсель с академической печатью внутри, запечатывающей диплом. Диплом Л. Эйлера поступил в СПбФ АРАН летом 2023 г. в дар от его потомков, ныне проживающих в Челябинске. На плике присутствуют следы проколов, что свидетельствует о том, что изначально к нему был прикреплён капсель с печатью, однако в наличии его не оказалось (рис. 3).

На плике диплома Л. Делиля де ла Кройера отсутствуют следы проколов для шнура. Дело в том, что дипломы вручались учёным сразу после их подписания в апреле 1740 г. В то время три профессора академии – Г.Ф. Миллер, И.Г. Гмелин и Л. Делиль де ла Кройер – находились в Сибири в качестве участников академического отряда Второй Камчатской (Великой Северной) экспедиции. Их дипломы хранились в Конференц-архиве, вероятно, без привешенных капселей с печатью. Судя по документам, Миллер и Гмелин по возвращении в Санкт-Петербург получили свои дипломы в мае 1743 г. из архива [4, с. 737; 5, с. 290]. Делиль де ла Кройер умер на Камчатке в 1741 г., поэтому его диплом остался храниться в Конференц-архиве без капселя (рис. 4).

Диплом Х.Ф. Гросса поступил в Конференц-архив из архива Государственной коллегии иностранных дел в августе 1747 г. (рис. 5). Он был обнаружен среди бумаг покойного А.И. Остермана

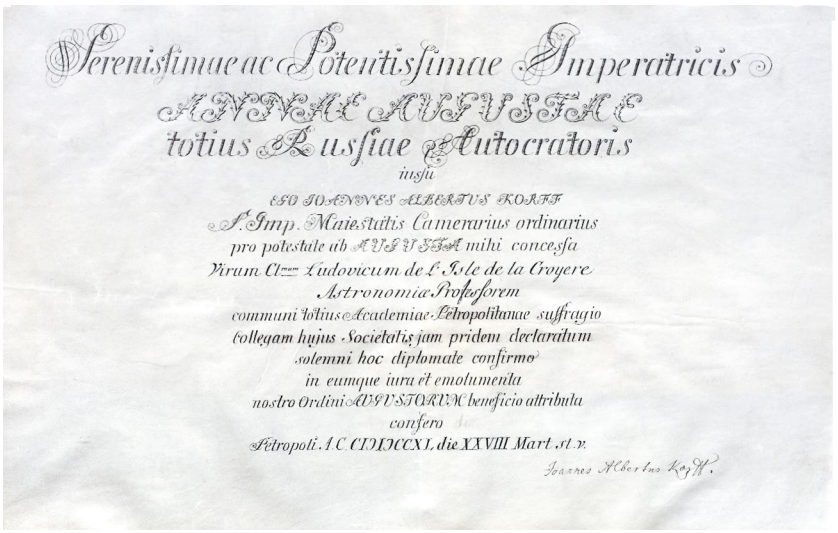

Serenissimae ac Potentissimae Imperatricis
ANNAE AUGUSTAE
totius Russiae Autocratoris
iussu
EGO IOANNES ALBERTUS KORFF
S. Imp. Maiestatis Camerarius ordinarius
pro potestate ab AUGUSTA mihi concessa
Virum Cl.mum Ludovicum de L'Isle de la Croyere
Astronomiae Professorem
communi totius Academiae Petropolitanae suffragio
collegam hujus Societatis jam pridem declaratum
solemni hoc diplomate confirmo
in eumque iura et emolumenta
nostro Ordini AUGUSTORUM beneficio attributa
confero
Petropoli. A. C. CIDIOCCXL die XXVIII Mart. St. V.
Joannes Albertus Korff.

Рис. 4. Диплом Л. Делиля де ла Кройера от 28 марта 1740 г., подтверждающий его членство в Петербургской академии наук [16, л. 1]

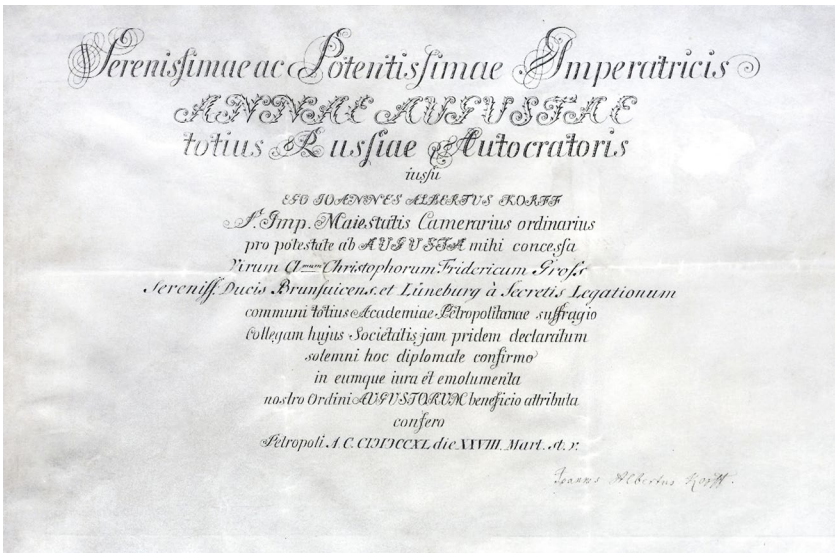

Serenissimae ac Potentissimae Imperatricis
ANNAE AUGUSTAE
totius Russiae Autocratoris
iussu
EGO IOANNES ALBERTUS KORFF
S. Imp. Maiestatis Camerarius ordinarius
pro potestate ab AUGUSTA mihi concessa
Virum Amm. Christophorum Fridericum Gross
Sereniss. Ducis Brunsuicens. et Luneburg à Secretis Legationum
communi totius Academiae Petropolitanae suffragio
collegam huius Societatis jam pridem declaratum
solemni hoc diplomate confirmo
in eumque iura et emolumenta
nostro Ordini AUGUSTORUM beneficio attributa
confero
Petropoli. A. C. CIƆIƆCCXL. die XVIII. Mart. st. v.

Рис. 5. Диплом Х.Ф. Гросса от 28 марта 1740 г., подтверждающий его членство в Петербургской академии наук [16, л. 2]

(1686–1747), фактически руководившего внешней политикой России в 1720–1730-е годы, но в 1741 г. попавшего в опалу и скончавшегося в ссылке в Берёзове в мае 1747 г. В отношении из Архива Коллегии иностранных дел в канцелярию Академии наук сообщалось, что среди бумаг Остермана хранится “патент”, выданный Академией наук профессору Х.Ф. Гроссу, “писаный по латыни с привешенной печатью в серебряном ковчеге” [17, л. 119]. В целости и сохранности диплом был передан на хранение в Конференц-архив с резолюцией – хранить его до последующих распоряжений. В настоящее время на его плике присутствуют следы проколов для шнура и прорези, то есть капсель с печатью и шнуром были срезаны уже после передачи диплома в Конференц-архив. Под текстом отношения из Коллегии иностранных дел есть приписка без подписи и указания даты: “Оной капсель привязан к диплому лейбмедикуса Санчеса; который учинён почётным членом, о котором капселе в той определении упомянуто”. А.Р. Санчес (1699–1782) – португальский медик, второй лейб-медик Императорского двора в 1740–1747 гг., был назначен почётным членом Академии наук 1 сентября 1747 г. [18, с. 301], диплом выписан 12 сентября [17, л. 115 об. – 116]. Следовательно, капсель был срезан с диплома Х.Ф. Гросса буквально через пару недель после передачи его в Конференц-архив.

При президенте К. Бреверне (1704–1744), который возглавлял академию с апреля 1740 г. по апрель 1741 г., было изготовлено ещё три диплома: немецкому медику (1739) И.Г. Шульце (1687–1744), немецкому математику (1740) И.Г. Доппельмайеру (1677–1750) и французскому историку (1740) И.Д. Шёпфлину (1694–1771). Доппельмайер и Шёпфлин были назначены почётными членами 19 декабря 1740 г. [4, с. 645; 5, с. 249]. К тому времени, в связи со смертью императрицы Анны Иоанновны, устарел действующий бланк академического диплома. Обдумывая его новую форму, советник канцелярии И.Д. Шумахер 30 декабря 1740 г. обратился за советом к членам Конференции. 12 января 1741 г. был утверждён новый диплом по рисунку Шумахера, 7 марта он поступил к гравёру Г.И. Унферцагту, а 19 марта бланк был готов [4, с. 647, 649, 663, 666; 5, с. 249, 250, 254].

8 апреля 1741 г. из канцелярии доставили шнуры и капсели для окончательного оформления дипломов. Дипломы получили только И.Г. Доппельмайер и И.Д. Шёпфлин. Диплом Доппельмайеру передал профессор И.Г. Дювернуа, возвращавшийся в июле 1741 г. на родину [4, с. 687; 5, с. 263], а в ноябре 1741 г. академия получила от Доппельмайера благодарственное письмо [4, с. 708; 5, с. 271]. Диплом И.Г. Шульце остался в Конференц-архиве. К сожалению, мы не имеем представления о внешнем виде диплома того периода, поскольку ни черновых бланков, ни самого диплома Шульце среди архивных материалов не обнаружено.

С апреля 1741 г. Академия наук на пять лет осталась без президента, дипломы, соответственно, тоже не выдавались. Их выдача возобновилась в мае 1746 г., когда на пост президента был назначен граф К.Г. Разумовский. По его распоряжению был составлен список профессоров и почётных членов, получивших академические дипломы за весь предыдущий период. Проведена ревизия имеющихся в Конференц-архиве свободных серебряных капселей. Выяснилось, что с момента основания академии дипломы были изготовлены для 40 персон: 23 почётных членов, 16 ординарных и экстра-

ординарных профессоров и советника канцелярии Академии наук. Было изготовлено 42 серебряных капселя [6, л. 1–4]. М. Лилиенталь получил диплом без капселя, Л. Делиль де ла Кройер и И.Г. Шульце умерли, не успев получить дипломы. Следовательно, можно было в короткий срок и без существенных дополнительных затрат изготовить ещё пять дипломов.

23 октября 1746 г. К.Г. Разумовский распорядился подготовить дипломы для следующих почётных членов: немецкого медика (1740) И.Ф. Шрейбера (1705–1760), служившего в Петербурге; голландского медика (1744) А. Каау-Бургаве (1715–1758); французского хирурга (1745) С.-Ф. Морана (1697–1773); французского государственного деятеля (1745) Ж. де Перара (1713–1766); французского писателя и философа (1746) Ф.-М. де Вольтера (1694–1778); итальянского математика и астронома (1746) Д.Д. Маринони (1676–1755). Были заказаны листы пергамена, для шнуров и кистей приобретены красные, зелёные и золотые нити. Из Конференц-архива взяты пять свободных капселей, а дополнительные заказаны у мастера серебряных дел Н. Дома. Его подмастерью М. Махаеву (1717–1770) было приказано написать дипломы на пергамене и затем направить их в канцелярию [17, л. 99–102, 121, 122]. 24 декабря 1746 г. президент подписал готовые дипломы: А. Каау-Бургаве и И.Ф. Шрейбер получили их лично [17, л. 103; 19, л. 167], а остальные были переданы через третьих лиц. В архиве сохранились черновые рукописные варианты всех шести дипломов 1746 г., а также диплом голландского медика А.Р. Санчеса, утверждённого в звании 1 сентября 1747 г., к оригиналу которого был привешен серебряный капсель с диплома Х.Ф. Гросса [17, л. 107 об., 108, 111–114, 116].

26 июня 1747 г. конференц-секретарь Ф.Г. Штрубе де Пирмонт огласил на Учёном собрании протокол канцелярии Академии наук от 20 июня, в котором сообщалось, что впредь издержки на изготовление дипломов для всех членов академии будут возмещаться за счёт самих дипломантов [5, с. 334; 19, с. 176]. 8 июля 1747 г. президент издал указ, в котором, ссылаясь на принятую во всех государственных коллегиях ещё со времён Петра I практику, приказал все расходы на изготовление дипломов и патентов возмещать за счёт вычетов из жалованья профессоров и почётных членов, “дабы без взятия денег никому патенты или дипломы не даны, и в чужие края посланы не были” [17, л. 123, 123 об.].

24 июля 1747 г. императрица Елизавета Петровна утвердила первый академический регламент и штат. Финансирование академии было увеличено вдвое и составило 53298 руб. В эту сумму были заложены средства на чрезвычайные расходы в размере 1480 руб., которые должны были употребляться “для одной только славы и чести Академии Санкт-Петербургской без вычету”. 26 октября 1747 г. последовал императорский указ: изготовление и раздачу дипломов всем академикам и почётным членам “производить без вычета” за счёт суммы на чрезвычайные расходы [17, л. 122, 122 об.].

В апреле 1748 г. Учёному собранию был представлен гравированный образец бланка академического диплома по рисунку М.И. Махаева, изготовленный в типографии Академии наук, который сейчас хранится среди материалов канцелярии [20, л. 176]. В сентябре того же года президент распорядился все дипломы, которые будут преподноситься почётным членам и профессорам, впредь украшать серебряными капселями, “которые золотить червонным золотом из суммы академической. А без золочения оных дипломов ни к кому не посылать и здесь не отдавать”. Кроме того, было приказано изготовить партию позолоченных капселей про запас [21, л. 19].

Первые дипломы ординарным академикам при президенте К.Г. Разумовском были вручены в 1751 г.: профессору физики (с 1741 г.) Г.В. Рихману (1711–1753); профессору красноречия (1745) В.К. Тредиаковскому (1703–1769); профессору химии (1745) М.В. Ломоносову (1711–1765); профессору по истории и древностям (1747) И.Э. Фишеру (1697–1771); профессору философии (1748) И.А. Брауну (1712–1768); профессору механики (1748) Х.Г. Краценштейну (1723–1795); профессору ботаники и натуральной истории (1750) С.П. Крашенинникову (1711–1755); профессорам астрономии (1751) А.Н. Гришову (1726–1760) и Н.И. Попову (1720–1782), а также асессору и унтер-библиотекарю И.И. Тауберту (1717–1771), который был адъюнктом (с 1738 г.), зятем и помощником советника академической канцелярии И.Д. Шумахера [22, л. 171].

Были приобретены листы пергамена, шнуры, бахрома для кистей и золотые нити. У мастера серебряных дел П. Дома заказаны серебряные позолоченные капсели, за каждый из которых академия заплатила по 15 руб. [22, л. 172, 183]. В марте 1751 г. дипломы были готовы и подписаны президентом. В документах канцелярии сохранились подлинные расписки всех десяти дипломантов с указанием даты получения дипломов. Из расписки М.В. Ломоносова: “Сего мая 29 дня от архивариуса [Конференции] Штафенгагена [И.И.] диплом на профессорство за подписанием Светлейшего президента и за академическою печатью в серебряной и позолоченной коробке принял советник Михайло Ломоносов” [22, л. 178].

В академическом архиве хранится оригинальный диплом М.В. Ломоносова на звание профессора химии (1745), подписанный президентом К.Г. Разумовским в марте 1751 г. [23, л. 1]. Он представляет собой гравированный оттиск по рисунку М.И. Махаева на листе пергамена с рукописными вставками (имя, звание и дата подписания) на латинском языке, размером 340 × 450 мм (рис. 6). К нижней части листа привязан красно-зелёный витой шнур с золотой нитью и двумя кистями, пропущенный сквозь серебряный позолоченный капсель диаме-

Рис. 6. Диплом М.В. Ломоносова, подтверждающий его членство в Петербургской академии наук [23, л. 1]

тром 65 мм. Внутри – красная мастичная академическая печать, утверждённая императрицей Анной Иоанновной в 1735 г. На верхней крышке капселя – аллегорическое изображение орла, расправившего крылья над столом с атрибутами научной деятельности: рукописями, книгами, инструментами (рис. 7).

Согласно учётным документам, диплом Ломоносова поступил в Московское отделение Архива АН СССР 15 ноября 1938 г. от его праправнучки Е.Н. Орловой. Оттуда был направлен в Управление делами АН СССР и в начале апреля 1939 г. передан на хранение в Архив АН СССР в Ленинграде. В настоящее время диплом хранится в стеклянном плотно закрывающемся сейфе (ковчеге) с металлическими обкладками. Сейф был изготовлен директором Лаборатории консервации и реставрации документов АН СССР Н.П. Тихоновым в 1939 г. для лучшей сохранности уникального документа перед его отправкой на Всемирную выставку, которая проводилась в Нью-Йорке (США) с апреля 1939 г. по октябрь 1940 г. Для предотвращения образования плесени внутрь сейфа были введены пары тимола [24, л. 16–21, 21а].

Рис. 7. Мастичная академическая печать в круглом серебряном позолоченном капселе на дипломе М.В. Ломоносова, фрагмент [23, л. 1]

Летом 1750 г. императрица Елизавета Петровна назначила графа К.Г. Разумовского гетманом Малороссии. К концу мая 1751 г., когда академики получали свои дипломы, Разумовский готовился к длительной поездке на юг. Понимая, что покидает столицу на длительный срок и не сможет совмещать свою новую должность с работой в Академии наук, он просил либо об отставке, либо о назначении ему в помощь вице-президента [25, с. 70]. Однако реакции со стороны императрицы не последовало. В конце июня Разумовский был торжественно встречен в Глухове, а жизнь академии пошла своим чередом.

Весной 1754 г. К.Г. Разумовский вернулся в Петербург и задержался в столице на три года. Летом 1754 г., согласно докладу конференц-секретаря Г.Ф. Миллера, академическим художником М.И. Махаевым были написаны на пергамене, скреплены академическими печатями в позолоченных капселях и подписаны президентом дипломы почётным членам, утверждённым в звании в 1754 г.: голландскому анатому Б.З. Альбинусу (1697–1770); английскому астроному Д. Брадлею (1693–1762); австрийскому медику и физику барону Г. Ван-Свитену (1700–1772); голландскому медику И.Д. Гаубиусу (1705–1780); немецкому математику и естествоиспытателю И.А. фон Зегнеру (1704–1777); французскому математику А.-К. Клеро (1713–1765); французскому математику и геодезисту Ш.-М. де ла Кондамину (1701–1774); шведскому естествоиспытателю-ботанику К. Линнею (1707–1778); голландскому физику и математику П. ван Мушенброку (1692–1761); английскому ботанику Г. Сибторпу (1713–1797); лейб-медику, директору Петербургской медицинской канцелярии П.З. Кондаиди (1710–1760) [5, с. 420; 19, с. 310, 311; 26, л. 344–358].

В январе 1759 г. по ходатайству Я.Я. Штелина, И.И. Тауберта и М.В. Ломоносова президент учредил новое звание для членов Академии наук – корреспондент. Первым и единственным на протяжении 17 лет корреспондентом был П.И. Рычков (1712–1777) – историк и естествоиспытатель из Оренбурга, утверждённый в звании 29 января 1759 г. Оригинальный диплом Рычкова на звание корреспондента Академии наук за подписью президента К.Г. Разумовского и конференц-секретаря Г.Ф. Миллера от 18 августа 1759 г. также хранится в академическом архиве (рис. 8) [27, л. 1]. Это гравированный оттиск на листе пергамена с рукописными вставками на латинском языке. К диплому привязана академическая печать в серебряном ковчеге на красно-зелёном шнуре с золотой нитью и кистями. Документ поступил в Архив АН СССР в составе личного фонда П.И. Рычкова из Рукописного отделения Библиотеки АН СССР в 1931 г. [28, л. 4].

Serenissimae ac Potentissimae Imperatricis
ELISABETHAE AUGUSTAE
totius Russiae Autocratoris
iussu
EGO CAROLUS COMES DE RASUMOWSKY
Sacrae Imp. Maiestatis Minoris Russiae ad utramque Borysthenis ripam
ac legionum trans cataractas Hetmanus
Eiusdemque Camerarius ordinarius, Academiae Imp. Scientiarum Praeses
multum praetorianorum Ismaelowensium Protribunus
ordinumque S. Andreae, Aquilae albae, S. Alexandri et S. Annae Eques
pro potestate ab AUGUSTA mihi concessa
Virum Amplissimum, Consiliarium Petrum Ryczkow
in numerum eorum, qui cum Imperiali Scientiarum Academia, sint a commercio litterarum, recipio idque in futurum rei memoriam
Solemni hoc diplomate declaro
spe fretus, fore, ut Academia et bonae artes a commercio litterarum cum ipso viro Ampl. habendo
utilitatem non vulgarem sint adeptuae.
Petropoli, A.C. MDCCLIX. die XVII Augusti.
Comes Carolus Rasumowsky

Рис. 8. Диплом корреспондента Петербургской академии наук П.И. Рычкова от 18 августа 1759 г. [27, л. 1]

Академические дипломы почётным членам и академикам продолжали выдавать вплоть до 1765 г., в непродолжительные периоды пребывания президента К.Г. Разумовского в Петербурге. В апреле 1765 г., после освобождения от должности гетмана Малороссии, Разумовский с сыновьями надолго покинули Россию. Перед отъездом он просил императрицу Екатерину II об увольнении с должности президента академии, но отставки не получил и формально числился президентом до 1798 г., хотя совершенно отошёл от дел [29, с. 104, 105]. С 1766 г. начался новый, 30-летний период в истории Императорской академии наук, когда, при формальном наличии президента, во главе её стояли директора В.Г. Орлов (1743–1831 гг., главный директор в 1766–1774 гг.), А.А. Ржевский (1737–1804 гг., заместитель главного директора в 1771–1773 гг.), С.Г. Домашнев (1743–1795 гг., директор в 1775–1783 гг.), Е.Р. Дашкова (1744–1810 гг., директор в 1783—1796 гг.), П.П. Бакунин (1766–1805 гг., заместитель директора с 1794 г., директор в 1796–1798 гг.). Как развивались история и облик академического диплома в это время мы рассмотрим в следующей части исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Уставы Российской академии наук. 1724–2009. М.: Наука, 2009.

   Charters of the Russian Academy of Sciences, 1724–2009. Moscow: Nauka, 2009. (In Russ.)

2. СПбФ АРАН. Ф. 3. Оп. 1. Д. 583.

   SPbB ARAS. F. 3. Op. 1. D. 583. (In Russ.)

3. Материалы для истории Императорской академии наук. Т. 1: 1716–1730. СПб.: Тип. ИАН, 1885.

   Materials for the history of the Imperial Academy of Sciences. Vol. 1: 1716–1730. St. Petersburg: Printing house of IAS, 1885. (In Russ.)

4. Протоколы заседаний Конференции Императорской академии наук с 1725 по 1803 г. Т. 1: 1725–1743. СПб.: Тип. ИАН, 1897.

   Minutes of meetings of the Imperial Academy of Sciences from 1725 to 1803. Vol. 1: 1725–1743. St. Petersburg: Printing house of IAS, 1897. (In Russ.)

5. Летопись Российской академии наук. Т. 1: 1724–1802. СПб.: Наука, 2000.

   Chronicle of the Russian Academy of Sciences. Vol. 1: 1724—1802. St. Petersburg: Nauka, 2000. (In Russ.)

6. СПбФ АРАН. Ф. 3. Оп. 2. Д. 136.

   SPbB ARAS. F. 3. Op. 2. D. 136. (In Russ.)

7. *Мишенкова М.В., Щедрова И.М.* Иоганн Альбрехт Корф // Во главе первенствующего учёного сословия России. Очерки жизни и деятельности президентов Императорской Санкт-Петербургской Академии наук. 1725–1917. СПб., 2000.

   Mishenkova M.V., Shchedrova I.M. Johann-Albrecht Korff // At the head of the leading scientific class of Russia. Essays on the life and work of the presidents of the Imperial St. Petersburg Academy of Sciences. 1725–1917. St. Petersburg, 2000. (In Russ.)

8. *Тункина И.В.* К истории первых академических печатей // Исторические записки. 2023. № 22. С. 247–260.

Tunkina I.V. On the history of the first academic seals // Historical Notes. 2023, no. 22, pp. 247–260. (In Russ.)

9. СПбФ АРАН. Р. IV. Оп. 4. Д. 1. Л. 6.

SPbB ARAS. R. IV. Op. 4. D. 1. (In Russ.)

10. СПбФ АРАН. Р. XI. Оп. 1. Д. 6.

SPbB ARAS. R. XI. Op. 1. D. 6. (In Russ.)

11. СПбФ АРАН. Ф.3. Оп. 1. Д. 591.

SPbB ARAS. F. 3. Op. 1. D. 591. (In Russ.)

12. СПбФ АРАН. Р. I. Оп. 64. Д. 4/1.

SPbB ARAS. R. I. Op. 64. D. 4/1. (In Russ.)

13. Пётр Великий и основание Петербургской академии наук: документы и материалы / Отв. ред. чл.-корр. РАН И.В. Тункина. СПб: Нестор-История, 2022.

Peter the Great and foundation of St. Petersburg Academy of Sciences: documents and materials / Executive ed. I.V. Tunkina. St. Petersburg: Nestor-Istoria, 2022. (In Russ.)

14. СПбФ АРАН. Р. I. Оп. 64. Д. 4

SPbB ARAS. R. I. Op. 64. D. 4. (In Russ.)

15. СПбФ АРАН. Ф. 136. Оп. 1. Д. 272.

SPbB ARAS. F. 136. Op. 1. D. 272. (In Russ.)

16. СПбФ АРАН. Р. I. Оп. 64. Д. 5/1.

SPbB ARAS. R. I. Op. 64. D. 5/1. (In Russ.)

17. СПбФ АРАН. Ф. 3. Оп. 1. Д. 105.

SPbB ARAS. F. 3. Op. 1. D. 105. (In Russ.)

18. Российская академия наук. Персональный состав. Кн. 1: 1724–1917. М.: Наука, 2009.

Russian Academy of Sciences. Personnel. V. 1: 1724–1917. Moscow: Nauka, 2009. (In Russ.)

19. Протоколы заседаний Конференции Императорской академии наук с 1725 по 1803 г. Т. 2: 1744–1770. СПб.: Тип. ИАН, 1899.

Minutes of meetings of the Imperial Academy of Sciences from 1725 to 1803. Vol. 2: 1744–1770. St. Petersburg: Printing house of IAS, 1899. (In Russ.)

20. СПбФ АРАН. Ф. 3. Оп. 1. Д. 116.

SPbB ARAS. F. 3. Op. 1. D. 116. (In Russ.)

21. СПбФ АРАН. Ф. 3. Оп. 1. Д. 121.

SPbB ARAS. F. 3. Op. 1. D. 121. (In Russ.)

22. СПбФ АРАН. Ф. 3. Оп. 1. Д. 151.

SPbB ARAS. F. 3. Op. 1. D. 151. (In Russ.)

23. СПбФ АРАН. Ф. 20. Оп. 2. Д. 6.

SPbB ARAS. F. 20. Op. 2. D. 6. (In Russ.)

24. СПбФ АРАН. Дело фонда № 20.

SPbB ARAS. Fund case no. 20. (In Russ.)

25. *Анфертьева А.Н.* Кирилл Григорьевич Разумовский // Во главе первенствующего учёного сословия России. СПб.: Наука, 2000.

Anfertyeva A.N. Kirill Grigorievich Razumovsky // At the head of the leading scientific class of Russia. Essays on the life and work of the presidents of the Imperial St. Petersburg Academy of Sciences. 1725–1917. St. Petersburg, 2000. (In Russ.)

26. СПбФ АРАН. Ф. 3. Оп. 1. Д. 190.

SPbB ARAS. F. 3. Op. 1. D. 190. (In Russ.)

27. СПбФ АРАН. Ф. 141. Оп. 1. Д. 1.

SPbB ARAS. F. 141. Op. 1. D. 1. (In Russ.)

28. СПбФ АРАН. Дело фонда № 141.

SPbB ARAS. Fund case no. 141. (In Russ.)

29. *Долгополова Е.В.* Кирилл Григорьевич Разумовский // Актуальное прошлое: взаимодействие и баланс интересов Академии наук и Российского государства в XVIII – начале XX в.: Очерки истории / Сост. и отв. ред. И.В. Тункина. В 2-х кн. Кн. 1. СПб.: Реноме, 2018.

Dolgopolova E.V. Kirill Grigorievich Razumovsky // The Actual Past: Interaction and Balance of Interests of the Academy of Sciences and the Russian State in the XVIII – early XX centuries: Essays on History / Ed. and comp. I.V. Tunkina. 2 vols. Vol. 1. St. Petersburg: Renome, 2016. (In Russ.)

ACADEMIC DIPLOMAS OF THE XVIII CENTURY

I.M. Shchedrova[a,*]

[a] *St. Petersburg Branch of the Archive of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia*
**E-mail: schedrova@bk.ru*

The article is based on the report presented on March 12, 2024 at the International Conference of the St. Petersburg branch of the Archive of the Russian Academy of Sciences "Miller Readings – 2024". Based on the materials stored in the ARAN SPbF, the history of the diploma of the St. Petersburg Academy of Sciences, an official document confirming membership in the Academy, has been restored. The appearance of the first academic diplomas (as well as its changes during 1735–1765), the time and frequency of their production and presentation, and the categories of diploma holders who were awarded them are established.

Keywords: Academy of Sciences, academic diploma, honorary member, academician, correspondent.

ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, 2024, том 94, № 7, с. 646–657

ТОЧКА ЗРЕНИЯ

ЛИНИИ АНТАГОНИЗМА В НАУЧНОМ СООБЩЕСТВЕ И ОТЯГЧАЮЩИЙ МОЛОДЁЖНЫЙ ФАКТОР

© 2024 г. А.Б. Гусев[a,*], М.А. Юревич[b,]**

[a]*Социологическая служба “Решающий голос”, Москва, Россия*
[b]*Центр макроэкономических исследований Финансового университета при Правительстве РФ, Москва, Россия*

**E-mail: info@castingvote.ru*
***E-mail: mayurevich@fa.ru*

Поступила в редакцию 23.04.2024 г.
После доработки 27.05.2024 г.
Принята к публикации 02.07.2024 г.

Работа посвящена анализу ключевых установок внутри научного сообщества, от которых напрямую зависит образ научно-технологического будущего России. Установлено, что цивилизационная самоидентификация исследователей в значительной степени не совпадает с настроениями широкой общественности. Осторожное, а нередко и скептическое отношение к мобилизации науки, усилившиеся эмиграционные настроения среди учёных, в первую очередь молодых, позволили авторам сделать вывод о кризисном состоянии научного сообщества страны, антагонистически разделённого противоречиями по основным ценностным ориентациям и управленческим вопросам. Объединяющим фактором служит потребность в комфортных условиях труда и востребованность науки государством и обществом. Количественно определено, что только половина исследователей придерживается прогосударственных настроений и может быть потенциально с пользой задействована в решении научно-технических задач. Другая половина научного сообщества становится как минимум группой оппонентов, которые сомневаются или не определились в отношении научно-технологического курса. Молодёжное крыло науки, как оказалось, в значительной степени пронизано космополитизмом и поэтому не представляет собой антикризисную силу. Усиление мобилизационной готовности научного сообщества и разрешение его внутренней конфликтности рассматривается с точки зрения повышения качества управления наукой, включая эффективную кадровую политику.

Ключевые слова: патриотизм и космополитизм в научном сообществе, специальная военная операция, мобилизация науки, антироссийские санкции, эмиграция исследователей, научная молодёжь.

DOI: 10.31857/S0869587324070052, **EDN:** FMLZHF

ГУСЕВ Александр Борисович – кандидат экономических наук, директор ООО «Социологическая служба “Решающий голос”». ЮРЕВИЧ Максим Андреевич – кандидат экономических наук, научный сотрудник Центра макроэкономических исследований Финансового университета при Правительстве РФ.

Определение “научное сообщество России” воспринимается как относящееся к сущности, которая обладает некоторой целостностью, внутренней самоорганизацией и благодаря этому является двигателем научно-технического развития страны. Но так ли это на самом деле? Ответ на данный вопрос имеет значение с точки зрения консолидации научного сообщества для обеспечения технологических прорывов в интересах государства, политической опоры на социальную силу, интегрированную по профессиональному признаку. В 2022 г. попытка резкого отхода политического курса России от прозападного вектора привела научное сообщество в замешательство. Многие исследователи десятилетиями были в разной степени интегрированы в зарубежную науку через гранты, поездки, публикации, что поддерживалось государственной научно-технической

политикой. Когда это одномоментно прекратилось, привычная картина мира оказалась нарушенной.

В нынешних условиях важно иметь чёткое представление о ценностях и побудительных мотивах российского научного сообщества, чтобы принимать адекватные решения в области научно-технической политики, отвечающей государственным интересам в радикально изменившихся обстоятельствах. Фактически речь идёт об эффективном управлении государственным сектором науки, в том числе о расходовании порядка 700 млрд руб. федерального бюджета на НИОКР ежегодно.

Таким образом, цель работы – определить готовность научного сообщества России к сложной антикризисной работе в ожидаемо некомфортных условиях. Предполагается, во-первых, количественно определить дихотомию национально ориентированных установок и космополитических взглядов, сложившихся в ходе интернационализации российской науки на протяжении последних десятилетий, особенно с 2012 г.; во-вторых, выявить степень консенсуса в научном сообществе по вопросам дальнейшего развития науки после начала специальной военной операции на Украине (СВО), включая необходимость мобилизации научно-технологического комплекса, а также отношение учёных к антироссийским санкциям и возможности собственной эмиграции.

Методически работа базируется на систематизации и переоценке результатов серии социологических исследований научного сообщества “Научная политика России (НАПОР)” (гражданская наука), которые проводились в 2022–2023 гг. [1–3]. В ходе опросов выявлялось консолидированное мнение активной части научно-образовательного сообщества по актуальным темам государственной научно-технической политики. Респондентами стали российские исследователи, опубликовавшие статьи в научных изданиях, индексируемых в Web of Science Core Collection и Russian Science Citation Index. Исследование проведено по репрезентативной выборке с точки зрения возрастной структуры российского научного сообщества и изучаемой совокупности научных работников (табл. 1). Смещение выборки в сторону представителей естественных наук по сравнению с генеральной совокупностью связано с исходной структурой публикационной базы. Вузовский сектор и сектор научных организаций представлены примерно одинаково (40–50%), не менее 80% опрошенных имели учёную степень. Все раунды исследования проводились в формате удалённого электронного анкетирования.

Дискуссия об антагонизме космополитического и национального векторов развития науки продолжается довольно давно. Современный характер научной деятельности предполагает взаимодействие и личный контакт с зарубежными коллегами и источниками информации, объективно предопределяет широкую интернационализацию исследователей. По-видимому, именно этим объясняются различия в оценке ситуации научным сообществом и широкой общественностью. На примере патриотических установок будет показано существенное несовпадение мнений, что подчёркивает разрыв между большинством российских граждан и потенциальной интеллектуальной элитой.

МЕЖДУНАРОДНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ НАУКИ И НАЦИОНАЛЬНЫЕ ИНТЕРЕСЫ

Глобализация научной деятельности как общемировой тренд наблюдалась уже в середине XX в.; её причина та же, что и в случае экономической глобализации, – разделение труда на мировой арене [4]. Более того, широко распространена точка зрения, согласно которой глобализация экономики и глобализация науки взаимно ускоряют друг друга [5]. Помимо растущей специализации исследователей и научных коллективов, к интернационализации НИОКР побуждали рост сложности и стоимости научных проектов, упрощение мобильности и ин-

Таблица 1. Описание выборок социологических исследований “Научная политика России (НАПОР)”

Характеристика выборки	НАПОР 2022 (весна)	НАПОР 2022 (осень)	НАПОР 2023 (весна)	Росстат
Число респондентов, человек	4133	4275	3719	–
Доля респондентов до 39 лет	33%	32%	36%	44%
Доля респондентов 40–59 лет	36%	26%	34%	32%
Представители естественных наук	59%	55%	50%	25%
Представители технических наук	15%	17%	15%	59%
С учёной степенью (в скобках – доля докторов наук)	87% (33%)	82% (29%)	85% (30%)	28% (7%)
Работники вузов	41%	41%	47%	≈13%

Источник: составлено по [1–3] и Росстат (https://rosstat.gov.ru/statistics/science).

терактивной коммуникации учёных [6]. Глобализация по-разному затронула фундаментальную и прикладную науку. Например, в США, которые можно считать локомотивом научной и экономической глобализации, как международная развивалась преимущественно фундаментальная наука, сосредоточенная по большей части в университетах, в то время как прикладные исследования, которыми в основном занимаются частные и государственные исследовательские организации, нередко попадают под ограничения секретной и служебной информации, а порой и подвергаются полному запрету на международное сотрудничество [7].

В отношении взаимосвязи международного научно-технического сотрудничества и развития национальной науки идут бурные споры. С одной стороны, приводят массу аргументов в пользу если не жизненной необходимости, то как минимум выгодности участия в международных научных проектах, трансграничной циркуляции научных кадров и других формах международной научной коммуникации для развития национальной науки [8–10]. Отмечается, что ориентация на глобальный рынок научных исследований и инноваций способствует установлению высоких стандартов качества в этой области [11]. С другой стороны, бюджетные инвестиции в НИОКР оправдывают ускорением экономического развития именно на национальном уровне, ростом благополучия граждан, ответом на научно-технологические вызовы внутри страны [12]. Распорядители бюджетных ресурсов отчитываются перед налогоплательщиками, которые вряд ли предпочтут успехи преодоления глобальных научных проблем решению актуальных национальных научно-технологических задач [13]. В результате таких дискуссий достаточно широкую популярность приобрела концепция ортогональности глобальной науки национальным научным системам – они пересекаются и взаимодействуют, необходимы друг другу, но в отдельных случаях могут вступать в противоречие [13].

Глобализация российской науки стартовала в 1990-е годы, но в полную силу этот процесс развернулся в 2010-е годы [14]. Тогда в качестве национальных целей в области науки были определены: увеличение доли публикаций в международных индексируемых изданиях, количества вузов в международных рейтингах университетов и такие специфические индикаторы, как доля публикаций в международном соавторстве или доля иностранных научно-педагогических кадров среди профессорско-преподавательского состава. Квинтэссенцию научно-технической политики того периода всецело описывает высказывание эксперта из Австралии С. Марджинсона: “Эффективность научного сообщества отдельной страны теперь зависит от его способности действовать в глобальном масштабе; важность этого утверждения невозможно переоценить. По-видимому, это самое главное, что мы должны иметь в виду, обсуждая научную и исследовательскую среду в России” [15].

В дискуссиях отечественных учёных интеграционный вектор развития российской науки получил щедрую порцию критики с точки зрения применения зарубежных инструментов оценки результатов научного труда (библиометрический анализ по международным публикационным базам, международные рейтинги и т.п.). В частности, ставился под сомнение способ измерения прогресса национальной науки посредством оценки вклада в мировую науку [16, 17]. В более широком контексте реформирование российской науки с прицелом на адаптацию англосаксонской модели, которая как раз ориентирована на глобализацию исследовательской деятельности, привело к увеличению разрыва между сектором НИОКР и реальным сектором экономики [18]. Некоторые эксперты полагают, что Россия, взяв курс на ускоренную интеграцию в глобальную науку, скорее проиграла за счёт усиления утечки умов и технологий, а также сокращения производства собственного научного оборудования и других ресурсов научной деятельности [19]. Однако весьма показательно, что интеграционный курс российской науки наталкивался на внутренние барьеры в виде повышенного контроля над международными научными проектами с привлечением бюджетных средств, ограничений участия иностранных граждан в научно-просветительской деятельности [20].

Санкции 2022 г. и последующих годов вынудили запустить трансформацию российской научно-технической политики – вектор на международную интеграцию если не завершился, то как минимум был скорректирован и, самое главное, акцент сместился в сторону повышения орентированности результатов НИОКР на практическое применение [21, 22]. Этот ответ можно считать вполне оправданным в условиях контрсанкционного развития страны. Так действовали не только в России. Например, после очередного раунда ужесточения санкций в системе научного целеполагания КНДР приоритет получили прикладные НИОКР с перспективой оперативного внедрения в производственные процессы [23]. Иранская модель научно-технологического развития в 1990-х годах функционировала в соответствии с доктриной содействия производству научного знания, а в середине 2000-х годов перешла в режим строительства экономики знаний с интенсивной поддержкой научно-производственных коопераций, инновационных стартапов и т.п. [24]. А одна из главных целей реформы системы оценки результатов НИОКР в Китае, который находится в состоянии технологической войны с США с использованием санкционных мер [25], – сбалансировать дальнейшую интернационализацию науки с внутренними научно-технологическими потребностями [26]. Пока в КНР не идёт речь об ущемлении фундаментальной науки, однако стратегические документы

подчёркивают необходимость сочетания свободного научного творчества с удовлетворением актуальных потребностей сферы производства [27]. Примечательно, что реформа в Китае получила одобрение профессионального сообщества: 81% из более чем 1.1 тыс. опрошенных китайских учёных выразил ей поддержку [28].

В то же время мнение научного сообщества как национальной интеллектуальной элиты зачастую находится в оппозиции к государственной политике и может сильно контрастировать с настроениями широкой общественности. Например, британские учёные (выборка более 900 человек) в 4 из 5 случаев высказались против Брексита, в то время как в целом граждане Великобритании почти в равных долях высказались за и против выхода из ЕС [29]. Введение и ужесточение санкций против России подержали 70% опрошенных учёных из ЕС [30], а среди широкой европейской общественности – менее 52% [31]. Приведём ещё один пример несовпадения представлений учёных и массового сознания: 92% исследователей из США (выборка почти 4 тыс. респондентов) заявили, что достижения американской науки можно считать лучшими в мире или как минимум выше среднемировых; широкая общественность поддержала этот тезис лишь в 54% случаев [32].

ЦИВИЛИЗАЦИОННОЕ РАЗМЕЖЕВАНИЕ РОССИЙСКИХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ

У каждого человека есть точка отсчёта, которая в решающей степени определяет его мировосприятие и поведение, особенно в переломные моменты истории. Фактически речь идёт о вечном вопросе “Кто я?”. Из возможных трактовок в работе [3] рассмотрена самоидентификация исследователей с точки зрения того, насколько они связывают свою судьбу с судьбой России. Полагаем, что такая самоидентификация намного важнее прочих атрибутов научной квалификации и успешности в науке (табл. 2).

Ответы респондентов на вопрос о цивилизационной самоидентификации позволили разделить их на “граждан России” (вариант “Я – часть России”) и “космополитов” (варианты “Я – гражданин мира”, “Я – гражданин Европы”, “Я – гражданин Азии”). Как видим, большинство воспринимают себя как россиян, но их численное преимущество незначительно, что говорит о риске превращения науки как отрасли интеллектуального труда в чуждую национальным интересам надстройку. В случае дальнейшего размывания этой группы исследователей придётся констатировать деградацию науки, невзирая на публикационную, патентную и любую другую активность. Крепкая латентная установка на то, что зарубежное якобы предпочтительнее национального, способствовала взращиванию целого поколения космополитов в науке, что видно по ответам молодёжи. В возрастных группах старше 50 лет доля “граждан России” в 2 раза выше, чем среди научной молодёжи в возрасте до 29 лет. Необходимо подчеркнуть, что все респонденты – это сложившиеся взрослые люди, космополитические установки которых вряд ли удастся одномоментно изменить даже в форс-мажорных обстоятельствах. В обычных же условиях идеологический дрейф от космополита к гражданину России либо в обратном направлении может растянуться на десятилетия.

На наш взгляд, идеальное (целевое) состояние национально ориентированного научного сообщества должно выглядеть так: 90% – граждане России, 10% – сумма других вариантов ответа. Именно такую картину показывают данные опросов 2022–2024 гг., проводимых ВЦИОМ для всего населения[1] [33]. Можно предположить, что эти результаты излишне оптимистичные, иначе не потребовалось бы в марте 2022 г. вносить дополнения в Уголовный кодекс РФ об установлении ответственности за дискредитацию российских вооружённых сил, действующих в интересах государства (ст. 280.3).

Сфера науки, будучи частью российского общества, неизбежно является его отражением. Безусловно, для учёных как особой профессиональной группы характерны специфические представления, мнения и самооценка, но в целом болезнь космополитизма можно диагностировать и у других групп населения, в частности, в системе государственного управления или у крупных предпринимателей. Обращаясь к ретроспективе, можно констатировать, что на протяжении многих лет государственная политика фактически поощряла космополитизм, в том числе в области исследований и разработок. Так, космополитический вектор в гражданской науке недвусмысленно был задан указом Президента России от 7 мая 2012 г. № 599 по следующим направлениям:

• акцент на публикационную активность в научных журналах, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus (большинство таких журналов являются зарубежными и издаются на иностранных языках), на который в 2022 г. был объявлен всего лишь мораторий, а не наложено вето, как можно было ожидать;

• кампания по вхождению российских вузов в первую сотню университетов по версии международных рейтингов без какого-либо национально ориентированного целеполагания, которая поглотила десятки миллиардов бюджетных рублей и бесславно завершилась в 2021 г.

Очевидно, что этот указ способствовал ментальному переформатированию части исследовательского сообщества. Рассмотрим цивилизационную самоидентификацию научной молодёжи в возрасте

[1] Результаты последнего опроса ВЦИОМ от 04.03.2024 г.: “Да, безусловно” – 62%; “Скорее да” – 32%; “Скорее нет” – 2%; “Безусловно, нет” – 1%; “Затрудняюсь ответить” – 3% (число респондентов – 1600 человек в возрасте 18 лет и старше).

Таблица 2. Распределение ответов на вопрос “Как Вы себя идентифицируете?”, %

Возрастная группа респондентов	Я – часть России	Я – гражданин мира	Я – часть Европы	Другие варианты ответа*
Все респонденты	57.8	18.6	6.6	17.0
до 29 включительно	32.5	37.8	7.2	22.5
30–39	45.5	28.1	8.0	18.4
40–49	55.6	19.0	6.6	18.8
50–59	68.2	9.6	7.5	14.7
60–69	73.0	8.1	6.0	12.9
70 и старше	71.3	10.1	3.7	14.9

*Варианты: “Я – часть Азии” – 0.5%; “Ничего из перечисленного” – 5.7%; “Иное” – 8.0%; “Затрудняюсь ответить” – 2.8%.
Примечание: Число респондентов, ответивших на вопрос, более 2450 человек.
Источник: составлено по [3].

до 39 лет, на которую данный документ, безусловно, оказал определённое влияние (табл. 3).

Анализируя данные таблицы 3, следует обратить внимание на самоидентификацию аспирантов, которые, как правило, являются молодыми исследователями (162 респондента). Если допустить, что доля иностранцев среди аспирантов пренебрежительно мала, то цивилизационный настрой данной категории вызывает тревогу. Вследствие многолетнего встраивания российской науки в международную сегодняшние аспиранты, которые в ближайшем будущем придут на смену нынешним кандидатам наук и докторам наук, кратно усилят космополитические настроения в научной сфере.

Цивилизационная самоидентификация имеет решающее значение в профессиональной мотивации. Можно с уверенностью предположить, что “космополит” (явный или латентный) будет последовательно искать предложения работы, ориентируясь на материальные факторы и условия труда, причём не ограничиваясь территорией России. Единственное противоядие от такой установки – это осознанная и твёрдая гражданская позиция, уверенность в том, что талант и научные результаты нужно применить на Родине, даже если в краткосрочной перспективе приходится использовать зарубежные ресурсы. С точки зрения научной повестки, “космополит” будет стремиться заниматься тематиками, которые находятся в интернациональном мейнстриме, независимо от того, полезны ли они для российской экономики и могут ли быть здесь внедрены.

Таким образом, в области цивилизационных установок выявлены две плоскости противостояния: дихотомия “космополитов” и “граждан России” в молодёжной среде и противоречие между “научными отцами” и “научными детьми”.

СВО КАК КАТАЛИЗАТОР ЛИЧНОСТНО-ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ УСТАНОВОК

По силе своего влияния на цивилизационную самоидентификацию СВО обладает чрезвычайно сильным потенциалом. Очевидно, что эта операция сопровождается ростом патриотических настроений. Можно предположить, что в ее ходе часть “космополитов” превратилась в последовательных “граждан России”, но возможна и обратная транс-

Таблица 3. Распределение ответов респондентов в возрасте до 39 лет на вопрос о самоидентификации, %

Вариант ответа	Все респонденты до 39 лет	Из них			
		Без учёной степени	Аспиранты	Кандидаты наук	Доктора наук
Я – часть России	42.3	40.3	29.5	45.8	53.6
Я – гражданин мира	30.4	30.5	37.6	29.2	17.9
Я – часть Европы	7.8	6.4	6.2	8.1	14.3
Я – часть Азии	0.5	0	0.7	0.5	0
Ничего из выше перечисленного	6.1	5.7	11.6	4.7	7.1
Иное	10.1	12.1	10.3	9.7	7.1
Затрудняюсь ответить	2.8	5	4.1	2.0	0
ИТОГО	100	100	100	100	100

Примечание: число респондентов, ответивших на вопрос, 872 человека.
Источник: рассчитано по [3].

формация. Социологические опросы позволяют оценить отношение опрошенных к отдельным аспектам научной политики и собственным перспективам в профессии:

• необходимость мобилизации гражданской науки России [1];

• восприятие зарубежных санкций против России и отечественной науки [3];

• изменение эмиграционных настроений [3].

О мобилизации науки. Спустя несколько месяцев после начала СВО научному сообществу был предложен вопрос о необходимости введения мобилизационного режима функционирования науки. Данный шаг обусловлен проверкой гипотезы о целесообразности перевода научно-технологического комплекса России из привычного режима работы в новый режим, адекватный сложившейся обстановке – сильнейшему зарубежному давлению и санкциям против Российской Федерации. В исследовании [1] под мобилизационным режимом функционирования науки понималось такое управление научно-техническим потенциалом и такое распределение ресурсов, при которых форсированным образом должны решаться первостепенные научные и научно-технические задачи государственного значения, в том числе в целях ускоренного импортозамещения технологий и техники. Несмотря на, казалось бы, очевидность ответа, мнения сильно разделились (табл. 4).

Судя по полученным данным, 51.5% опрошенных исследователей считали нужным перейти к мобилизационному режиму функционирования науки, однако расходились во взглядах относительно сроков такого перехода. Треть исследователей не видела необходимости в мобилизации интеллектуальных ресурсов. Следует обратить внимание на тот факт, что мнения научной молодёжи практически не отличались от средних по выборке.

Мобилизация науки неизбежно потребует не только интенсификации труда и повышения ответственности за результат. Она открывает новые возможности и формирует запрос на новых лидеров в сфере исследований и разработок. Одна из форм лидерства – готовность исследователя выступить руководителем значимого научного проекта. Данные опроса [3] показали, что доли респондентов до 39 лет с учёной степенью, выступающих за мобилизацию науки и выражающих готовность в таких условиях руководить проектами, почти совпали – 51.3% и 47.2% соответственно (рассчитано по [3]). Таким образом, можно говорить о деятельной позиции молодых сторонников мобилизации науки.

Восприятие зарубежных санкций против российской науки. Цивилизационные различия респондентов в значительной степени определяют восприятие ими санкций со стороны недружественных государств как в отношении российской науки в целом, так и в отношении личной научной карьеры. В работе [3] установлено, что респонденты-космополиты склонны считать зарубежные санкции трагедией для отечественной науки, в то время как респонденты с гражданской позицией рассматривают их преимущественно как вызов. По восприятию зарубежных санкций молодёжное крыло несколько отличается от всей совокупности опрошенных (табл. 5).

Данные таблицы 5 позволяют сделать следующие выводы.

Во-первых, с точки зрения влияния санкций на отечественную науку в целом следует обратить внимание на дихотомию проактивного восприятия “санкции как вызов/угроза” и более пассивной позиции “санкции как наказание/трагедия”. Для всей выборки респондентов зафиксировано следующее соотношение: 53.9 против 29.4% соответственно. На этом фоне потенциал молодёжного сопротивления выглядит менее выраженным: 46.2 и 36.5% соответственно.

Во-вторых, оценивая влияние иностранных санкций на личную профессиональную карьеру в науке, молодые исследователи демонстрируют более очевидную позицию, по сравнению с ответами всех респондентов. Полученные результаты указывают на сравнительно невысокий уровень безразличия (23.5% респондентов), а мотивацион-

Таблица 4. Распределение ответов на вопрос “Как Вы считаете, необходимо ли переводить науку Российской Федерации в мобилизационный режим функционирования?”, %

Вариант ответа	Все респонденты	Респонденты до 39 лет с учёной степенью (кандидаты и доктора наук)
Необходимо, и в кратчайшие сроки	26.4	25.2
Необходимо, но постепенно, в течение ближайших лет	25.1	26.1
Такой необходимости нет	33.0	32.6
Затрудняюсь ответить	6.9	6.4
Другое	8.6	9.7

Примечание: число респондентов, ответивших на вопрос, 3271 человек, в том числе в возрасте до 39 лет с учёной степенью – 719 человек.

Источник: рассчитано по [1].

Таблица 5. Распределение ответов респондентов в возрасте до 39 лет о восприятии санкций недружественных государств в отношении российской науки и личной научной карьеры, %

Вариант ответа	Все респонденты до 39 лет	Из них			
		Без учёной степени	Аспиранты	Кандидаты наук	Доктора наук
Оценка восприятия санкций недружественных государств в отношении российской науки					
Как вызов российской науке	27.0	30.4	16.4	28.4	39.3
Как угроза развитию российской науки	19.2	16.9	22.6	19.6	7.1
Как наказание для российской науки	6.3	9.2	7.5	5.4	0
Как трагедия российской науки	30.2	24.6	30.9	31.1	35.8
Ничего из перечисленного	6.7	6.3	10.3	5.6	10.7
Затрудняюсь ответить	2.3	6.3	2.7	1.3	0
Иное	8.3	6.3	9.6	8.6	7.1
Оценка восприятия санкций недружественных государств в отношении личной научной карьеры					
Как окно возможностей для личной научной карьеры в России	20.5	20.4	17.8	21.0	21.4
Как сигнал для продолжения личной научной карьеры за рубежом	25.3	22.5	27.4	25.2	28.6
Мне это безразлично	23.5	25.4	18.5	24.3	25.0
Ничего из перечисленного	15.0	15.5	14.4	15.1	14.3
Затрудняюсь ответить	5.1	6.3	6.8	4.5	3.6
Иное	10.6	9.9	15.1	9.9	7.1

Примечание: число респондентов, ответивших на вопрос, 875 человек.
Источник: рассчитано по [3].

ный стимул, хотя и в разной мере, характерен для 45% опрошенной молодёжи, причём 20% видят для себя перспективы в России, а 25% – за рубежом. Ни в одной из выделенных групп респондентов привлекательность открывающихся возможностей в России не превалируют над стремлением продолжить научную карьеру в иностранном государстве.

В-третьих, 25% молодёжи (варианты ответа “Ничего из перечисленного” и “Иное”) имеют особое мнение о влиянии зарубежных санкций на личную карьеру в науке. Среди аспирантов эта доля достигает 29%. С точки зрения молодёжной политики именно данный контингент исследователей должен стать объектом внимания, чтобы он не перешёл в группу завтрашних эмигрантов.

Эмиграционные тактики. Помимо само́й возможности отправиться за границу по научной линии, другим ограничителем выездных стратегий являются внутренние установки личности. В работе [3] показано, что для всех групп респондентов характерно усиление эмигрантских настроений, причём это касается даже тех, кто ранее оценивал их как “скорее слабые” и “слабые”. Представители этой группы перешли в категорию лиц со “скорее сильным” и “сильным” стремлением покинуть страну. У респондентов-космополитов изменение выездных настроений выражено сильнее, чем у граждан России. В целом если до СВО сильными и скорее сильными эмиграционными настроениями отличались 8.5% опрошенных, то после начала СВО их доля увеличилась в 3 раза (до 25.4%). Только 47% респондентов исключают для себя эмиграцию, добровольно остаются в России.

В группе респондентов-космополитов качественные сдвиги отличают тех, кто ранее исключал для себя эмиграцию: их доля сократилась как минимум вдвое, до 11–12%. Среди “граждан России” доля тех, кто исключает для себя эмиграцию, даже слегка увеличилась – с 62 до 67% [3]. Вместе с тем выявлена группа исследователей с сильным и скорее сильным намерением уехать за границу (9.2%). В результате скорректированная относительно эмиграционного фактора доля “граждан России” среди опрошенных составит не 57.6%, как в таблице 2, а 52.5%, то есть на грани потери даже простого большинства.

Обратимся вновь к научной молодёжи и изменениям эмиграционных настроений в её среде (табл. 6).

Следует отметить, что резкий всплеск эмиграционных настроений (“сильные”, “скорее сильные”) в значительной степени произошёл за счёт респондентов, которые до СВО не стремились эмигрировать. Ядро молодёжного научного сообщества, исключавшего для себя эмиграцию, почти сохранилось (28.9% до СВО и 27.7% один год спустя после начала СВО). Слабым звеном в ядре оказались молодые доктора наук: до СВО не собирались эмигрировать 40% респондентов данной группы, после начала СВО таких осталось только 27%. В то же время 4% опрошенных в возрасте до 39 лет избавились от желания уехать за рубеж (табл. 7).

Таблица 6. Распределение ответов респондентов в возрасте до 39 лет на вопрос о самооценке эмиграционных настроений, %

Вариант ответа	Все респонденты до 39 лет		В том числе							
			Без учёной степени		Аспиранты		Кандидаты наук		Доктора наук	
	До СВО	Май–июнь 2023 г.	До СВО	Май–июнь 2023 г.	До СВО	Май–июнь 2023 г.	До СВО	Май–июнь 2023 г.	До СВО	Май–июнь 2023 г.
Сильные	4.3	20.2	3.6	18.7	6.6	22.6	3.7	19.7	7.4	23.1
Скорее сильные	10.0	18.9	14.6	17.9	11.0	23.3	8.6	18.9	3.7	3.8
Скорее слабые	21.3	14.3	16.8	17.2	27.2	14.3	20.9	13.6	18.5	15.4
Слабые	33.4	15.9	27.0	9.7	33.1	15.0	35.5	16.9	29.6	30.8
Эмиграция исключена	28.9	27.7	32.2	30.5	19.9	20.3	29.9	28.9	40.8	26.9
Затрудняюсь ответить	2.2	3.0	5.8	6.0	2.2	4.5	1.4	2.0	0	0
ИТОГО	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Примечание: число респондентов, ответивших на вопрос, 814 человек.
Источник: рассчитано по [3].

Таблица 7. Изменение эмиграционных настроений в научном сообществе

Группа респондентов	Респонденты с изменившимися эмиграционными настроениями, %	
	Антиэмиграционные настроения: до СВО “сильные / скорее сильные”; май–июнь 2023 г. “слабые / скорее слабые / эмиграция исключена”	Проэмиграционные настроения: до СВО “слабые / скорее слабые / эмиграция исключена”; май–июнь 2023 г. “сильные / скорее сильные”
Все респонденты	2.4*	19.1*
Я – часть России	2.3	6.4
Я – гражданин мира	1.7	47.0
Я – гражданин Европы	0	59.2
Все респонденты до 39 лет	3.9	29.4
Без учёной степени	3.0	23.9
Аспиранты	6.8	40.6
Кандидаты наук	3.2	31.0
Доктора наук	3.8	19.2

*Включая респондентов, не ответивших на вопрос о самоидентификации.
Источник: рассчитано по [3].

Можно сделать вывод о распространённости среди научной молодёжи космополитичных установок: у почти 30% респондентов усилилось желание уехать из страны, а среди аспирантов эта доля достигает 40%. Судя по полученным результатам, в контексте всей выборки респондентов научная молодёжь в большей степени изменила свои настроения: одна её часть отличается повышенными антиэмиграционными установками (хотя и в зоне малых значений), другая – проэмиграционными.

Объединяющая платформа. В работе [2] показано, что для подавляющего большинства исследователей, независимо от цивилизационных установок и эмиграционных предпочтений, имеет значение возможность, во-первых, реализовать свой научный потенциал, во-вторых, получать достойное вознаграждение за труд. По нашим данным, при определении предпочтительных условий проектной работы учёные принимают во внимание следующие четыре фактора: свободу научной деятельности, возможность проявить личную инициативу, персональную ответственность за результат, амбициозность научных целей. Как высокую и умеренную оценили значимость этих факторов более 80% респондентов. Этот результат можно интерпретировать как востребованность исследователя, которому доверяют ответственную работу.

Насколько сложно обеспечить указанные условия в научной организации или университете? На наш взгляд, базовые потребности исследователей можно реализовать в рамках как директивных, так и инициативных научных исследований. Необходимо тесно увязать реальную научную результативность с уровнем оплаты труда. Ключевую роль здесь играет менеджмент организации-работодателя. Но в этом контексте возникает другой вопрос: если учёный востребован внутри страны, а значит, содержательно связан со страной и её интересами, предпочтёт ли он и с какой вероятностью добровольную эмиграцию (сценарий эмиграции как спасения от преследования во внимание не принимается)? В исследованиях, результаты которых представлены в данной статье, такой сценарий не рассматривался. Однако можно предположить, что цивилизационная установка и достигнутый уровень востребованности взаимно влияют друг на друга. В частности, исследователь-космополит, получивший признание в России, имеет все шансы стать истинным гражданином.

* * *

Внутреннее состояние научного сообщества отличает высокая степень противоречивости, причём по тем вопросам, ответы на которые, казалось бы, должны быть однозначными и не предполагают плюрализма мнений. Во-первых, это касается перекоса в цивилизационных установках респондентов, свидетельствующих о недостатке национально ориентированных исследователей. Во-вторых, несмотря на стратегическое противостояние России и коалиции западных стран, идея срочной мобилизации отечественной науки находит поддержку лишь незначительного числа опрошенных. В-третьих, антироссийские санкции иностранных государств сформировали активный по своей модальности консолидированный ответ на противодействие только в среде исследователей, ассоциирующих себя с Россией. В-четвёртых, менее половины опрошенных исключают для себя эмиграцию, а доля потенциальных релокантов увеличилась после начала СВО в 3 раза по сравнению с предшествующим периодом. В-пятых, по сравнению с общей выборкой респондентов, научную молодёжь отличает повышенная склонность к космополитизму, острое желание уехать из страны, повышенные опасения в отношении антироссийских санкций со стороны зарубежных государств. Что касается консенсуса в научном сообществе, то он складывается вокруг потребности в комфортном исследовательском климате, когда в условиях свободы научной деятельности удаётся проявить личную инициативу, решать сложные задачи; выражается в готовности учёных нести персональную ответственность за результат.

Таким образом, в нашем исследовании научное сообщество России предстало весьма поляризованным: только половина его готова к интенсивной долгосрочной работе в интересах научно-технического развития России. Стремление научного сообщества участвовать в такой деятельности отражает агрегированный поправочный коэффициент готовности к полезным действиям (КГПД), который учитывает скорректированную долю тех, кто идентифицирует себя как граждан России (52.5%), занимает активную антисанкционную позицию (53.9%), выступает за мобилизацию науки (51.5%), исключает для себя эмиграцию (47% по всей выборке респондентов, а среди молодёжи лишь 28%). В результате КГПД, рассматриваемый как среднее арифметическое приведённых структурных величин, вряд ли может быть определён выше, чем 50%. Косвенно данная оценка может рассматриваться и как коэффициент полезности уже понесённых и предстоящих бюджетных расходов, по крайней мере, на гражданскую науку.

Как представляется, ключевая проблема гражданской науки и вовлечённых в неё людей – отсутствие разделяемой подавляющим большинством профессиональной идеологии и вытекающих из неё принципов постановки задач. Это частный случай общей проблемы неопределённого верхнеуровневого целеполагания для государства и общества. Однако условия специальной военной операции и противостояние с внешним миром неизбежно подталкивают к содержательному решению данной проблемы. Это решение может быть найдено сверху и/или снизу либо выработано на личном уровне.

В науке, как и в других областях жизнедеятельности, универсальной целью и стимулом является достижение и удержание лидерства в конкурентной борьбе – с внутренними либо внешними силами. В контексте международной конкуренции лидерство позволяет добиться сравнительно большей безопасности и более высокого качества жизни. Однако предметом лидерства никак не могут быть научные публикации, патенты и прочие формальные показатели интеллектуальной деятельности, тем более в условиях практически военного времени. Чтобы сохраниться, гражданская наука должна стать продолжением оборонной науки или быть полезной для реального сектора экономики. Конечная производственная задача этих полюсов притяжения гражданской науки едина – создание востребованных конкурентоспособных результатов в минимальные сроки. Тем временем та часть гражданской науки, которая не связана напрямую с реальным сектором, должна быть привлечена к работе в интересах системы государственного управления, решая в том числе сложные задачи по противостоянию внешним оппонентам. Благодаря такому подходу вечный вопрос о невостребованности научных результатов, скорее, будет рассматриваться с точки зрения того, кто ответствен за работу ненадлежащего качества.

Указанный подход представляется безальтернативным, имея в виду главную цель – достижение Россией победы в борьбе с блоком недружественных государств. Он диктует требования к составу

кадров в структурах государственного управления научно-техническим комплексом, в руководстве научных организаций и университетов. Управленческие позиции должны занимать профессионалы с КГПД, равным 100%, которые смогут формировать эффективные административные и научно-исследовательские команды, мотивируя сотрудников, в том числе личным примером. Скорее всего, для многих управленческих структур и организаций это означает кадровую революцию, но в нынешней ситуации альтернативы нет, если мы хотим ускорить выход отрасли из кризиса. По мере усиления дееспособности научной сферы можно рассчитывать на позитивный отклик научной молодёжи.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ в рамках проекта № 23-28-00953 “Менталитет научного сообщества России: константы и метаморфозы в новой реальности”.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гусев А.Б., Юревич М.А.* Научно-техническая политика России – 2022: профессия не дороже Родины. М.: Перо, 2022. http://castingvote.ru/results/8

   Gusev A.B., Yurevich M.A. Scientific and technological policy of Russia – 2022: a profession is not more expensive than the Motherland. M.: Pero, 2022. http://castingvote.ru/results/8

2. *Гусев А.Б., Юревич М.А., Нестик Т.А., Задорин И.В.* Результаты социологического исследования “Будущее российской науки: академия и наукоёмкие отрасли”, осень 2022 г. М.: Перо, 2022. http://castingvote.ru/results/9

   Gusev A.B., Yurevich M.A., Nestik T.A., Zadorin I.V. Results of the sociological study “The Future of Russian Science: Academy and Knowledge-Intensive Industries”, autumn 2022. M.: Pero, 2022. http://castingvote.ru/results/9

3. *Гусев А.Б., Юревич М.А.* Научно-техническая политика России – 2023: преодолевая кризис идентичности. М.: Перо, 2024. http://castingvote.ru/results/10

   Gusev A.B., Yurevich M.A. Scientific and technological policy of Russia - 2023: overcoming the identity crisis. M.: Pero, 2024. http://castingvote.ru/results/10

4. *Gui Q., Liu C., Du D.* Globalization of science and international scientific collaboration: A network perspective // Geoforum. 2019, vol. 105, pp. 1–12.

5. *Bunnell T.G., Coe N.M.* Spaces and scales of innovation // Progress in Human geography. 2001, no. 4 (25), pp. 569–589.

6. *Jonkers K., Sachwald F.* The dual impact of ‘excellent’ research on science and innovation: the case of Europe // Science and Public Policy. 2018, no. 2 (45), pp. 159–174.

7. *Балышев А.В., Коннов В.И.* Глобальная наука и национальные научные культуры // Международные процессы. 2016. № 3 (14). С. 96–111.

   Balyshev A.V., Konnov V.I. Global science and national scientific cultures // International processes. 2016, no. 3 (14), pp. 96–111.

8. *Chen K., Zhang Y., Fu X.* International research collaboration: An emerging domain of innovation studies? Research Policy. 2019, no. 1 (48), pp. 149–168.

9. *Marginson S.* What drives global science? The four competing narratives // Studies in higher education. 2022, no. 8 (47), pp. 1566–1584.

10. *Marginson S.* Global science and national comparisons: Beyond bibliometrics and scientometrics // Comparative Education. 2022, no. 2 (58), pp. 125–146.

11. *Иванова Н.И.* Инновационная политика: теория и практика // Мировая экономика и международные отношения. 2016. № 1 (60). С. 5–16.

    Ivanova N.I. Innovation policy: theory and practice // World economy and international relations. 2016, no. 1 (60), pp. 5–16.

12. *Aghion P., David P.A., Foray D.* Science, technology and innovation for economic growth: linking policy research and practice in ‘STIG Systems’ // Research policy. 2009, no. 4 (38), pp. 681–693.

13. *Wagner C.S., Park H.W., Leydesdorff L.* The continuing growth of global cooperation networks in research: A co-nundrum for national governments // PloS one. 2015, no. 7 (10), pp. e0131816.

14. *Иванов В.В.* Реформы науки-новый вектор // Экономика науки. 2023. № 1 (9). С. 8–20.

    Ivanov V.V. Science reforms – a new vector // Economics of science. 2023, no. 1 (9), pp. 8–20.

15. *Саймон М.* Российские наука и высшее образование в условиях глобализации // Вопросы образования. 2014. №. 4. С. 8–35.

    Simon M. Russian science and higher education in the context of globalization // Issues of education. 2014, no. 4, pp. 8–35.

16. *Юревич А.В.* К проблеме оценки вклада российской социогуманитарной науки в мировую // Вестник Российской академии наук. 2011. № 7 (81). С. 613–621.

    Yurevich A.V. On the problem of assessing the contribution of Russian socio-humanitarian science to the world // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2011, no. 7 (81), pp. 613–621.

17. *Ленчук Е.Б.* Научно-технологическое развитие как стратегический национальный приоритет России // Экономическое возрождение России. 2022. № 1 (71). С. 58–65.

    Lenchuk E.B. Scientific and technological development as a strategic national priority of Russia // Economic revival of Russia. 2022, no. 1 (71), pp. 58–65.

18. *Ленчук Е.Б.* О качестве государственного управления научно-технологическим развитием // Экономическое возрождение России. 2021. № 1 (67). С. 31–38.

Lenchuk E.B. On the quality of public management of scientific and technological development // Economic revival of Russia. 2021, no. 1 (67), pp. 31–38.

19. *Черныш М.Ф.* Реформа российской науки как институциональное конструирование // Управление наукой: теория и практика. 2020. № 2 (2). С. 47–64.

Chernysh M.F. Reform of Russian science as institutional design // Science management: theory and practice. 2020, no. 2 (2), pp. 47–64.

20. *Дежина И.Г.* Научная политика в России в 2018–2022 гг.: противоречивые сигналы // Социологический журнал. 2023. № 2. С. 132–149.

Dezhina I.G. Science policy in Russia in 2018–2022: conflicting signals // Sociological Journal. 2023, no. 2, pp. 132–149.

21. Ведомости. Как Путин обсуждал с учёными перевод науки в практическую плоскость. https://www.vedomosti.ru/politics/articles/2023/02/09/962272-kak-putin-obsuzhdal-perevod-nauki

Vedomosti. How Putin discussed with scientists the translation of science into a practical plane. https://www.vedomosti.ru/politics/articles/2023/02/09/962272-kak-putin-obsuzhdal-perevod-nauki

22. Российская газета. Валерий Фальков рассказал о новой системе высшего образования. https://rg.ru/2024/01/25/kliuch-ot-znanij.html

Russian newspaper. Valery Falkov spoke about the new system of higher education. https://rg.ru/2024/01/25/kliuch-ot-znanij.html

23. *Юревич М.А.* Научно-технологическое развитие в модели чучхейского социализма // Journal of Economic Regulation (Вопросы регулирования экономики). 2023. № 3 (14). С. 6–15.

Yurevich M.A. Scientific and technological development in the model of Juche socialism // Journal of Economic Regulation. 2023, no. 3 (14), pp. 6–15.

24. *Heshmati A., Dibaji S.M.* Science, technology, and innovation status in Iran: main challenges // Science, Technology and Society. 2019, no. 3 (24), pp. 545–578.

25. *Данилин И.В.* От технологических санкций к технологическим войнам: влияние американо-китайского конфликта на санкционную политику и рынки высоких технологий // Журнал Новой экономической ассоциации. 2022. № 3 (55). С. 212–217.

Danilin I.V. From technological sanctions to technological wars: the impact of the US-Chinese conflict on sanctions policy and high-tech markets // Journal of the New Economic Association. 2022, no. 3 (55), pp. 212–217.

26. *Zhang L., Sivertsen G.* The new research assessment reform in China and its implementation // Towards a New Research Era. 2023, pp. 239–252.

27. *Poo M.* New focus on basic research in China's advancement in science and technology // National Science Review. 2022, no. 2 (9), pp. nwac014. https://doi.org/10.1093/nsr/nwac014

28. *Xu F., Li X.* Review on reform of research evaluation in past decade // Bulletin of Chinese Academy of Sciences. 2022, № 5 (37), pp. 603-612.

29. *Cressey D. et al.* Scientists say 'no' to UK exit from Europe in Nature poll // Nature. 2016, no. 7596 (531), pp. 559–559.

30. Science|Business. Science|Business survey: Most European researchers support science sanctions on Russia. https://sciencebusiness.net/news/sciencebusiness-survey-most-european-researchers-support-science-sanctions-russia

31. DG COMM's Public Opinion Monitoring Unit. https://www.europarl.europa.eu/at-your-service/files/be-heard/eurobarometer/2022/public-opinion-on-the-war-in-ukraine/en-public-opinion-on-the-war-against-Ukraine-20230615.pdf

32. Pew Research Center. Public and Scientists' Views on Science and Society. https://www.pewresearch.org/internet/wp-content/uploads/sites/9/2015/01/PI_ScienceandSociety_Report_012915.pdf

33. ВЦИОМ. О современном российском патриотизме. https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/o-sovremennom-rossiiskom-patriotizme VTsIOM. About modern Russian patriotism. https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/o-sovremennom-rossiiskom-patriotizme

LINES OF ANTAGONISM IN THE SCIENTIFIC COMMUNITY AND THE AGGRAVATING YOUTH FACTOR

A.B. Gusev[a,]*, M.A. Yurevich[b,]**

[a]*Sociological service "Decisive Voice", Moscow, Russia*
[b]*Center for Macroeconomic Research, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia*
**E-mail: info@castingvote.ru*
***E-mail: mayurevich@fa.ru*

The work is devoted to the analysis of key attitudes within the scientific community, on which, as expected, the image of the scientific and technological future of Russia directly depends. It has been established that the civilizational self-identification of researchers largely does not coincide with the sentiments of the general public. A cautious and often skeptical attitude towards the mobilization of science, increased emigration sentiments among scientists, primarily young ones, allowed the authors to conclude that the country's scientific community is in crisis, antagonistically divided by contradictions regarding basic value orientations and management issues. The unifying factor is the need for comfortable working conditions and the demand for science by the state and society.
It was quantitatively determined that only half of the researchers adhere to pro-state sentiments and could potentially be usefully involved in solving scientific and technical problems. The other half of the scientific community becomes at least a group of opponents who have doubts or are undecided regarding the scientific and technological course. The youth wing of science, as it turns out, is largely imbued with cosmopolitanism and therefore does not represent an anti-crisis force. Strengthening the mobilization readiness of the scientific community and resolving its internal conflicts is considered from the point of view of improving the quality of science management, including effective personnel policies.

Keywords: patriotism and cosmopolitanism in the scientific community, special military operation, mobilization of science, anti-Russian sanctions, emigration of researchers, scientific youth.

ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, 2024, том 94, № 7, с. 658–664

ИЗ РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

НОВЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ДЕЙСТВИЯ РАДИАЦИИ НА ГЛАЗ

© 2024 г. М.А. Островский[a,b,*], Т.Б. Фельдман[a,b,**]

[a] Биологический факультет, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

[b] Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, Москва, Россия

*E-mail: ostrovsky3535@mail.ru

**E-mail: feldmantb@mail.ru

Поступила в редакцию 02.05.2024 г.
После доработки 10.06.2024 г.
Принята к публикации 20.06.2024 г.

Авторы предлагают новый подход к оценке последствий воздействия ионизирующего излучения на структуры глаза. Подход основан на недавно полученных авторами совместно с сотрудниками Объединённого института ядерных исследований в Дубне результатах, согласно которым радиационное воздействие вызывает в структурах глаза – сетчатке и ретинальном пигментном эпителии – окисление содержащихся в них бисретиноидов. В результате такого окисления спектр флуоресценции бисретиноидов смещается в синюю область видимого спектра. Сдвиг спектра флуоресценции неинвазивно может быть зарегистрирован при помощи общепринятого в настоящее время в офтальмологии метода регистрации аутофлуоресценции глазного дна. Поскольку окисление бисретиноидов происходит в ходе радиационного воздействия, становится возможным практически сразу после облучения оценить степень воздействия ионизирующего излучения как на структуры глаза, так и на организм в целом. Аналога подобной неинвазивной оценки воздействия радиации на организм не существует. Предлагаемый подход может стать важным для оценки радиационной безопасности работников атомной промышленности, космонавтов, пациентов, подвергающихся протонной или гамма-терапии.

Ключевые слова: ионизирующее излучение, оценка последствий действия ионизирующего излучения, глаз, сетчатка, ретинальный пигментный эпителий, бисретиноиды, аутофлуоресценция глазного дна.

DOI: 10.31857/S0869587324070065, **EDN:** FMKDMI

ОСТРОВСКИЙ Михаил Аркадьевич – академик РАН, заведующий кафедрой молекулярной физиологии биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, заведующий лабораторией физико-химических основ рецепции ИБХФ РАН. ФЕЛЬДМАН Татьяна Борисовна – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник кафедры молекулярной физиологии биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, ведущий научный сотрудник ИБХФ РАН.

Разработка методов оценки воздействия ионизирующего излучения на организм остаётся актуальной задачей современной радиобиологии. Всё возрастающие риски радиационного поражения на производствах атомной промышленности, в ходе длительных космических полётов, вероятность побочных эффектов лучевой (ядерной) терапии настоятельно требуют быстрого, объективного и, что крайне желательно, *неинвазивного* мониторинга степени радиационного воздействия.

Механизмы ионизирующего излучения на молекулярном, клеточном и организменном уровнях в настоящее время достаточно хорошо изучены [1]. Известно, что радиация вызывает образование в клетках свободных радикалов, которые запускают процессы деструкции белков, повреждения нуклеиновых кислот, и, в конечном счёте, повреждение органов и тканей. Клинические проявления лучевой болезни возникают не сразу, а спустя недели, месяцы, годы или даже десятилетия. Не вызывает

сомнения, что быстрая оценка последствий радиационного воздействия – важная задача, особенно в случае хронического облучения малыми дозами. Хотя риск радиационного поражения в этом случае существенно ниже, чем при облучении большими дозами, возникновение отдалённых последствий, таких, например, как катаракта или рак, весьма вероятно.

Трудность диагностики ранних симптомов радиационного поражения связана с отсутствием специфической клинической картины, характерной именно для лучевой болезни. Общепринятый и наиболее доступный тест для определения последствий радиационного воздействия на человека – анализ крови: общий анализ крови с развёрнутой лейкоцитарной формулой и скоростью оседания эритроцитов, биохимический анализ крови. Важным тестом, но не слишком доступным, является миелограмма – анализ костного мозга, который позволяет выявить признаки угнетения кроветворной функции. Способа неинвазивной оценки последствий радиационного воздействия до недавнего времени не существовало. Мы предлагаем такой способ. Он основан на результатах исследований, проведённых нами совместно с сотрудниками Объединённого института ядерных исследований в Дубне [2, 3].

Суть результатов сводится к следующему. Мышей облучали ускоренными протонами и гамма-лучами в дозе 1–4 Гр (рис. 1). Затем из сетчаток и ретинального пигментного эпителия глаз этих мышей экстрагировали бисретиноиды, далее проводили

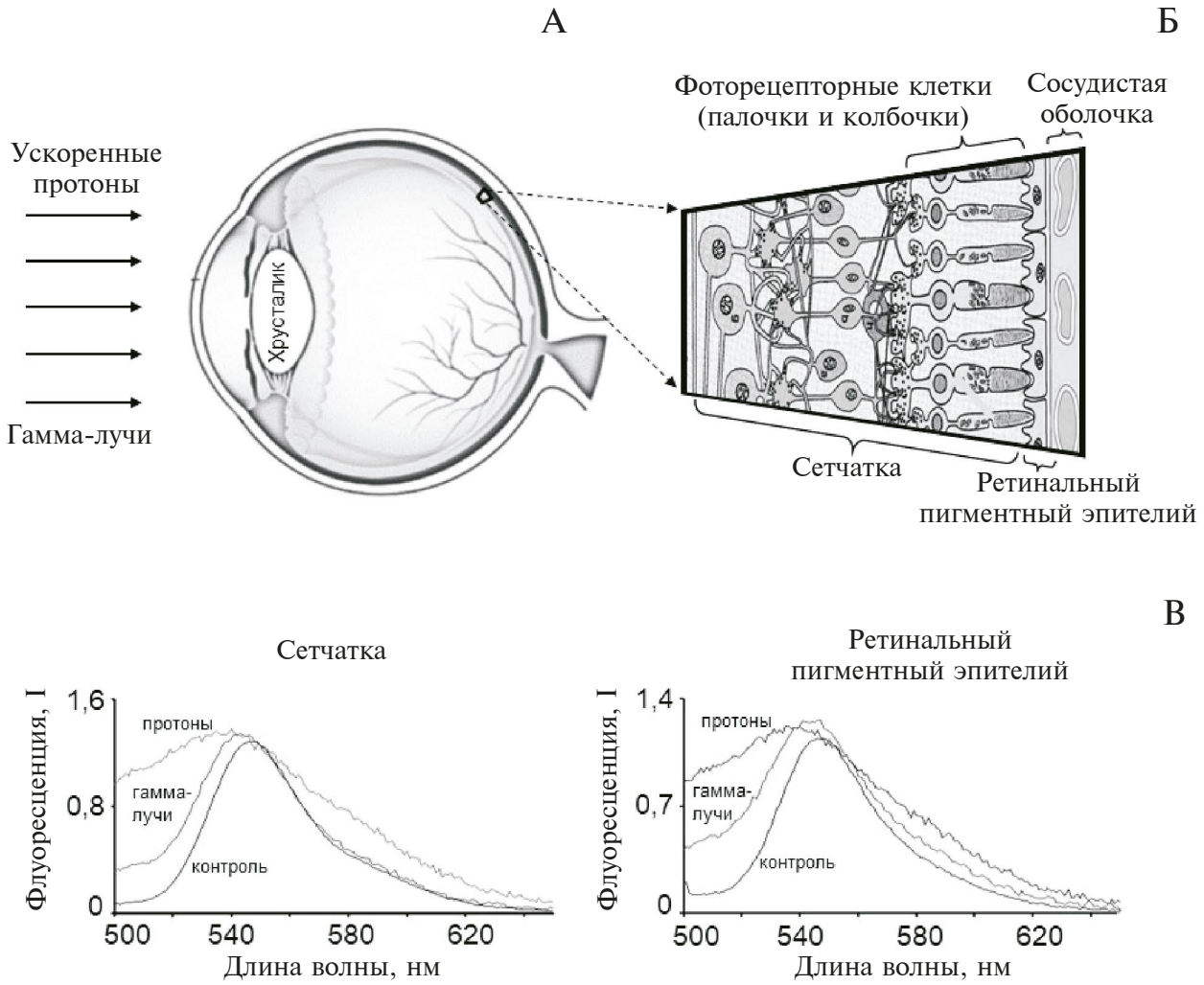


Рис. 1. Схема глаза позвоночных. Облучение мыши ускоренными протонами или гамма-лучами в дозе 4 Гр.

А – структуры глаза: зрачок, хрусталик, сетчатка и ретинальный пигментный эпителий; Б – сетчатка, фоторецепторные клетки (палочки и колбочки), ретинальный пигментный эпителий, сосудистая оболочка; В – спектры флуоресценции хлороформных экстрактов, полученных из сетчаток и ретинального пигментного эпителия глаз мышей, облучённых дозой 4 Гр.

Длина волны возбуждения составляла 488 нм. Спектры флуоресценции нормализованы при длине волны 550 нм

Источник: рисунок адаптирован из [2].

хроматографический и спектральный анализ полученных экстрактов. Было показано, что у облучённых мышей бисретиноиды окисляются. Спектр флуоресценции окисленных бисретиноидов, по сравнению с неокисленными, смещён в синюю область видимого спектра. Такой сдвиг спектра флуоресценции у человека мог бы быть зарегистрирован неинвазивно, при помощи сравнительно нового и общепринятого сейчас в офтальмологии метода.

Речь идёт о неинвазивном методе регистрации аутофлуоресценции глазного дна, используемом для диагностики дегенеративных заболеваний сетчатки и ретинального пигментного эпителия [4]. Этот метод позволяет оценить состояние клеток ретинального пигментного эпителия у пациентов, избрать тактику лечения и сделать прогноз в отношении развития нейродегенеративного заболевания (рис. 2).

Поскольку окисление бисретиноидов происходит на фоне радиационного облучения, представляется возможным вскоре после него оценить степень воздействия радиации на структуры глаза и, следовательно, на организм в целом. Образно говоря, бисретиноиды в этом случае можно уподобить дозиметру в глазу. Такой биохимический “дозиметр” может оказаться крайне полезным для неинвазивной оценки радиационной безопасности работников атомной промышленности, космонавтов, пациентов, подвергающихся протонной или гамма-терапии.

Что же такое *бис-ретиноиды*, каковы их свойства и как они появляются в структурах глаза? Историю эту можно было бы начать с 1876 г., когда австрийский физиолог Ф. Болль обнаружил в сетчатке лягушки светочувствительное зрительное вещество и назвал его Sehestoff (дословно с нем. “наглядное пособие”). Значительно позже этому веществу дали название “родопсин”, происходящее от двух греческих слов: “rhodo” – розовый и “opsis” – видеть. С тех пор и по сегодняшний день родопсин остаётся своего рода горячей точкой молекулярной физиологии и патологии зрения [5].

Молекула родопсина состоит из двух частей – белка и ковалентно связанного с ним ретиналя. Ретиналь – это альдегид витамина А. Именно ретиналь (хромофорная группа молекулы) окрашивает родопсин в розовый цвет, и именно он поглощает квант света, запуская тем самым зрительный акт. Самое удивительное, что молекула родопсина в сетчатке глаза позвоночных животных и человека – молекула однократного действия. После поглощения света она разлагается. Об этом чуть подробнее. Ретиналь в родопсине находится в 11-*цис* изомерной форме. Квант света за фантастически короткое время, порядка 50–100 фемтосекунд, изомеризует его, переводя в *транс*-форму. Затем белковая часть молекулы существенным образом перестраивается, а сам ретиналь отделяется от белка. Свободный ретиналь сначала перемещается из зрительной клетки сетчатки в клетку ретинального пигментного эпителия, лежащего за сетчаткой и плотно к ней примыкающего. В ретинальном пигментном эпителии ретиналь изомеризуется обратно из *транс*- в 11-*цис* изомерную форму, притом изомеризуется не под действием света, а при помощи специального фермента. И уже потом 11-*цис* ретиналь белками-переносчиками доставляется в зрительную клетку, где включается в опсин – белковую часть родопсина.

Таким сложным образом восстанавливается исходное, темновое состояние зрительного пигмента. Этот процесс называется *регенерацией родопсина*, он происходит в течение десятка минут в ходе темновой адаптации глаза, когда из яркого света мы попадаем в темноту или слабо освещённое помещение. Всё это – нормальный физиологический процесс. Но на самом деле не весь свободный *транс*-ретиналь превращается в ходе так называемого ретиноидного,

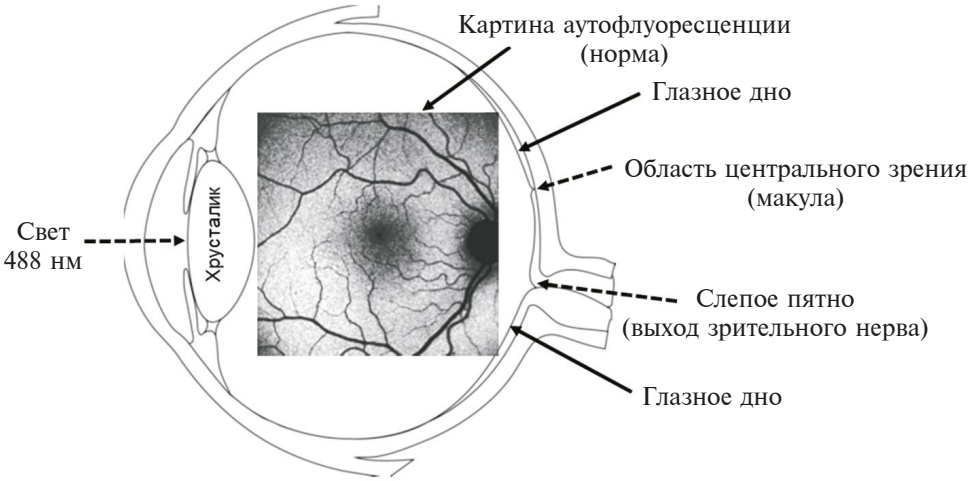


Рис. 2. Картина аутофлуоресценции глазного дна человека: большое тёмное пятно справа – слепое пятно (выход зрительного нерва); маленькое тёмное пятно в центре – область центрального зрения (макула)

или зрительного, цикла в 11-*цис* ретиналь. Часть его, особенно с возрастом, при дегенеративных процессах в сетчатке, а также при высоких интенсивностях света превращается в бисретиналь.

Происходит это так: сначала в зрительной клетке одна молекула свободного *транс*-ретиналя соединяется с молекулой фосфолипида фоторецепторной мембраны (фосфатидилэтаноламин), а потом к нему присоединяется и вторая молекула свободного *транс*-ретиналя. В результате получается достаточно устойчивое соединение – бис-ретиналь. Известно более 20 форм бис-ретиналей, которые образуют класс бисретиноидов. В основном они локализованы в липофусциновых гранулах (так называемый "пигмент старости"), находящихся в клетках ретинального пигментного эпителия. Сами липофусциновые гранулы – это, по существу, обломки наружных сегментов зрительных клеток, фагоцитированные клетками ретинального пигментного эпителия и "недопереваренные" в этих клетках лизосомами. Существует явная корреляция между накоплением липофусциновых гранул в клетках ретинального пигментного эпителия и дегенеративными заболеваниями сетчатки, в том числе таким широко распространённым и социально значимым, как возрастная макулярная дегенерация. Бис-ретиноиды имеются не только в клетках ретинального пигментного эпителия, но и в зрительных клетках сетчатки тоже.

Долгое время считалось, что липофусциновые гранулы – это инертный шлак, который накапливается в клетках ретинального пигментного эпителия и остаётся там до конца жизни. Нами впервые было показано, что, хотя эти гранулы действительно своего рода шлак, но вовсе не инертный. Оказалось, что они фоточувствительны и при поглощении видимого света образуют активные и чрезвычайно токсичные формы кислорода [6]. Источником активных форм кислорода в липофусциновых гранулах являются бисретиноиды. Важно, что при взаимодействии с активными формами кислорода сами бисретиноиды легко окисляются. При этом спектр их флуоресценции смещается в коротковолновую (синюю) область. Продукты окисления и деградации бисретиноидов чрезвычайно токсичны. Накапливаясь в клетке, они и в отсутствие света способны повреждать жизненно важные клеточные структуры [7–9].

Мы показали, что при возрастной макулярной дегенерации наблюдается повышенное, по сравнению с нормой, содержание окисленных бисретиноидов [10]. Поэтому *изменение спектров флуоресценции*, обусловленное повышением содержания продуктов окисления и деградации бисретиноидов, можно рассматривать как *диагностический признак* ранней доклинической стадии заболевания. Сейчас предпринимаются интенсивные попытки усовершенствовать неинвазивный диагностический метод аутофлуоресценции глазного дна [10, 11]. В клинике этот метод позволяет получать непосредственно картину аутофлуоресценции глазного дна, без спектральных характеристик флуоресценции как таковой (см. рис. 2). Совершенно очевидно, что качественная и количественная регистрация флуоресцентных характеристик (спектров флуоресценции, кинетики затухания флуоресценции) бис-ретиноидов может служить важным прогностическим критерием развития дегенеративных заболеваний сетчатки глаза.

Крайне перспективный подход для расширения возможностей метода аутофлуоресценции глазного дна – регистрация времени жизни флуоресценции на определённых длинах волн (FLIM – Fluorescence Lifetime Imaging Microscopy) [12]. В экспериментах *in vivo* было показано, что картины FLIM для нормы и возрастной макулярной дегенерации различаются [13]. Кроме того, обнаружены изменения параметров флуоресценции по сравнению с нормой у пациентов с сахарным диабетом [14], глаукомой [15] и болезнью Альцгеймера [16]. Однако точные критерии нормы и патологии для использования метода FLIM в диагностике дегенеративных процессов в сетчатке и ретинальном пигментном эпителии до сих пор не найдены. И это не позволяет внедрить метод регистрация времени жизни флуоресценции в медицинскую практику. Однако *спектральный анализ картины аутофлуоресценции глазного дна* уже сейчас мог бы использоваться в офтальмологии, поскольку сдвиг спектра флуоресценции в коротковолновую область спектра при возрастной макулярной дегенерации, впервые обнаруженный нами [10] и затем подтверждённый [11], не вызывает сомнений. Запатентованный нами на этой основе способ доклинической диагностики возрастной макулярной дегенерации [17] и сам метод регистрации картины аутофлуоресценции глазного дна со спектральным анализом [18] могли бы уже сейчас найти применение.

В основе метода лежит установленный факт: при идентичности форм спектров флуоресценции глазного дна в норме и при патологии (возрастной макулярной дегенерации) максимум спектра при патологии смещается в синюю область, что прямо зависит от повышенного содержания окисленных бисретиноидов. Регистрация этого сдвига может быть использована как диагностический показатель неблагополучия ещё до проявления клинических признаков глазной патологии. На рисунке 3 представлен принцип метода: отношение интенсивности флуоресценции в коротковолновой части спектра (I_1, 530–580 нм) к интенсивности флуоресценции в длинноволновой части (I_2, 600–650 нм) рассматривается нами как диагностический критерий (рис. 3, Б). Их соотношение $K = I_1/I_2$ – это количественный параметр, характеризующий разницу в спектральных характеристиках аутофлуоресценции в здоровых глазах и глазах с возрастной макулярной дегенерацией. Для здоровых глаз это соотношение равно приблизительно 1.

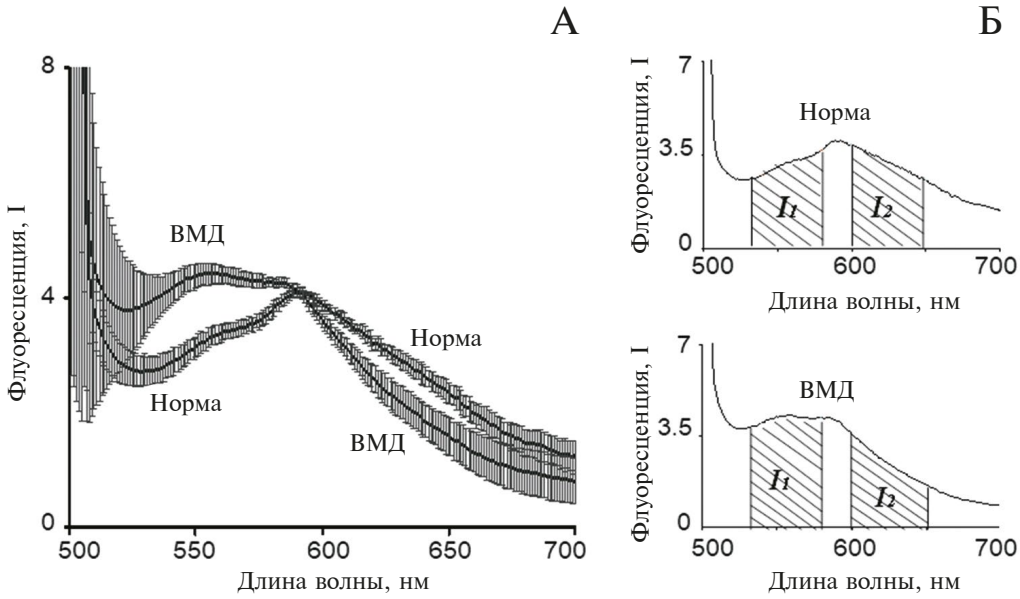


Рис. 3. Принцип спектрального анализа аутофлуоресценции глазного дна – доклиническая диагностика возрастной макулярной дегенерации [9, 18]

А – сравнительный статистический анализ спектральных характеристик суспензий клеток ретинального пигментного эпителия из кадаверных глаз доноров без признаков патологии (норма) и с признаками возрастной макулярной дегенерации (ВМД). Длина волны возбуждения – 488 нм. Спектры флуоресценции нормализованы при 592 нм; Б – спектры флуоресценции суспензий клеток ретинального пигментного эпителия, полученных из отдельных кадаверных глаз здорового донора (норма) в возрасте 58 лет и донора с признаками возрастной макулярной дегенерации (ВМД) в возрасте 59 лет; определены интегральные интенсивности в спектральных диапазонах I_1 (530–580 нм) и I_2 (600–650 нм)

Источник: рисунок адаптирован из [10].

Этот диагностический критерий может быть также использован при оценке действия на глаз ионизирующего излучения. Практическая реализация метода вполне реальна на основе модификации существующих фундус-камер [18]. Поскольку методы неинвазивного флуоресцентного анализа глазного дна уже сегодня обладают высокой чувствительностью, а в самом ближайшем будущем получат ещё большее развитие, то обнаружение ранних стадий дегенеративных заболеваний сетчатки разного, в том числе радиационного, происхождения вполне возможно. Повторим: повышенное содержание окисленных бисретиноидов в клетках ретинального пигментного эпителия и сетчатки, определяющее сдвиг в коротковолновую область спектра аутофлуоресценции и изменение кинетики затухания флуоресценции, судя по накопленным к настоящему времени данным, правомерно рассматривать в качестве ранних маркеров дегенеративных процессов в сетчатке глаза [11, 19].

Поскольку бис-ретиноиды – легко окисляемый субстрат, то временно́й диапазон их окисления при действии ионизирующего излучения можно сопоставить с процессом радиолиза воды и образования активных форм кислорода. Поэтому неинвазивная регистрация флуоресценции бис-ретиноидов позволяет осуществлять быстрый мониторинг воздействия радиации на организм. Процесс окисления бис-ретиноидов носит длительный характер [3], а значит, появляется возможность прогнозировать отдалённые последствия радиационного воздействия – развитие возрастной макулярной дегенерации или иного дегенеративного заболевания. Это может быть важно, поскольку, согласно морфологическим исследованиям, клеточная структура сетчатки глаза взрослых животных, по сравнению с другими тканями организма, весьма устойчива к радиационному повреждению. Вместе с тем ионизирующее излучение способно вызывать окислительный стресс сетчатки и апоптоз – гибель её клеточных элементов [20, 21]. Так, в течение года после облучения наблюдались существенные повреждения кровеносной системы сетчатки – архитектуры её микрокапилляров [22]. Иными словами, окислительный стресс явно вовлечён в патогенез радиационно-индуцированного повреждения сетчатки. И хотя сетчатка, состоящая из уже закончивших своё формирование неделящихся клеток, весьма радиорезистентна, тем не менее радиационно опосредованное окисление бис-ретиноидов может приводить к отдалённым патологическим эффектам.

Можно заключить, что неинвазивная регистрация аутофлуоресценции окисленных бис-ретиноидов глазного дна – это новая возможность оценки уровня радиационного воздействия как на глаз, так и на организм в целом. В заключение следует

подчеркнуть, что предлагаемый подход, несомненно, требует как дальнейшего изучения механизмов и дозовой зависимости действия радиации на сетчатку и ретинальный пигментный эпителий глаза, так и усовершенствования методов неинвазивного спектрального анализа аутофлуоресценции глазного дна.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект №. 122041400102-9), а также при поддержке Программы развития Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (проект № 23-Ш06-20).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Таирбеков М.Г., Петров В.М.* Медико-биологические эффекты ионизирующих излучений. М.: МИФИ, 2005.

   Tairbekov M.G., Petrov V.M. Medical and biological effects of ionizing radiation. M.: MEPhI, 2005.

2. *Yakovleva M.A., Feldman T.B., Lyakhova K.N. et al.* Ionized radiation-mediated retinoid oxidation in the retina and retinal pigment epithelium of the murine eye // Radiat. Res. 2022. V. 197. P. 270–279.

3. *Feldman T., Yakovleva M., Utina D. et al.* Short-Term and Long-Term Effects after Exposure to ionizing radiation and visible light on retina and retinal pigment epithelium of mouse eye // Int. J. Mol. Sci. 2023. V. 24. 17049.

4. *Schmitz-Valckenberg S., Holz F.G., Bird A.C. et al.* Fundus autofluorescence imaging // Retina. 2008. V. 28. P. 385-409.

5. *Островский М.А.* Молекулярная физиология зрительного пигмента родопсина. Актуальные направления // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2020. Т. 106. № 4. С. 401–420.

   Ostrovsky M.A. Molecular physiology of the visual pigment rhodopsin. Current directions // Russian Physiological Journal named after I.M. Sechenov. 2020, vol. 106, no. 4, pp. 401–420.

6. *Boulton M., Dontsov A., Jarvis-Evans J. et al.* Lipofuscin is a photoinducible free radical generator. J. Photochem. Photobiol. B Biol. 1993, no.19, pp. 201–204.

7. *Sparrow J.R., Vollmer-Snarr H.R., Zhou J. et al.* A2E-epoxides damage DNA in retinal pigment epithelial cells. Vitamin E and other antioxidants inhibit A2E-epoxide formation. J. Biol. Chem. 2003, vol. 278, no. 20, pp. 18207–18213.

8. *Dontsov A., Yakovleva M., Trofimova N. et al.* Water-soluble products of photooxidative destruction of the bisretinoid A2E cause proteins modification in the dark. Int. J. Mol. Sci. 2022, vol. 23(3), 1534.

9. *Feldman T., Ostrovskiy D., Yakovleva M. et al.* Lipofuscin-mediated photic stress induces a dark toxic effect on ARPE-19 cells. Int. J. Mol. Sci. 2022, vol. 23(20), 12234.

10. *Feldman T.B., Yakovleva M.A., Larichev A.V. et al.* Spectral analysis of fundus autofluorescence pattern as a tool to detect early stages of degeneration in the retina and retinal pigment epithelium. Eye. 2018, vol. 32, pp. 1440–1448.

11. *Bourauel L., Vaisband M., von der Emde L. et al.* Spectral analysis of human retinal pigment epithelium cells in healthy and AMD eyes. Invest Ophthalmol. Vis. Sci. 2024, vol. 65, 10.

12. *Schweitzer D., Gaillard E.R., Dillon J. et al.* Time-resolved autofluorescence imaging of human donor retina tissue from donors with significant extramacular drusen. Invest. Ophth. Vis. Sci. 2012, vol. 53, pp. 3376–3386.

13. *Schweitzer D., Quick S., Schenke S., et al.* Comparison of parameters of time-resolved autofluorescence between healthy subjects and patients suffering from early AMD. Ophthalmologe. 2009, vol. 106, pp. 714–722.

14. *Schweitzer D., Deutsch L., Klemm M. et al.* Fluorescence lifetime imaging ophthalmoscopy in type 2 diabetic patients who have no signs of diabetic retinopathy. J. Biomed. Opt. 2015, vol. 20, pp. 61106.

15. *Ramm L., Jentsch S., Augsten R. et al.* Fluorescence lifetime imaging ophthalmoscopy in glaucoma. Graefes. Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. 2014, vol. 252, pp. 2025–2026.

16. *Jentsch S., Schweitzer D., Schmidtke K.U. et al.* Retinal fluorescence lifetime imaging ophthalmoscopy measures depend on the severity of Alzheimer's disease. Acta ophthalmologica. 2014, vol. 93, pp. 241–247.

17. Патент РФ на изобретение № 2651126 (18.04.2018): Фельдман Т.Б., Островский М.А., Яковлева М.А., Ларичев А.В., Борзенок С.А., Арбуханова П.М. Способ раннего выявления возрастной макулярной дистрофии сетчатки.

    RF patent for invention No. 2651126 (04/18/2018): Feldman T.B., Ostrovsky M.A., Yakovleva M.A., Larichev A.V., Borzenok S.A., Arbukhanova P.M. A method for early detection of age-related macular degeneration of the retina.

18. Патент на полезную модель № 176795 (29.01.2018): Ларичев А.В., Панченко В.Я., Островский М.А., Фельдман Т.Б. Оптическое устройство для исследования глазного дна с целью выявления возрастной макулярной дистрофии сетчатки.

    Utility model patent No. 176795 (01/29/2018): Larichev A.V., Panchenko V.Ya., Ostrovsky M.A., Feldman T.B. An optical device for examining the fundus of the eye to detect age-related macular degeneration of the retina.

19. *Feldman T.B., Dontsov A.E., Yakovleva M.A. et al.* Photobiology of lipofuscin granules in the retinal

pigment epithelium cells of the eye: norm, pathology, age. Biophys. Rev. 2022, vol. 14, pp. 1051–1065.

20. *Mao X.W., Boerma M., Rodriguez D. et al.* Acute effect of low-dose space radiation on mouse retina and retinal endothelial cells. Radiat. Res. 2018, vol. 190, pp. 45–52.
21. *Mao X.W., Pecaut M.J., Stodieck L.S. et al.* Space flight environment induces mitochondrial oxidative damage in ocular tissue. Radiat. Res. 2013, vol. 180, pp. 340–350.
22. *Mao X.W., Archambeau J.O., Kubinova L. et al.* Quantification of rat retinal growth and vascular population changes after single and split doses of proton irradiation: translational study using stereology methods. Radiat. Res. 2003, vol. 160, pp. 5–13.

A NEW APPROACH TO ASSESSING THE CONSEQUENCES OF RADIATION ON THE EYE

M.A. Ostrovsky[a,b,*], T.B. Feldman[a,b,]**

[a] *Faculty of Biology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*
[b] *Emanuel Institute of Biochemical Physics of the Russian Academy of Siences, Moscow, Russia*
**E-mail: ostrovsky3535@mail.ru*
***E-mail: feldmantb@mail.ru*

The authors propose a new approach to assessing the consequences of exposure to ionizing radiation on the structures of the eye. The approach is based on the results recently obtained by the authors together with employees of the Joint Institute for Nuclear Research in Dubna, according to which radiation exposure causes oxidation of the bisretinoids contained in the structures of the eye - the retina and retinal pigment epithelium. As a result of this oxidation, the fluorescence spectrum of bisretinoids shifts to the blue region of the visible spectrum. The shift in the fluorescence spectrum can be recorded non-invasively using the method of recording fundus autofluorescence, which is currently generally accepted in ophthalmology. Since the oxidation of bisretinoids occurs during radiation exposure, it becomes possible almost immediately after irradiation to assess the degree of impact of ionizing radiation on both the structures of the eye and the body as a whole. There is no analogue to such a non-invasive assessment of the effects of radiation on the body. The proposed approach may become important for assessing the radiation safety of nuclear industry workers, astronauts, and patients undergoing proton or gamma therapy.

Keywords: ionizing radiation, assessment of the consequences of ionizing radiation, eye, retina, retinal pigment epithelium, bisretinoids, fundus autofluorescence.

ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, 2024, том 94, № 7, с. 665–676

ЭССЕ

“...Я ПРОЖИЛ ЖИЗНЬ”

К 125-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ПИСАТЕЛЯ А.П. ПЛАТОНОВА

© 2024 г. Н.В. Корниенко[a],*

[a] *Институт мировой литературы имени А.М. Горького РАН, Москва, Россия*

**E-mail: natalkornienko@yandex.ru*

Поступила в редакцию 09.03.2024 г.
После доработки 08.06.2024 г.
Принята к публикации 25.06.2024 г.

В 2006 г. на государственное хранение перешёл семейный архив классика русской литературы XX века Андрея Платоновича Платонова. В статье рассказывается об этапах научного освоения богатейшего архива, обозначен широкий круг текстологических и источниковедческих вопросов изучения наследия, представлены основные проекты и направления работы научной группы ИМЛИ РАН, готовящей первое научное собрание сочинений писателя и труды-спутники академического издания.

Ключевые слова: Платонов, архив писателя, Российская академия наук, первое научное собрание сочинений, биография писателя, текстология произведений, научная группа.

DOI: 10.31857/S0869587324070075, **EDN:** FMAUMQ

Если бы – мой брат Митя или Надя – через 21 год после своей смерти вышли из могилы подростками, как они умерли, и посмотрели бы на меня: что со мной сталось?

– Я стал уродом, изувеченным, и внешне, и внутренне.

– Андрюша, разве это ты?

– Это я: я прожил жизнь.

А. Платонов, 1942[1]

Юбилейную статью, посвящённую одному из блистательных классиков русской литературы XX в., позволю себе построить как отчёт перед Российской академией наук. Напомню, что только благодаря принятому президиумом РАН решению президентом РАН академиком РАН Ю.С. Осиповым 3 июля 2006 г. было подписано распоряжение “О приобретении архива А.П. Платонова”, которым Институту мировой литературы РАН выделялись средства на приобретение архива писателя. 16 ноября того же года были подписаны акты приёма-передачи семейного архива, и он поступил на хранение в отдел рукописей института. Этими датами отмечено масштабное общекультурное событие. Именно благодаря Академии наук на государственное хранение перешёл один из богатейших писательских архивов, а государство в лице Российской академии наук исполнило свой долг перед выдающимся русским писателем и верным сыном отечества [2, с. 85–91; 3, с. 409–414]. Для филологической науки открылась перспектива – вернуть в культуру подлинного Платонова, освободить тексты шедевров его прозы от огромного количества напластований как прижизненной, так и посмертной редакторской правки, восстановить реальную, а не придуманную в угоду тому или иному политическому моменту биографию писателя.

К 2006 г. в институте сложилась небольшая научная группа[2], занимающаяся подготовкой научного Собрания сочинений Платонова. Этот проект появился в планах института в 1993 г. благодаря участию

КОРНИЕНКО Наталья Васильевна – член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник отдела новейшей русской литературы и литературы русского зарубежья ИМЛИ РАН.

[1] Из записной книжки 1942 г. [1, с. 229]. Митя и Надя – младшие брат и сестра писателя; отравились грибами в детском лагере летом 1921 г.

[2] Старшие научные сотрудники, кандидаты филологических наук Е.В. Антонова, Н.И. Дужина, Д.С. Московская (сегодня – доктор филологических наук, заведующая отделом рукописей ИМЛИ, заместитель директора института), Е.А. Роженцева, Л.Ю. Суровова, Н.В. Умрюхина.

Андрей Платонович Платонов (1899–1951). 1930-е годы

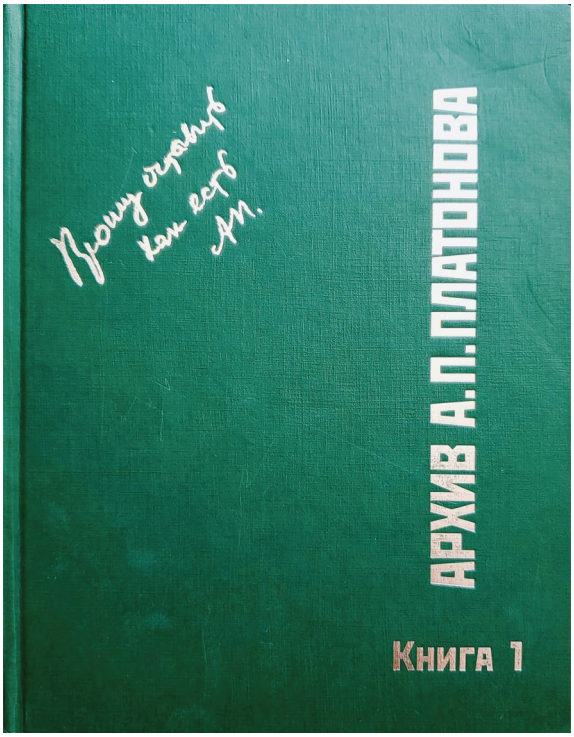
в нём дочери писателя Марии Андреевны Платоновой, предоставившей группе некоторые материалы семейного архива. Первые научные результаты этого сотрудничества нашли отражение в издании выпусков коллективного труда «“Страна философов” Андрея Платонова: проблемы творчества» (выходят с 1994 г.). К 100-летию со дня рождения Платонова были подготовлены к изданию записные книжки писателя [1], составлено научное описание автографа романа “Счастливая Москва” [4, с. 7–105], опубликованы первые документы “губмелиоратора Платонова” из фондов Наркомата земледелия СССР, хранящиеся в Государственном архиве РФ, и переписка Платонова с Гослитиздатом 1921–1922 гг. о публикации книг его стихотворений и статей (“Думы коммуниста”). В выпуске “Страны философов”, подготовленном к юбилею, впервые была документирована история работы инженера Платонова в 1932–1935 гг. в тресте “Росметровес” [5, с. 787–804], опубликованы ранее неизвестные материалы писателя из архива ФСБ [5, с. 837–936]. В 2004 г. вышел первый том научного собрания сочинений, представляющий воронежский период творчества Платонова: лирику, рассказы, статьи [6].

Переход семейного архива в отдел рукописей ИМЛИ обозначил принципиально новую ситуацию в работе над собранием сочинений: теперь исследователи работали не с ксерокопиями документов, а с живыми рукописями – автографами и прижизненными машинописями, они получили представление о всём составе и объёме до того неизвестного архивного материала.

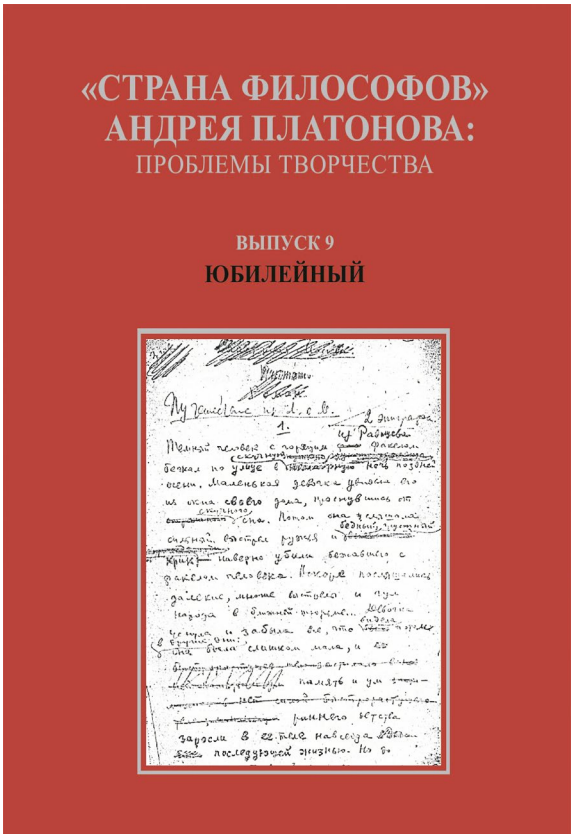
На разборку и научное описание поступившего в отдел рукописей семейного архива Платонова (фонд № 629) ушло почти пять лет. Были сформированы 6 описей (“Рукописи”, “Записные книжки и записи”, “Письма”, “Материалы к биографии”, “Библиотека А.П. Платонова”, “Материалы жены и дочери писателя”). В описи “Рукописи” 364 автографа и авторизованных машинописей Платонова, на сегодняшний день это самое большое хранилище рукописей писателя, каждая из которых нами была датирована; описана каждая страница не только автографа, но и её оборот. В качестве бумаги для нового текста Платонов зачастую использовал чистые обороты машинописей другого произведения. Фрагменты автографа одного произведения могли находиться на оборотах машинописей другого текста или среди других материалов; в процессе разборки архива важно было свести эти фрагменты воедино. Некоторые одиночные листы автографа обнаруживали свою непосредственную связь с листами из других архивохранилищ. Так, в хранящемся в РГАЛИ (Российский государственный архив литературы и искусства) автографе блистательной статьи Платонова “Великая Глухая” (1930) зиял пробел – отсутствовал фрагмент страницы; с пометой об утрате части автографа статья ранее и печаталась. Выпавший при первой передаче материалов семейного архива на государственное хранение[3] фрагмент автографа был выявлен при разборке семейного архива, и теперь текст статьи печатается по двум источникам – неполному автографу РГАЛИ и фрагменту ОР ИМЛИ [7 (2), с. 324–326, 783–796].

В ходе этой скрупулёзной работы продолжалась подготовка следующих томов собрания сочинений и было принято решение открыть труд-спутник собрания сочинений – “Архив А.П. Платонова”. Это издание призвано вводить в научный оборот неизвестные архивные материалы, разрабатывать контекстную проблематику и идеологию комментирования текстов, восстанавливать историю текста каждого произведения, проводить стыковку материа-

[3] В 1951 г., после смерти Платонова, часть архива писателя была приобретена ЦГАЛИ (ныне – РГАЛИ), где сформирован первый фонд А.П. Платонова (ф. 2124). В 1970-е годы небольшая часть семейного архива была приобретена Пушкинским домом (рукописный отдел ИРЛИ РАН, ф. 780). В те же годы небольшая часть документов составила фонд Платонова в отделе рукописных фондов Государственного музея истории российской литературы им. В.И. Даля (ГЛМ, ф. 335).



Обложка первой книги “Архива А.П. Платонова”. М.: ИМЛИ РАН, 2009



Юбилейный выпуск труда-спутника Собрания сочинений А.П. Платонова, изданный в 2024 г. ИМЛИ РАН

лов нашего фонда с другими хранилищами, где находятся рукописи и документы биографии Платонова.

В научной повестке изучения творчества писателя вопросы специфики его наследия занимают особое место. Его документы, включая письма, хранятся не только в специальных литературных архивохранилищах (РГАЛИ, РО ИРЛИ, ОР ИМЛИ, ОР ГЛМ), но и в совершенно никак не связанных с литературой, что объясняется биографией писателя Платонова (урождённый Климентов) – талантливого мелиоратора, инженера, изобретателя (полученные им патенты на изобретения находятся как в нашем фонде, так и в Патентной библиотеке России). Производственные записки, деловая переписка, чертежи и патенты представляют не только важнейшую часть жизни Платонова, но и подводят нас к феномену его литературной личности, объясняют эстетическую и идейную позицию писателя в литературной жизни эпохи[4] и представляют богатейший материал жизни, преображённый пером художника в новую реальность, вселенную.

Первая книга “Архива А.П. Платонова” вышла в свет в 2009 г. [9], на её обложке – автограф, ставший кодексом нашего издания:

“Прошу оставить как есть. АП”[5].

Эта запись имеет универсальный характер и относится как к текстам произведений, так и к биографии Платонова, о которой сложилось немало небылиц, а то и откровенной неправды.

Первая книга “Архива” состояла из трёх разделов. Первый – “Текст и его история” – представил комментированные публикации автографов ранее неизвестных текстов писателя, а также таких широко известных произведений, как повесть “Впрок” (1931), вызвавшая жёсткую реакцию И.В. Сталина; в семейном архиве хранилась прежде неизвестная первая редакция повести, с которой начиналась история знаменитой “Бедняцкой хроники”. Публикуемые автографы позволяют войти в фантастический мир рождения платоновских шедевров – пройти вместе

[4] Платонов имел свою позицию по вопросу о необходимости писателю иметь вторую профессию, этот вопрос не раз обсуждался в дискуссиях 1920-х – начала 1930-х годов. Позиция Платонова была достаточно определённа и однозначна: он доказывал, что и этически, и эстетически советский писатель просто обязан иметь не вторую, а первую профессию; см., например, ответ на вопрос анкеты “Какой нам нужен писатель” 1931 г. о второй профессии писателя: «В эпоху устройства социализма “чистым” писателем быть нельзя. <...> Искусство найдёт себе время родиться в свободные выходные часы» [8, с. 287].

[5] Запись Платонова на полях машинописи рассказа “Июльская гроза” (1938) относится к правке текста редактором журнала “Октябрь” (РГАЛИ).

с писателем от блестящих вариантов одной фразы, абзаца, от редакции главы до текста, ставшего всемирно известным. “Следовать за мыслью великого человека есть наука самая занимательная” – эти широко известные строки А.С. Пушкина наиболее точно передают смысл и пафос работы исследователя с рукописями классиков, которые открывают нам тайное тайных писательской лаборатории и если не дают полный ответ на вечный филологический вопрос “как это сделано”, то прокладывают к нему верную дорожку, точнее – тропочку.

Второй раздел “Архива” – “Эпистолярное наследие” – в актуальную научную повестку ставит вопрос собирания писем Платонова. Он их немало написал: родным, друзьям и товарищам по службе, редакторам журналов и издательств, руководителям Союза писателей и государства. Сотни писем и телеграмм за подписью инженера и губмелиоратора Платонова уходили в Москву, в Наркомат земледелия СССР, в уезды Воронежской губернии (уездным техникам и мелиораторам), руководству Воронежского и Тамбовского земельных управлений, где он служил... Письма Платонова – замечательный документ русской истории и литературы, быта советской эпохи, бесценный, а зачастую единственный надёжный первоисточник для понимания многих сюжетов его прозы, составления хроники жизни и творчества и комментария его произведений. В “Архиве” впервые полностью печатаются ранее известные лишь в извлечениях письма Платонова 1920–1940-х годов к невесте и жене Марии Кашинцевой – письма-поэмы о любви, письма-новеллы о единственной женщине в его жизни, “письма о любви и горе”... Эта часть наследия Платонова, освоенная, ещё раз отметим, фрагментарно, позволила собрать и выпустить в 2013 г. первое издание 330 писем Платонова [10], в 2019 г. выходит второе издание, дополненное новым эпистолярием. Работа на этом направлении продолжается и сегодня.

Третий раздел “Архива” – “Документы жизни и творчества” – вводит в научный оборот также ранее неизвестные материалы нашего фонда и других архивохранилищ страны. Особое место среди материалов раздела занимает публикация “Семейная трагедия Андрея Платонова (К истории следствия по делу Платона Платонова)”, основанная на документах семейного архива и архива ФСБ история ареста (в 1938 г.) и освобождения (в 1940 г.) сына Платонова.

В 2016 г. выходит второй том “Сочинений” [11], представляющий творчество Платонова 1926–1927 гг., условно названный нами московско-тамбовский период жизни и творчества. Том, открывающийся пятью блистательными повестями Платонова – “Эфирный тракт”, “Епифанские шлюзы”, “Город Градов”, “Сокровенный человек”, “Ямская слобода”, выстроен с учётом автографов текстов, которые теперь находятся в фонде Платонова ИМЛИ. С окончанием работы над томом, с произведениями которого фактически начинается вхождение Платонова во всесоюзную литературную жизнь, разворачивается работа над следующими томами собрания сочинений и 2-й книгой “Архива А.П. Платонова”. Тома выходят по мере их готовности: за томом II в 2020 г. выходит том IV (в 2-х книгах), за ним в 2021 г. – том III [12], а после тома III начинают выходить книги тома VI (в 3-х книгах), представляющего прозу, драматургию и литературную критику 1936–1941 гг.; в 2023 г. вышла 3-я книга [13]; в 2025 г. планируется издание 1-й и 2-й книг; развёрнута работа над томом V, осваивается богатейшее наследие военного периода (тома VII в 2-х или 3-х книгах).

Публикации в собрании сочинений главного романа Платонова – романа “Чевенгур” (том III) предшествовала подготовка и издание второй книги “Архива А.П. Платонова” [14] – с полным описанием истории рукописи романа, авторской работы над каждой её страницей. В ходе проводившегося уже не один год исследования было установлено, что сначала автограф был разобран самим автором, а затем, уже после смерти писателя, рукопись “Чевенгура”, включающая в себя рукописные (автограф) и машинописные страницы, была передана в Пушкинский Дом (ИРЛИ РАН), а большая часть перечёркнутых страниц автографа и машинописей фрагментов романа оставлена в семье. Недоступность материалов семейного архива, её последствия во всей красе проявили себя в печальной ситуации, сложившейся вокруг главного романа. В интеллектуальном контексте исследований романа закрепилось прочтение “Чевенгура” как антиутопии, а выстроенная на основе рукописи ИРЛИ по-своему оригинальная история создания романа определила научные гипотезы о поэтике романа. Утверждалось, что Платонов сложил общую рукопись романа из рукописных страниц и ранее написанных фрагментов каких-то текстов (машинописи). Из этого положения следовал вывод о фрагментарности поэтики романа и монтажности как принципах работы автора над текстом романа. Оба вывода имели своё мощное, можно сказать, документальное обоснование в характере составной рукописи ИРЛИ.

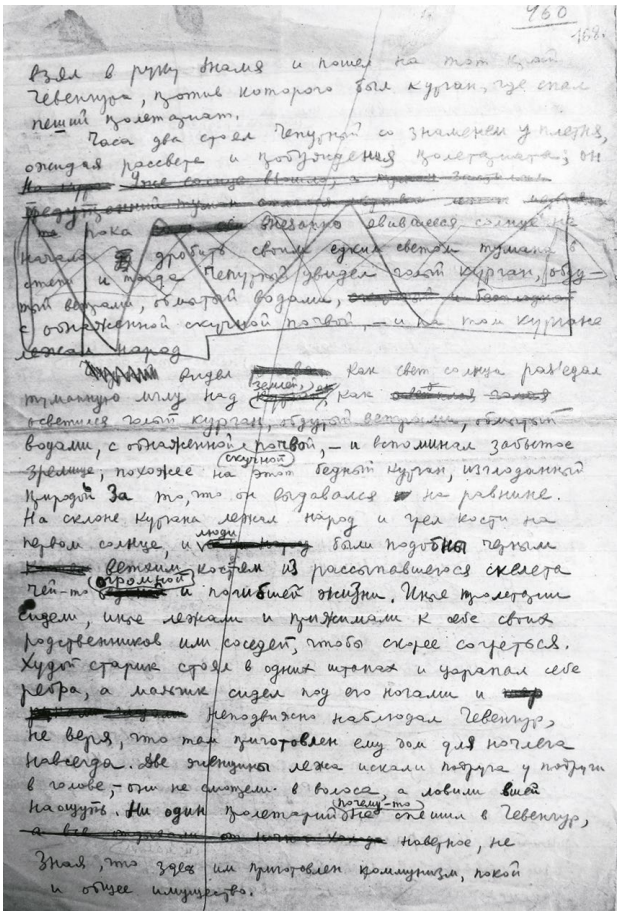
Дополнительный анализ составной рукописи романа, хранящейся в РО ИРЛИ, – характера нумерации страниц, авторских маргиналий на полях – позволил вычленить в ней автограф, текст, выполненный рукой Платонова, и соотнести этот текст и нумерацию его страниц с рукописными страницами семейного архива (сегодня – архива ИМЛИ). Результатом проведённой работы стало восстановление единого рукописного текста романа в его первой и второй редакциях.

Важно было распознать движение карандаша Платонова и сделанные для себя (и как оказалось – для нас) пометы на полях. Всё в этой исследовательской работе доставляет радость, ты идёшь с автором

и за автором, щедро представляющим тебе документальный материал для построения той или иной научной гипотезы.

Вторым этапом работы стало изучение истории машинописных страниц в составной рукописи романа. Оказалось, что это не какие-то ранние тексты писателя, а машинописи, выполненные с автографа романа. Указания на это сохранил сам автограф в сделанных Платоновым многочисленных пометах для машинистки “Отсюда” и “До сих”, которыми отмечался фрагмент написанного (ещё раз повторим – от руки) текста для его перепечатки. Получив машинопись фрагмента (обычно 2–3 экземпляра), Платонов редактировал текст, превращал его в рассказ и давал ему заглавие. Так появились рассказы или отрывки из романа: “Потомок рыбака”, “Происхождение мастера”, “Путешествие в 1921-м году”, “Любовь Дванова”, “Путь в Чевенгур”, «Сочельник коммунизма (Из повести “Чевенгур”)», “Прочие в Чевенгуре”, “Двое людей”. Готовя в 1929 г. для машинистки полный текст романа, Платонов заменил многие рукописные страницы на сделанные с автографа машинописи, проведя дополнительную правку. Так на страницах машинописных вставок в рукописи романа нашли отражение разные временны́е этапы работы над текстом. В подготовленном томе “Архива” представлено не только полное описание рукописи романа, но и истории всех его фрагментов-рассказов. Поверьте, это увлекательное чтение не только для исследователей Платонова.

Описание рукописи позволило перейти к подготовке текста романа в составе собрания сочинений, кроме основного текста в том III вошла первая редакция романа “Строители страны”, текст которой был вычленен из рукописного свода материалов фондов Платонова ИМЛИ и ИРЛИ. Удалось уточнить и историю двух экземпляров издательских гранок романа в издательстве “Молодая гвардия”, с датой 1930 г. Подготовке этого издания[6] мы обязаны Георгию Захаровичу Литвин-Молотову, члену редколлегии издательства “Молодая гвардия”, человеку, сыгравшему едва ли не главную роль в литературной судьбе Платонова: член Воронежского губкома РКП(б) Литвин-Молотов открыл для молодого Платонова страницы воронежских газет, написал рекомендацию в партию; возглавив краснодарское издательство “Буревестник”, он выпустил сборник стихотворений Платонова “Голубая глубина”, написав к нему предисловие; публикациям первых книг Платонова в московских издательствах мы обязаны также не собратьям по литературному цеху, а Литвину-Молотову. Его участие в появлении повести “Город Градов” сохранила машинопись одноимённого рассказа с подробными постра-



Роман “Чевенгур”. Автограф. ОР ИМЛИ

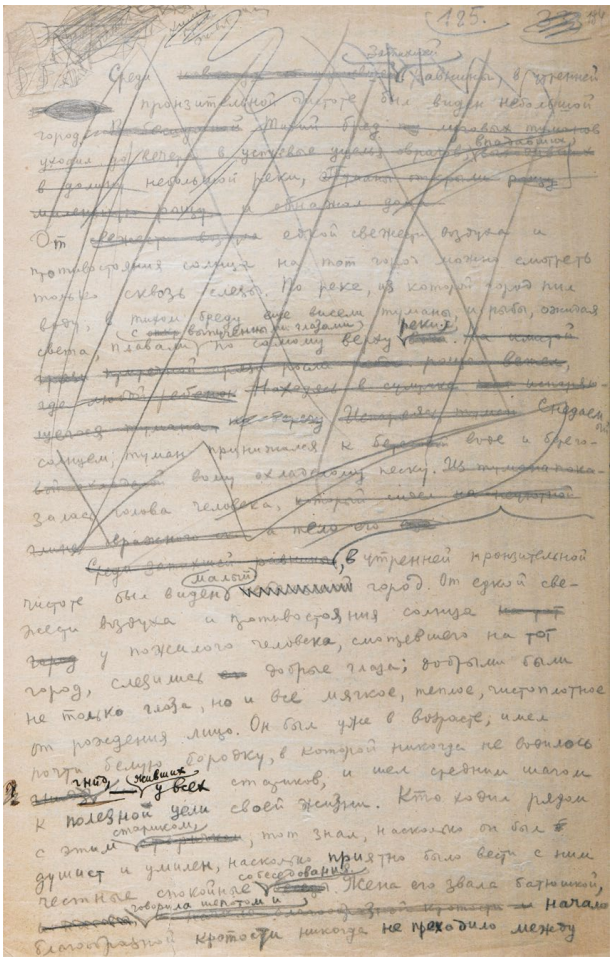
ничными пометами редактора, а участие в истории создания романа подтверждено документально – письмом редактора Платонову о присланном ему большом фрагменте будущего романа “Строители страны” [14, с. 637–641]. В процессе переработки первой редакции романа произойдёт изменение замысла произведения, а героям “Строителей страны” предстоит или исчезнуть из нового романа или обрести другую биографию, а также пройти свою дорогу в город Чевенгур.

Рукопись открыла для нас и главную присокровенную тему романа, мимо которой до того проходили как зарубежные, так и отечественные интерпретаторы. Две записи Платонова на страницах с сокращённой в автографе подробной историей строительства города Чевенгура:

“Кто такие чевенгурцы? Это отходники тоже: два потока” [14, с. 371];

“Раньше все – Чепурн<ый>, Пиюся и пр<очие> ч<евенгур>цы это отходники, построив<шие> Ч<евенгу>р” [14, с. 397] – презентуют историческую и тему крестьянского отхода (оставшийся в черновике год основания уездного города Чевенгур – 1861, год отмены крепостного права) и её современный извод XX в. Если вглядеться в состав главных идео-

[6] Издание романа “Чевенгур” было приостановлено летом 1930 г. в ходе проверки издательства специальной комиссией, что удалось установить из информации, опубликованной в “Комсомольской правде” [12, с. 592–594].



Роман “Чевенгур”. Автограф. РО ИРЛИ

логов нового коммунистического Чевенгура, то мы обнаружим, что их биографии представляют разные исторические потоки крестьянского отходничества. Безжалостный Пиюся был когда-то “терпеливым каменщиком”; Пётр Варфоломеевич Вековой – пастухом; из “мужиков” – организатор ревзаповедника Пашинцев; рыцарь прекрасной дамы Розы Люксембург Степан Копёнкин родом из далёкой Сибири, куда ушли когда-то за землёй и лучшей долей его предки.

В написанном во время работы над романом рассказе “Областные организационно-философские очерки” (1928; печатался под названием “Че-Че-О”) Платонов дал собственное определение исторического генезиса не только чевенгурских идеологов, но и крестьянской основы революции 1917 г.: “Столыпин дал исход деревенской верхушке на хутора, а остальное крестьянство нашло себе выход в революции” [4 (2), с. 14].

Платонов знал об отходничестве не только по произведениям русской литературы (в его библиотеке находился том дореволюционного собрания сочинений Глеба Успенского с его знаменитыми очерками о деревне пореформенной эпохи), но и по собственному производственному опыту. Засуха и голод сначала 1921-го, а затем 1924 г. вытолкнули из деревень средней России тысячи крестьян – уходили, как прежде, на юг, в Сибирь, в центральные города. Именно засуха 1921 г., можно сказать, прервала блистательное восхождение революционного поэта и публициста Платонова, о чём он прямо напишет в автобиографии 1924 г.: “Засуха 1921 г. произвела на меня чрезвычайно сильное впечатление и, будучи техником, я не мог уже заниматься созерцательным делом – литературой” [15, с. 180]. К 1927–1928 гг., времени работы над романом, отходничество в СССР приобрело угрожающие масштабы: биржи центральных городов были переполнены безработными сезонными рабочими, эта тема не сходила со страниц центральных газет. Тема крестьянского отхода, оформившаяся в повестях 1927 г. и в “Чевенгуре”, остаётся среди важнейших тематических узлов содержания в скорбном русском “Котловане” (1930); в повести “Джан” (1935) будут собраны те же чевенгурские сироты, “прочие” – дети отходников народов бывшей Российской империи. Разные сюжетные решения темы “власти земли” над человеком и его освобождения от этой “власти”, забвения “святого хлебопашества” мы находим и далее в творчестве писателя – в рассказах 1930-х годов, в военных и послевоенных рассказах.

Через философские и поэтические контексты крестьянская тема обретает в “Чевенгуре” и “Котловане” всемирное звучание: утратив связь с землёй человек лишается “душевных корней” жизни и творчества. Личное воспоминание об отце в записной книжке начала 1930-х годов является пояснением к затронутой теме и авторским комментарием к базовым лозунгам так называемого реконструктивного периода “Техника... решает всё” (И. Сталин, 1931) и созданию более совершенной “второй природы”:

«“В Задонск!” – лозунг отца, крестьянский остаток души: на родину, в поле, из мастерских, где 40 лет у масла и машин прошла жизнь» [1, с. 111].

Приобретённый в ходе работы опыт реально-исторического комментирования произведений Платонова, можно сказать, просто обязал нас на новом этапе вернуться к воронежскому периоду жизни автора “Епифанских шлюзов” и “Чевенгура”. Этот период творчества представлен в томе I, который создавался, когда мы ещё не располагали семейным архивом и не представляли масштаба и объёма работы с наследием писателя. Между тем в автобиографическом платоновском тексте особым статусом отмечены именно годы детства[7] и юности писателя.

В 1926–1927 гг., приступив к написанию первых больших эпических текстов, Платонов обратится

[7] В многодетной рабочей семье Климентовых Андрей был старшим, поэтому работать стал рано, с 13 лет, после окончания церковноприходской школы и городского училища; подробно см.: [16, с. 37–48; 17, с. 300–304].

к пережитому им лично, в том числе к богатейшему философскому и производственному опыту, сделав его предметом исторического, политического, экономического, философского и эстетического анализа и авторской рефлексии (повести "Эфирный тракт", "Епифанские шлюзы" и "Город Градов"). Это было первое, но не последнее обращение Платонова-художника к опыту "губмелиоратора Платонова". То целыми сюжетами, то деталями этот опыт найдёт отражение в романе "Чевенгур" (1927–1929), в рассказах и повестях 1928–1932 гг., в туркменском цикле текстов, в биографиях героев довоенных, военных и послевоенных рассказов, в статье "Страхование урожая от недорода" (1948). И даже в русских сказках в описаниях традиционных для сказочных сюжетов колодцев появляются детали, связанные с опытом Платонова по строительству колодцев в Воронежской и Тамбовской губерниях.

Каждая новая встреча с прошлым пронизывалась в его творчестве вечными вопросами смысла истории и самой жгучей современностью, обретала свои художественные формы, предлагала свою систему образов и оценок, и, кажется, открывала неисчерпаемость и внутреннюю противоречивость тем личной биографии и пережитого. Ироническая градовская интонация не уйдёт из его творчества, но постепенно начнёт вытесняться сначала печальной, а затем и светлой интонацией воспоминаний о юности, высокой поэтической настроенностью в обращении с сюжетами из собственной жизни и раннего творчества. Однако к какому бы из этих слоёв памяти художественных текстов, представляющих в целом своеобразный и грандиозный палимпсест, мы ни обратимся, он всегда восходит к своему первоначальному источнику – дням жизни губернского мелиоратора Платонова.

К настоящему времени освоен огромный свод архивных материалов этого периода, без которых просто невозможно даже подойти к составлению научного комментария не только материалов воронежского периода жизни Платонова, но и главных произведений писателя, вошедших в золотой фонд русской классики. При этом также очевидно, что до полноты освоения архивных материалов этого периода жизни Платонова ещё далеко, а фундаментальные законы источниковедения о выявлении и привлечении к анализу всех документов ещё никто не отменял.

Документирование воронежского периода жизни, отмеченное исследованиями краеведа О.Г. Ласунского [16] и редактора тома I Собрания сочинений Платонова Е.В. Антоновой [17], нуждается в дополнениях, что и послужило одной из причин решения открыть работу над 3-й книгой "Архива А.П. Платонова", которая будет посвящена производственному и техническому наследию писателя 1920–1940-х годов. Как видно по датам, архивный том составят не только воронежские материалы.

Лишь один пример на тему значимости биографических документов не только для составления летописи жизни и творчества писателя, но и для проблемно-тематического анализа его художественного текста, понимания его своеобразия. Ещё раз подчеркнём, что уже опубликованные материалы из архивохранилищ Москвы (Наркомата земледелия СССР в Государственном архиве Российской Федерации) и Воронежа (Губернского земельного управления, ГЗУ, в Государственном архиве Воронежской области, ГАВО), связанные мелиоративными работами Платонова 1924–1926 гг., служат сегодня едва ли не базовым источником для реального комментария многих сюжетов и образов в рассказах, повестях и сценариях Платонова 1920–1930-х годов. Однако в больших сводах архивных материалов ГЗУ ГАВО, имеющих, подчеркнём, специальный производственный характер, среди пропущенных оказались документы по организации огнестойкого строительства в Воронежской губернии. Их немало, а под большинством документов – докладных записок, деловых писем, распоряжений, выписок из постановлений ГЗУ и уездных товариществ огнестойкого строительства, виз на самых разных письмах-просьбах из уездов стоят подписи Платонова: "губмелиоратор Платонов" или сокращённое "АП". Этот материал даёт с полным основанием утверждать, что именно с именем Платонова связано возрождение огнестойкого строительства в губернии. В январе 1925 г., когда Платонову было поручено ещё и это направление работы возглавляемого им подотдела сельхозмелиораций, ситуация с пожарами, "горимостью" домов в уездах губернии, выглядела катастрофической и удручающей. Открытые до революции черепичные мастерские бездействовали, не работали цементные заводы, в губернии практически отсутствовали стройматериалы. Вот как выглядела ситуация с огнестойким строительством в одном из документов 1925 г:

"До войны и 1917 г. – в деле огнестойкого строительства по губернии обращалось оборотного капитала – 6.000. 000 р.

Оборудованных и действующих кирпичных заводов было – 18.

Оборудованных и действующих черепичных мастерских – 27.

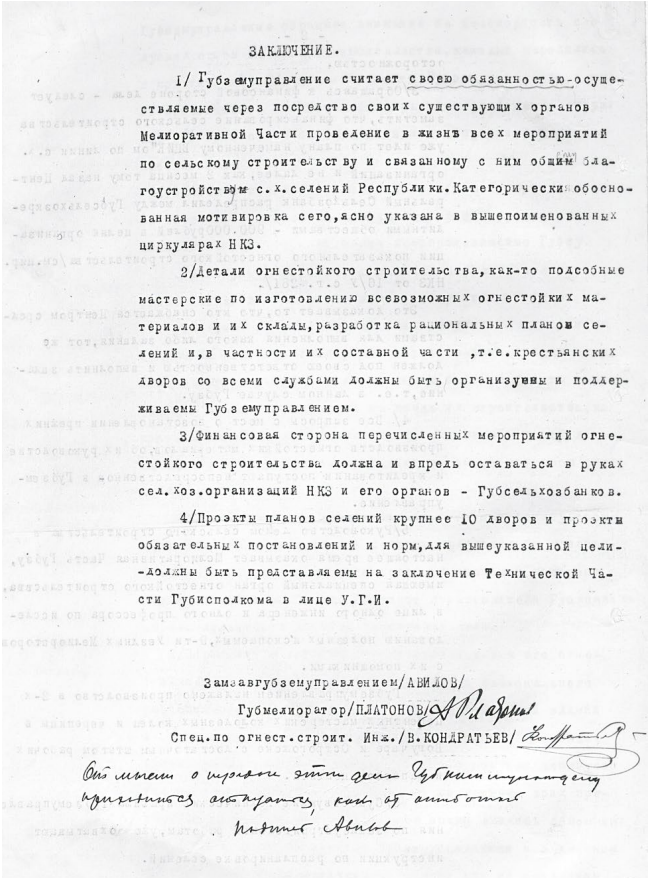
Крестьянин был сыт и кредитоспособен.

Ныне же крестьянин разорён и войнами, и неурожаем и некредитоспособен до того, что снимает железную крышу с хаты и везёт её на базар, заменяя железо соломой.

Кирпичных заводов действует только – 2

и ни одной черепичной мастерской"[8].

[8] ГАВО. Ф. Р-19. Оп. 78. Ед. хр. 12. Л. 54. Полностью архивные материалы по данной теме печатаются в юбилейном выпуске "Страны философов" [18, с. 733–755]; см. также нашу статью в журнале "Крестьяноведение" [19].



ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

1/ Губземуправление считает своей обязанностью осуществляемые через посредство своих существующих органов Мелиоративной Части проведение в жизнь всех мероприятий по сельскому строительству и связанному с ним общим благоустройством с.х. селений Республики. Категорически обоснованная мотивировка сего, ясно указана в вышепоименованных циркулярах НКЗ.

2/Детали огнестойкого строительства, как-то подсобные мастерские по изготовлению всевозможных огнестойких материалов и их склады, разработка рациональных планов селений и, в частности их составной части, т.е. крестьянских дворов со всеми службами должны быть организованы и поддерживаемы Губземуправлением.

3/Финансовая сторона перечисленных мероприятий огнестойкого строительства должна и впредь оставаться в руках сел.хоз.организаций НКЗ и его органов - Губсельхозбанков.

4/Проекты планов селений крупнее 10 дворов и проекты обязательных постановлений и норм, для вышеуказанной цели-должны быть представляемы на заключение Технической Части Губисполкома в лице У.Г.И.

Зам.завгубземуправлением/АВИЛОВ/
Губмелиоратор/ПЛАТОНОВ/
Спец.по огнест.строит. Инж./В.КОНДРАТЬЕВ/

Докладная записка Губернского земельного управления об организации огнестойкого строительства. 1925. В числе подписавших – “губмелиоратор Платонов”. Государственный архив Воронежской области

На февраль 1926 г., когда уже решился вопрос отъезда Платонова из Воронежа, в губернии было открыто 20 черепичных мастерских; Платоновым подписаны десятки смет и заявок на кредиты, на выдачу ссуд крестьянским товариществам для открытия кирпичных заводов, известково-обжигательных печей, черепичных, цементных и кирпичных мастерских.

Открытие этой, ранее неизвестной страницы биографии позволяет по-новому прочитать многие сюжеты и образы в произведениях Платонова, увидеть в них то содержание жизни писателя, о котором ты раньше не догадывался, а попросту – не знал его. Однако, начиная с самых ранних произведений писателя, среди образов “старинного времени” дореволюционной русской деревни мы постоянно встречаем описание дома с соломенной крышей: “...деревня видна – куча хат, крытых внахлобучку тою же ржаной соломой” (“Память”, 1922); “...хаты, сделанные из глины, соломы и плетня” (“Город Градов”, 1927); “...глиносоломенные избы мелко-имущественных бедняков” (“Впрок”, 1930); “...живут в соломенных избушках”, “...лошади разбрелись – одна остановилась у соломенной крыши и начала дергать солому из неё” (“Котлован”); “...страна ещё глиносоломенная” (“Кухонный мужик Советского Союза” (1930–1931); “Здесь были поля, леса, соломенные деревушки, а в них жили печальные, бедные люди” (“Вся жизнь”, 1940).

Образы новой деревни в фантастической повести “Эфирный тракт” (1926–1927) выстраиваются как антитеза хаты/избы с соломенной крышей:

“Деревня резко изменила своё лицо – вместо соломы, плетней, навоза, кривых и тонких брёвен, в строительство вошли черепица, кирпич, толь, терризит, цемент, наконец, дерево, но пропитанное особым составом, делающим его несгораемым. Народ заметно потолстел и подобрел характером”.

Перечисленные строительные материалы созданы, конечно, не после революции, но в тексте появились они не случайно, а список составлен со знанием дела и в памяти текста закреплены прежде всего ценностные детали биографии автора, которыми он наделяет своих любимых героев. Так, важным этапом в биографии инженера-изобретателя Михаила Кирпичникова (“Эфирный тракт”) является его работа в черепичной мастерской, которая пришлась на юношеские годы жизни; это дважды отмечается в тексте как ценностная характеристика героя: “Как умный и честный человек, как выходец из черепичной мастерской...”. В рассказе “Областные организационно-философские очерки” (1928) тема несгораемых строительных материалов и черепичных мастерских включается рассказчиком в генеральный план развития деревни, как его видел автор “Котлована”: “По прошлой своей работе в провинции, а также из теперешней поездки я убедился, что в деревне, кроме коллективов, нужны в первую очередь землеустройство, мелиорация и огнестойкое строительство”. Также во многом у автобиографического героя повести “Впрок” (1930), “душевного бедняка”, одна из его профессий связана с изготовлением черепицы: он “колодезный и черепичный мастер”.

Окрашенные особой сердечной интонацией памяти детства и юности писателя темы “соломенных деревушек” и черепичных мастерских найдут подробное описание в рассказе “Афродита” (1944), где в воспоминаниях главного героя рассказа “Афродита” полковника Назара Фомина, оказавшегося в освобождённом от фашистов родном “южном городе”, собраны и процитированы основные сюжеты воронежского периода жизни писателя: окраина “южного города” (Ямская слобода), где родился писатель; фантастические проекты будущего, которые выстраивал “рабочий-философ” Платонов; история с открытием электростанции в селе Рогачёвка; строительство плотин и колодцев в губернии и т.п. И если в биографии губмелиоратора Платонова огнестойкое строительство было одним из последних направлений его работы в ГЗУ, то в производствен-

ной биографии полковника Назара Ивановича Фомина ей отведено особое место:

“Назар Фомин заведовал вначале сельским огнестойким строительством в районе; это считалось небольшой должностью. Но он воодушевился этой работой, он принял её в своё сердце – не как службу, но как смысл своего существования... <...> Он тогда же изучил статистику пожаров в своём районе по земским сведениям и рассчитал, что если черепица заменит соломенную кровлю, то крестьянство от одной экономии на убытках от огня может, например, через три года построить в каждом селе по артезианскому колодцу с обильной здоровой водой или ещё что-либо, а в последующие три-четыре года можно на те же средства, спасённые черепицей от огня, построить местную электрическую станцию с мельницей и крупорушкой...”

Материалы по огнестойкому строительству из архива ГАВО представляют уникальный комментарий к этим страницам рассказа “Афродита” и в целом к произведениям, где присутствуют указанные выше темы огнестойкого строительства, наполняя их деталями истории страны, жизни народа и самого писателя.

“Я искал возможности быть политическим писателем” [8, с. 300], – скажет Платонов на творческом вечере 1932 г., и это признание важно как для понимания его литературной личности, так и языка любого его произведения, который превращает реалии и мельчайшие факты текущей исторической и политической жизни в реалистические, а порой в фантастические образы и с первых строк вводит читателя в новую вселенную, где действуют свои особые законы. Вот лишь некоторые экспозиции произведений Платонова разных лет, представляющие ту сложную простоту его языка, которым заговорила в его произведениях массовая народная жизнь и его “сокровенный человек”:

“Сколь разумны чудеса натуры, дорогой брат мой Бертран! Сколь обильна сокровенность пространства – то непостижимо даже самому могучему разумению и нечувственно самому благородному сердцу! “ (“Епифанские шлюзы”, 1927);

“Есть ветхие опушки у старых провинциальных городов. Туда люди приходят жить прямо из природы. Появляется человек – с тем зорким и до грусти измождённым лицом, который всё может починить и оборудовать, но сам прожил жизнь необорудованно” (“Чевенгур”, 1928);

“В марте месяце 1930 года некий душевный бедняк, измученный заботой за всеобщую действительность, сел в поезд дальнего следования на московском Казанском вокзале и выбыл прочь из верховного, руководящего города” (“Впрок”, 1930);

“В день тридцатилетия личной жизни Вощеву дали расчёт с небольшого механического завода, где он добывал средства для своего существования” (“Котлован”, 1930);

“Тёмный человек с горящим факелом бежал по улице в скучную ночь поздней осени. Маленькая девочка увидела его из окна своего дома, проснувшись от скучного сна. <...> Девочка уснула и забыла всё, что видела потом в другие дни: она была слишком мала, и память и ум раннего детства заросли в её теле навсегда последующей жизнью” (“Счастливая Москва”, 1934);

“Давно в ночное время сорок или больше всадников ехали мирным шагом в долине Фирюзы по краю речного потока. <...> Древняя иранская дорога уже тысячу лет несла на себе либо торжествующее, либо плачущее, либо мёртвое человеческое сердце” (“Такыр”, 1934);

«В город Москву шёл отходник из колхоза “Победитель” Семён Вещий» (“Московская скрипка”, 1935);

“Во двор Московского экономического института вышёл молодой нерусский человек Назар Чагатаев. Он с удивлением осмотрелся кругом и опомнился от минувшего долгого времени” (“Джан”, 1935);

“Он уехал далеко и надолго, почти безвозвратно. Паровоз курьерского поезда, удалившись, запел в открытом пространстве на расставание...” (“Фро”, 1936);

“Трава опять отросла по набитым грунтовым дорогам гражданской войны, потому что война прекратилась. В мире, по губерниям снова стало тихо и малолюдно: некоторые люди умерли в боях, многие лечились от ран и отдыхали у родных, забывая в долгих снах тяжёлую работу войны...” (“Река Потудань”, 1936).

Платонов писал быстро. Порой кажется, что и карандаш, которым выполнены практически все его рукописи, был необходим ему, чтобы не затормаживать сам процесс писания – личного высказывания, подчинённого выражению самой жизни, её “вещества существования”. В отличие от его современников, входивших в литературу вместе с революцией, Платонов надолго задержится с вхождением в московскую литературную жизнь, так в неё фактически и не войдя. Он и в Москве появится летом 1926 г. как успешный мелиоратор страны[9], однако вскоре потеряет службу и вновь окажется в Москве – на этот раз “без работы и почти без надежды” [10, с. 246]. Помощь приходит от инженеров Наркомата земледелия; от этого учреждения он получает в декабре 1926 г. назначение в Тамбов на должность губернского мелиоратора. В Тамбове его ждала ежедневная тяжёлая производственная

[9] В феврале 1926 г. на Всероссийском мелиоративном совещании губернский мелиоратор Платонов избирается в состав Всесоюзного секретариата земсекции ЦК Всеработземлес на должность ответственного секретаря; в конце мая он сдаёт дела и уезжает из Воронежа.

работа, новая встреча с наследием Пушкина и масштабный прорыв в творчестве, колоссальный выброс творческой энергии, которую, кажется, сама реальность исторгла из себя самой, предназначив для этого Платонова. Он принял её как удел – со смирением. И тогда горизонты ви́дения разомкнулись, и уже больше до конца его жизни это ви́дение не знало пределов. Он работает ночью: в несколько дней (точнее ночей) заканчивает фантастическую повесть, в несколько недель – эстетически совершенную историческую повесть "Епифанские шлюзы", за ней – современный "Город Градов". Вернувшись весной в Москву, создаёт блистательные повести "Сокровенный человек", "Ямская слобода", "Строители страны", рассказы, сценарии, пьесу, статьи.

Впереди будут трудные московские годы: годы бездомья, безработицы и поиска новой службы; колоссальные творческие победы 1930-х годов (повести "Котлован", "Ювенильное море", "Джан", роман "Счастливая Москва", трагедия "14 красных избушек", рассказы, пьесы, киносценарии, литературная критика); периодически обрушивавшиеся на него погромные кампании критики (1928, 1931, 1938, 1947); семейные драмы; впереди – Великая Отечественная война, которую он пройдёт военным корреспондентом и создаст единственную в своем роде духовную прозу о "тружениках войны"; тяжёлая смертельная болезнь, книга русских сказок в его "пересказе". Неоконченными останутся рукописи рассказов, повестей, пьес, киносценариев. Он уйдёт из жизни совсем молодым, на 52-м году жизни, оставив богатейшее литературное наследие и ни на кого не похожую писательскую биографию. Он оставил нам и своеобразные наставления, а точнее – подсказки, как понимать/читать его личную биографию и биографию человека его времени, понимать не только в её внешних фактах, но во внутренней жизни человека и самой истории. Об этом – строки из записной книжки, вынесенные в эпиграф статьи. О духовных истоках понимания пути человека – в патетическом отступлении, посвящённом истории жизни героя рассказа "Афродита", которому, как мы отмечали, Платонов отдаст важнейшие вехи своей биографии:

"Много раз обстоятельства превращали Фомина в жертву, подводили на край гибели, но его дух уже не мог истощиться в безнадёжности и в унынии. Он жил, думал и работал, словно постоянно чувствуя большую руку, ведущую его нежно и жёстко вперёд – в судьбу героев. И та же рука, что вела его жёстко вперёд, та же большая рука согревала его, и тепло её проникало ему до сердца".

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Грант Министерства науки и высшего образования РФ на проведение крупных научных проектов по приоритетным направлениям научно-технологического развития, проект "Русская и европейская классика в XXI веке: подготовка цифровых научных комментированных изданий" (соглашение № 075-15-2024-549).

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает искреннюю благодарность академику РАН Ю.С. Осипову за решение вопроса судьбы семейного архива А.П. Платонова, хранителю фонда А.П. Платонова в ОР ИМЛИ им. А.М. Горького РАН Е.В. Антоновой за подготовку иллюстративного материала к статье и всей Платоновской группе ИМЛИ за самоотверженный труд по возвращению наследия великого русского писателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Платонов А.* Записные книжки. Материалы к биографии. М.: Наследие, 2000.

   Platonov A. Notebooks. Materials for Biography. M.: Heritage, 2000.

2. *Корниенко Н.В.* Архив А.П. Платонова в Институте мировой литературы им. А.М. Горького РАН как филологическое и культурное событие // Проблемы сохранения и изучения культурного наследия. К 100-летию академика Д.С. Лихачёва. Материалы научной сессии Отделения историко-филологических наук РАН. М.: ИЭА РАН, 2006. С. 84–91.

   Kornienko N.V. The A.P. Platonov Archive at the A.M. Gorky Institute of World Literature of the Russian Academy of Sciences as a philological and cultural event // Problems of Preservation and Study of Cultural Heritage. To the 100th Anniversary of Academician D.S. Likhachev. Proceedings of the Scientific Session of the Department of Historical and Philological Sciences. M.: IEA RAS, 2006. P. 84–91.

3. *Корниенко Н.В.* Архив А.П. Платонова как общекультурное событие / Доклад на Общем собрании РАН 19 декабря 2006 г. // Вестник РАН. 2008. № 5. С. 409–414.

   Kornienko N.V. Archive of A.P. Platonov as a general cultural event / Report at the General Meeting of the Russian Academy of Sciences, December 19, 2006 // Vestnik RAN. 2008, vol. 78, no. 5, pp. 409–414.

4. "Страна философов" Андрея Платонова: Проблемы творчества. Вып. 3. М.: Наследие, 1999.

   Andrey Platonov's "Country of Philosophers": Unanswered Questions. Vol. 3. M.: Heritage, 1999.

5. "Страна философов" Андрея Платонова: Проблемы творчества. Вып. 4. М.: ИМЛИ РАН, Наследие, 2000.

   Andrey Platonov's "Country of Philosophers": Unanswered Questions. Vol. 4. M.: IWL RAS, Heritage, 2000.

6. *Платонов А.* Сочинения. Т. I. 1918–1927. Кн. 1: Рассказы. Стихотворения. Кн. 2: Статьи. М.: ИМЛИ РАН, 2024.

Platonov A. Works. V. I. 1918–1927. Book 1: Stories. Poems. Book 2: Articles. M.: IWL RAS, 2024.

7. *Платонов А.* Сочинения. Т. IV. 1928–1932. Кн. 1: Повести. Кн. 2. Рассказы. Пьесы. Сценарии. Статьи. М.: ИМЛИ РАН, 2020.

Platonov A. Works. V. IV. 1928 - 1932. Book 1: Stories. Book 2: Stories. Plays. Scripts. Articles. M.: IWL RAS, 2020.

8. Андрей Платонов: Воспоминания. Материалы к биографии. М.: Современный писатель, 1994.

Andrei Platonov: Memories. Materials for biography. M.: Contemporary Writer, 1994.

9. Архив А.П. Платонова. Кн. 1. Научное издание. М.: ИМЛИ РАН, 2009.

Archives of A.P. Platonov. Book 1. Scientific edition. M.: IWL RAS, 2009.

10. *Платонов А.* "...я прожил жизнь". Письма. 1920–1950. М.: АСТ, 2013.

Platonov A. "...I lived my life". Letters. 1920–1950. M.: AST, 2013.

11. *Платонов А.* Сочинения. Т. II. 1926–1927: Повести. Рассказы. Сценарии. Статьи. М.: ИМЛИ РАН, 2016.

Platonov A. Works. V. II. 1926–1927: Novels. Stories. Scripts. Articles. M.: IWL RAS, 2016.

12. *Платонов А.* Сочинения. Т. III. 1927–1929. Чевенгур. Роман. И.: ИМЛИ РАН, 2021.

Platonov A. Works. V. III. 1927–1929. Chevengur. A novel. M.: IWL RAS, 2021.

13. Андрей Платонов. Личное дело. Воронеж: Дирекция Международного Платоновского фестиваля, 2013.

Andrei Platonov. A Personal Affair. Voronezh: Directorate of the International Platonov Festival, 2013.

14. *Платонов А.* Сочинения. Т. VI. 1936–1941. Литературная критика. Публицистика. М.: ИМЛИ РАН, 2023.

Platonov A. Works. V. VI. 1936–1941. Literary criticism. Publicist. M.: IWL RAS, 2023.

15. Архив А.П. Платонова. Кн. 2. Описание рукописи романа "Чевенгур". Динамическая транскрипция. Научное издание. М.: ИМЛИ РАН, 2019.

Archive of A.P. Platonov. Book 2. Description of the manuscript of the novel "Chevengur". Dynamic transcription. Scientific edition. M.: IWL RAS, 2019.

16. *Ласунский О.* Житель родного города: Воронежские годы Андрея Платонова. Воронеж: ВГУ, 1999.

Lasunsky O. Resident of the Native City: The Voronezh Years of Andrei Platonov. Voronezh: Voronezh State University, 1999.

17. *Антонова Е.* Воронежский период жизни и творчества А.П. Платонова: биография, текстология, поэтика. М.: ИМЛИ РАН, 2016.

Antonova E. Voronezh period of life and work of A.P. Platonov: biography, textology, poetics. M.: IWL RAS, 2016.

18. "Страна философов" Андрея Платонова: проблемы творчества. Вып. 9. М.: ИМЛИ РАН, 2024.

Andrey Platonov's "Country of Philosophers": Unanswered Questions. Vol. 9. M.: IWL RAS, 2024.

19. *Корниенко Н.В.* Огнестойкое строительство в деятельности "губмелиоратора Платонова" (по материалам Государственного архива Воронежской области) // Крестьяноведение. 1924. Т. 9. № 1. С. 54–74.

Kornienko N.V. Fire-resistant construction in the activities of "gubmeliorator Platonov" (on the materials of the State Archive of the Voronezh region) // Peasant Studies. 1924, vol. 9, no. 1, pp. 54–74.

"...I LIVED MY LIFE"

ON THE 125TH ANNIVERSARY OF THE BIRTH OF THE WRITER A.P. PLATONOV

N.V. Kornienko[a,*]

[a] *A.M. Gorky Institute of World Literature of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*
**E-mail: natalkornienko@yandex.ru*

In 2006, the family archive of the classic of Russian literature of the twentieth century, A.P. Platonov, was submitted for state storage. The article describes the stages of the scientific research of the extremely rich archive; outlines a wide spectrum of textological and text-source issues in the study of the heritage; presents the main projects and guidelines of the scientific group at the IWL RAS, which is working on the first scientific Collected Works of the writer and its satellite writings.

Keywords: Platonov, the writer's archive, the Russian Academy of Sciences, the first scientific Collection of works, biography of the writer, textual works, scientific group.

ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, 2024, том 94, № 7, с. 677–687

ОБОЗРЕНИЕ

ТЕХНОЛОГИИ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ТВЁРДОГО ТОПЛИВА

© 2024 г. В.В. Миронов[a,*], М.А. Толкач[a,], А.Г. Тимаров[a,b,***]**

[a] *Государственный научный центр Российской Федерации "Исследовательский центр имени М.В. Келдыша", Москва, Россия*

[b] *Московский авиационный институт (научно-исследовательский университет), Москва, Россия*

**E-mail: kerc@elnet.msk.ru*

***E-mail: tolkach@kerc.msk.ru*

****E-mail: Timarov@kerc.msk.ru*

Поступила в редакцию 23.04.2024 г.
После доработки 21.06.2024 г.
Принята к публикации 29.06.2024 г.

В статье анализируются теплоизолирующие свойства материалов, которые используются в ракетных двигателях твёрдого топлива, производимых в США, Франции, Италии, Японии и других развитых странах. Внутренние поверхности камер сгорания ракетных двигателей подвержены наибольшему напряжению с точки зрения условий термомеханического нагружения и требуют особой защиты. Авторы выделяют четыре класса армированных эластомерных материалов, наиболее полно удовлетворяющих предъявляемым высоким требованиям. Благодаря многообразию выполняемых функций такие материалы могут служить универсальными теплоизоляторами, готовыми к использованию в различных высокотемпературных и агрессивных средах.

Ключевые слова: ракетный двигатель, система скрепления, теплозащитный экран, абляция, коксовый остаток.

DOI: 10.31857/S0869587324070083, **EDN:** FLZLEU

Для защиты внутренних и аэродинамических поверхностей элементов ракетных двигателей и конструкций космических аппаратов, к которым относятся полезная нагрузка ракет, электротехническое оборудование и зонды, используются специальные теплозащитные покрытия (ТЗП). Они выполняют роль экрана, препятствующего распространению тепла вглубь конструкции и накапливающего поступающую к поверхности изделия тепловую энергию продуктов сгорания или выделяемую при взаимодействии с атмосферой от сил трения. Накопленное тепло может рассеиваться с помощью двух основных механизмов: повторного излучения с поверхности или же в процессе абляции слоя материала, покрывающего защищаемую поверхность.

Теплозащитные покрытия изготавливаются из специальных теплозащитных материалов (ТЗМ) [1], которые делятся на два класса: абляционные и не-

МИРОНОВ Вадим Всеволодович – доктор технических наук, заместитель генерального директора по средствам выведения, начальник отделения АО ГНЦ "Центр Келдыша". ТОЛКАЧ Михаил Александрович – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник АО ГНЦ "Центр Келдыша". ТИМАРОВ Алексей Георгиевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник АО ГНЦ "Центр Келдыша", доцент МАИ.

обляционные. В обобщённом виде классы ТЗМ представлены на рисунке 1. Неабляционные ТЗМ предназначены для изоляции тепла за счёт явления переизлучения. Эти материалы производят преимущественно с использованием керамики или металлов, например, вольфрама или рения [2]. Абляционные ТЗМ позволяют создавать такие условия протекания внутрикамерных процессов в ракетных двигателях, при которых реализуется пассивное охлаждение внутренних стенок конструкции.

Процесс абляции представляет собой термическое разложение при высокой температуре (пиролиз) органических компонентов с образованием коксового остатка (обугленного слоя) и его химическим и механическим разрушением. Слой материала, подвергнутый абляции, включая коксовый остаток, действует как барьер на пути высокой теплопередачи от продуктов сгорании топлива в сторону силовой оболочки, обеспечивая её прогрев до температуры, не приводящей к прогару и разрушению. Абляционные теплозащитные материалы (А-ТЗМ) для пассивного охлаждения камер сгорания ракетных двигателей твёрдого топлива (РДТТ) двойного и гражданского назначения нашли применение в ракетах-носителях Space Shuttle, Titan IV и Minotaur американского производства, французской Ariane 5, итальянской Vega, японской Epsilon, а также в боевой ракетной технике (американские LGM-118 Peacekeeper, LGM-30 Minuteman, UGM-73 Poseidon, UGM-96 Trident I, UGM-133, Trident II) [3].

Успешно используются в качестве абляционных ТЗМ и некоторые неполимерные материалы, например неорганические полимеры – керамика или металлы [1]. По сравнению с неорганическими полимерами, то есть полимерами со скелетной структурой без присутствия атомов углерода, полимерные абляционные материалы (PAs – Polymeric Ablatives) обладают определёнными преимуществами: высокой стойкостью к тепловому удару, низкой плотностью, механической прочностью и хорошими теплоизолирующими свойствами. Из-за своей способности адаптироваться к широкому спектру различных гипертермических сред полимерные абляторы типа PAs к настоящему времени стали самым большим и универсальным классом ТЗМ, основные подклассы которого приведены на рисунке 2 [1].

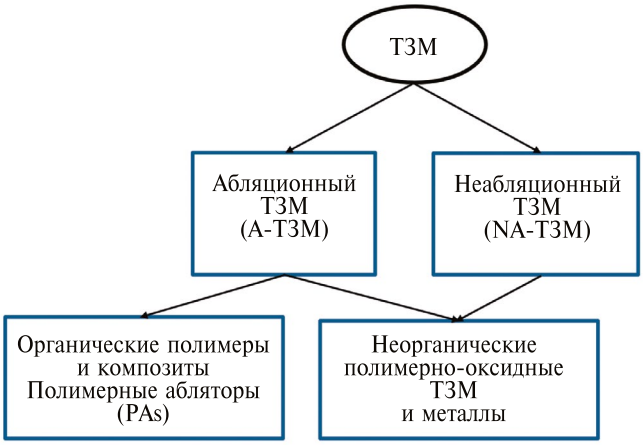


Рис. 1. Классы теплозащитных материалов

Органические основы, используемые для производства PAs, делят на две ведущие группы: неуглеродистые и обугливающиеся. Примером неуглеродистых термопластичных абляционных матриц служит политетрафторэтилен, который разлагается с образованием летучего мономера и не оставляет твёрдого остатка. Такие полимеры применяются, когда требуется равномерное и чистое удаление абляционного материала с защищаемой поверхности. Однако для усиления теплоизолирующих характеристик в большинстве случаев нужно, чтобы на уносимой поверхности образовался твёрдый углеродистый коксовый остаток (обугливание). Из работы [1] следует, что в качестве связующих матриц с высоким показателем обугливания исследователями были протестированы полиимиды, бисмалеимидные смолы, цианатные эфиры и другие материалы, но чаще других по-прежнему используется фенольная смола. Типичные PAs состоят из полимер-основы (одной или нескольких); отвердителей и их коагентов, ускорителей и активаторов; наполнителей (порошкообразных и/или волокнистых); добавок (технологических, антипиренов, замедлителей горения, антидеградантов, модификаторов скорости абляции, смазок) [4].

Свойства полимерных абляторов определяются характеристиками составляющих компонентов, границами их раздела и их химическими взаимодействиями. При этом размер, форма и распределение наполнителей непосредственно влияют на механические свойства получаемого материала. Ориентация волокон, используемых в качестве наполнителей, также влияет на тепловые и механические свойства материала, он становится неизотропным [5].

Разработка ракетных двигателей, начиная с 1960-х годов, стимулировала исследования пластмасс для их использования в качестве теплоизоляторов [6]. Значительное внимание уделялось выявлению механизмов их абляции. Многочисленные обзоры технологий тепловой защиты внутренних поверхностей РДТТ свидетельствуют о том, что наиболее пригодными для теплозащитных покрытий камер сгорания признаны эластомерные теплозащитные материалы [5]. Под термином “эластомер” в данном случае подразумевается любое каучукоподобное вещество, обладающее некоторой степенью гибкости в отверждённом, вулканизированном или преобразованном под воздействием тепла и давления состоянии. В числе таких эластомеров назовём бутилкаучук, каучуки бутадиен-стирольные сополимерные, нитрильные, неопреновые, полиуретановые, полибутадиеновые, полиизопреновые, силиконовые,

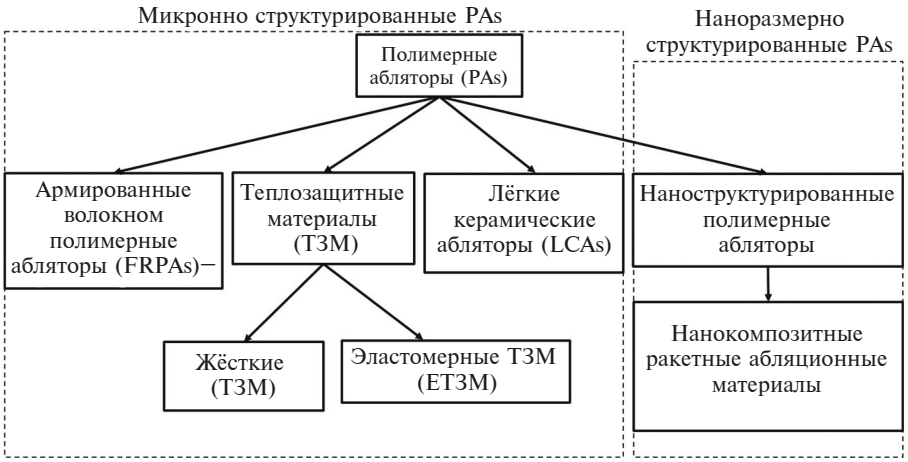


Рис. 2. Основные подклассы полимерных абляционных материалов типа PAs

фторсиликоновые, хлорсульфированные полиэтиленовые, полиакрилонитрильные, полисульфидные, а также комбинации и смеси этих каучуков [7].

Ниже мы попытаемся охарактеризовать основные направления совершенствования эластомерных изоляторов на основе наиболее удачных типов композиций каучуков.

Эластомерные материалы. Эластомерные ТЗМ используются в ракетных двигателях твёрдого топлива, когда абляционный материал должен выполнять функции изоляционного, то есть обладать высокой деформативностью, в том числе высоким удлинением при разрыве (пример – камеры сгорания с пластиковым корпусом) [6].

Современные твердотопливные ракетные двигатели объединяют в себе систему скрепления корпуса с зарядом твёрдого топлива, которая состоит из покрытия, включающего теплозащитный слой с несколькими слоями грунтовки, барьерными слоями для улучшения сцепления с корпусом и с зарядом топлива. Использование такой технологии обусловлено также необходимостью предотвратить миграцию компонентов топлива в крепящий слой и далее в материал. Указанную систему скрепления принято называть теплозащитным покрытием камер сгорания РДТТ [6–8].

Однако использование эластомерных ТЗМ (далее ЕТЗМ) в качестве внутренней теплозащиты камер сгорания способствует абляции. При этом по сравнению с обычными абляционными материалами, такими как С/С-композиты, С/фенольные композиты и керамические композиты, ЕТЗМ обладают более выраженными преимуществами – коррозионной стойкостью, низкой плотностью, хорошими механическими и теплоизоляционными свойствами. К тому же ЕТЗМ обеспечивает надёжное сцепление и гибкую адаптируемость топлива к корпусу РДТТ [8], а также позволяет интегрировать подвижное сопло в двигатель [1].

К теплоизоляторам РДТТ предъявляется ряд специфических термических и механических требований [4, 8]: высокое их сцепление с топливом и корпусом двигателя во всём диапазоне рабочих температур; адгезия изолятора не должна зависеть от характеристик его отверждения; низкая скорость абляции и низкая плотность; низкая теплопроводность и высокая удельная теплоёмкость; прочное скрепление коксового остатка с неразложившимся материалом; способность выдерживать механические и термические нагрузки при хранении, погрузочно-разгрузочных работах и отверждении; низкое влагопоглощение; длительный (минимум 10 лет) срок годности.

Жёсткость этих требований обусловлена тем, что, образуя покрытие на внутренней поверхности ракетных двигателей, изоляторы предотвращают воздействие на них газов в виде продуктов сгорания топлива с чрезвычайно высокой температурой и способствуют сохранению целостности двигателя во время его работы [6]. Для систем скрепления оптимален вариант, когда один и тот же материал выполняет все возлагаемые на систему функции. Как отмечается в работе [9], наиболее перспективны в качестве материалов для теплоизоляторов каучуки, в том числе вспененные, и резино-тканевые или резино-волокнистые композитные материалы. Вследствие суровых условий эксплуатации ракетных двигателей (высокой температуры, давления и эрозии из-за воздействия высокоскоростным потоком продуктов сгорания) устойчивость каучуков ограничена, однако включение в композицию одного или нескольких наполнителей существенно улучшает их теплоизолирующие параметры [10–12].

К наиболее важным свойствам материала, определяющим стойкость при абляции, относятся плотность, теплоёмкость, теплопроводность, образование стабильного обугленного слоя и его высокая прочность на сдвиг, а также высокие эрозионные

свойства [9]. В противном случае углеродистый остаток может быть удалён за счёт действия сил трения, вызываемых потоком продуктов сгорания при высоком давлении и температуре. Ввиду этого для внутренней теплоизоляции ракетных двигателей используются эластомерные материалы с наполнителями (порошками или волокнами), улучшающими свойства материала. Введение волокон также способствует закреплению обугленной области на первичном материале, подвергающемся пиролизу (деструкции); в таком случае уменьшается возможность расслоения между двумя фазами. Обычно армирующие материалы используют в виде лент, волокнистых ковриков, рубленых волокон, двух- и трёхмерной ткани.

Следует отметить, что углы ориентации армирующей ткани сильно сказываются на скорости обугливания (коксовании) и свойствах коксового остатка (прочности и устойчивости к эрозии). При этом эрозионный унос покрытия повышается за счёт воздействия конденсированных частиц продуктов сгорания твёрдого металлизированного топлива, преимущественно из-за частиц оксида алюминия [6].

Эластомерный компонент теплоизоляции оказывает большое влияние на характеристики материала, поскольку он в значительной степени определяет механические, абляционные свойства и скорость старения композита [4, 5]. Типы ЕТЗМ, согласно обзорам ведущих специалистов в этой области [1, 2, 8], разделяют на три основные категории: на основе этилен-пропилен-диенового каучука (этилен-пропилен-диеновый терполимер, далее EPDM – Ethylene Propylene Diene Monomer); на основе нитрильного каучука (нитрил-бутадиен, далее NBR – Nitrile butadiene rubber); на основе силикона (кремний и кремнийсодержащие полимеры). В работе [9] утверждается, что и полиуретановый (Polyurethane) PU-ЕТЗМ может быть включён в эту классификацию как альтернатива из-за его технологичности и совместимости с композитным топливом.

Теплозащитные материалы на основе этилен-пропилен-диенового каучука. EPDM – наиболее часто используемый в теплоизоляции РДТТ первичный полимер, он обладает низкой плотностью (850–900 кг/м^3), стойкостью к окислению, озонированию и атмосферным воздействиям, устойчивостью в условиях низких температур (температура стеклования составляет –50°C), срок его хранения превышает 10 лет, что особенно важно для боевой ракетной техники [4, 5, 10–15]. Основу полимера составляют метиленовые звенья. Их типовая структура для EPDM приведена на рисунке 3; за счёт насыщенной основной цепи она обеспечивает хорошую термическую стабильность.

Пропорции этилена, пропилена и диена при создании EPDM могут варьироваться в соответствии с требованиями к теплозащитному материалу. Например, более высокое относительное содержание этилена увеличивает плотность материала, тем самым улучшая его механические свойства [4, 5]. Диеновым компонентом EPDM обычно выступает этилиденнорборнен (ENB – Ethyledene norbornene), обладающий высокой устойчивостью к старению [4]. Повышенное содержание диена обеспечивает увеличение реакционных участков для отверждения, тем самым уменьшая время отверждения [16]. Однако это может привести к проблемам с пригоранием во время компаундирования, но их удаётся смягчить, вводя технологические добавки.

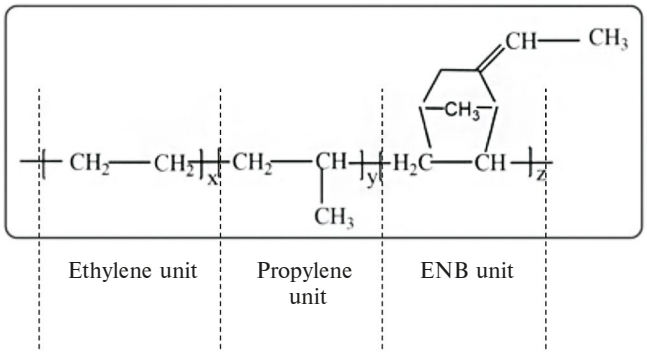


Рис. 3. Структура этилен-пропилен-диенового мономера

Источники: [9, 13].

Судя по доступным спецификациям продукции для марок, указанных в литературе [5], EPDM обычно обладает следующим составом и свойствами: содержание этилена 50–71%, ENB – 4–12%, кристалличность варьируется от аморфной до высокой, вязкость по Муни 18–40 ML (1+4) при 125°C, молекулярно-массовое распределение (MWD – Molecular Weight Distribution) – все диапазоны (от узкого до широкого). Высокое значение MWD уменьшает прочность при растяжении, к тому же высокомолекулярные цепи негативно влияют на обработку материала из-за повышения его вязкости, в то время как низкомолекулярные вызывают противоположный эффект, аналогичный влиянию пластификатора. Аморфный полимер более гибок, его прочность на растяжение и относительное удлинение выше, что важно при обеспечении защиты деформируемого корпуса РДТТ [5].

Отметим, что отверждение пероксидом повышает устойчивость к старению по сравнению с отверждением серой [4]. Низкая температура стеклования EPDM позволяет использовать эластомер на его основе в суровых условиях окружающей среды. Кроме того, благодаря его низкой плотности (всего 0.85 г/см^3), открывается возможность снижения массы теплозащиты и увеличения массы полезной нагрузки. Все эти характеристики в сочетании с необычайно длительным сроком хранения [9] делают EPDM лучшей матрицей для эласто-

мерных абляционных материалов. Использование их в качестве изоляторов в усовершенствованных ускорителях РДТТ предпочтительнее нитрила и силиконов [3, 4].

Хотя теплозащитный материал на основе этилен-пропилен-диенового каучука обладает превосходными механическими и термическими свойствами, а также высочайшей устойчивостью к старению по сравнению с другими полимерами, он не образует прочной адгезионной связи с полярными полимерами из-за своей неполярной природы. (Нужно иметь в виду, что наиболее часто используемые твёрдые ракетные топлива основаны на полярном полимере, а именно полибутадиене с концевыми гидроксильными концами (HTPB – Hydroxy Terminated Poly-Butadiene) [17].) Однако эта проблема может преодолеваться включением вторичного полимера в изоляционную композицию [4, 5]. Чтобы способствовать адгезии к полярному заряду топлива, вторичный полимер должен быть также полярным. HTPB, жидкий полибутадиен, неопрен (полихлоропрен), жидкий EPDM (трилен), фенольные смолы и хлорсульфированный полиэтилен – подходящие варианты для использования в качестве вторичного полимера [4, 5, 16]. Согласно данным из открытых источников, при использовании в качестве вторичной полимерной фазы фенольные смолы могут увеличивать образование обугливания и повышать устойчивость к эрозии [19].

Как следует из вышеизложенного, для изоляционных материалов может использоваться широкий спектр марок EPDM, при этом для получения оптимальных свойств материала, разработчик его рецептуры должен указать оптимальные уровни добавок и систем отверждения выбранной марки.

Наполнители и добавки в EPDM. Полимерные материалы обладают способностью принимать в свои матрицы более двух видов наполнителей (порошки или волокна) и добавок. Эффект, получаемый от композита, выше, чем сумма эффектов от каждого наполнителя по отдельности [20].

Для достижения необходимых механических свойств эластомерного покрытия исходная матрица дополняется волокнистым армированием [3, 15]. При разложении и обугливании ТЗМ присутствие волокон способствует формированию структуры, подобной скелету, с высокой размерной и термической стабильностью. Волокна также снижают скорость эрозии и увеличивают связь между исходным материалом и коксовым остатком.

В качестве наполнителей EPDM используются стеклянные [1], углеродные [15] и арамидные волокна, последние – преимущественно марок Kevlar или Twaron [9]. Арамидные волокна включаются в эластомерный теплозащитный материал на основе этилен-пропилен-диенового каучука благодаря их высокой теплоёмкости, химической стабильности, огнестойкости и низкой теплопроводности [15]. Кроме того, переплетение таких волокон в матрице EPDM улучшает механические свойства обугленного слоя, обеспечивая более высокую устойчивость к эрозии [21], тем самым снижая деструкцию и позволяя использовать поверхностный карбонизированный слой в качестве теплоизолятора [9, 22].

Согласно литературным данным, содержание арамидной целлюлозы может варьироваться от нескольких до примерно 30% [15]. Увеличение содержания волокнистого армирования приводит не только к снижению скорости эрозии, но и к относительному удлинению при разрыве. Более того, при высоком процентном содержании волокон трудно добиться однородного распределения нитей, и материал может иметь тенденцию к неравномерной скорости абляции [1].

Новые высокоэффективные волокна, например, полисульфонамидные (PSA – polysulfonamide), обладающие более высокой теплостойкостью и огнестойкостью, чем арамидные, также оценивались в качестве усиления теплозащитного экрана на основе EPDM [1]. По сравнению с ЕТЗМ на основе арамидных волокон абляционные свойства смесей EPDM/PSA улучшены, что ассоциировано с термической стабильностью волокон (PSA), более прочным межфазным связыванием их с матрицей EPDM. Улучшенные свойства EPDM/PSA были приписаны сульфонной группе ($-SO_2-$), присутствующей в молекулярной структуре волокон PSA.

Введение минеральных оксидов в EPDM увеличивает количество коксового остатка [9]. Кроме того, добавление диоксида кремния в виде порошка широко используется для увеличения теплоты абляции и снижения скорости окисления ЕТЗМ [1].

В работе [22] авторы предложили универсальную изоляционную композицию для различных частей ракетного двигателя. Предлагаемый изоляционный материал был разработан на основе резины EPDM и наполнен кремнезёмом в виде диоксида кремния и оксида магния. Такой теплозащитный материал способен предотвращать перегрев, эрозию и другие экстремальные условия, с которыми сталкивается двигатель во время запуска и эксплуатации.

Эластомерные теплозащитные материалы на основе нитрильного каучука (NBR) также неплохо изучены, хотя и не так тщательно, как ЕТЗМ на основе EPDM. NBR представляет собой синтетический сополимер акрилонитрила (C_3H_3N) и бутадиена (C_4H_6). На рисунке 4 показаны структурные узлы ЕТЗМ на основе NBR. Физические свойства теплозащитного материала с такой структурой особенно сильно зависят от содержания акрилонитрила. При его увеличении усиливается межмолекулярное взаимодействие между полимерными цепями, увеличивается плотность и температура стеклования эластомера.

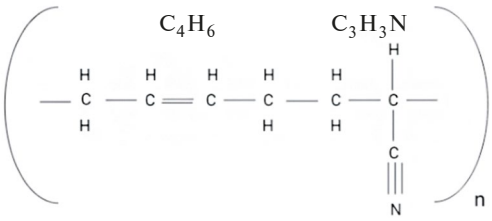


Рис. 4. Структура бутадиен-нитрильного каучука (NBR)
Источники: [9, 20].

Переработка NBR относительно сложна из-за высокой внутренней жёсткости эластомера, которая связана с сильным межмолекулярным взаимодействием. Обычно требуется предварительная пластификация. Нитрильный каучук может быть сшит с помощью серы или пероксидов. Вулканизация выполняется при температурах от 140 до 190°C. Одна из причин, по которой NBR используется в ЕТЗМ, связана с его совместимостью со смолами с высоким выходом обугливания. Это позволяет повысить устойчивость к эрозии и увеличить выход углеродистого коксового остатка. Компания Rock Island Arsenal Company работала над такой теплозащитой, сочетая эластомерную фазу с фенольной смолой и асбестовыми волокнами [1]. Плотность материала в этом случае составляла 1.34 г/см^3, а относительное удлинение при разрыве – 40%.

В некоторых случаях количество фенольной смолы может быть равно содержанию эластомерной фазы. Однако основным недостатком, обусловленным введением фенольных смол в матрицу NBR, является потеря эластичности модифицированного эластомера. Борная кислота или борсодержащие фенольные смолы также внедрялись для улучшения стойкости этой категории материалов к абляции и окислению.

Удачный пример ЕТЗМ на основе NBR – материал Hitca 6520. Он разработан компанией HITCO и использовался для защиты стального корпуса твердотопливных ракетных ускорителей Titan III-C. Аналогичные решения использовались компанией Thiokol Chemical Corporation [3].

Теплозащитные материалы на основе нитрильного каучука обладают хорошей адгезией к твёрдому ракетному топливу. Однако нитрил потерял свою привлекательность в качестве эластомера в теплозащите из-за ограниченного срока годности, высокой плотности и ухудшения свойств при низких температурах [4, 5, 12].

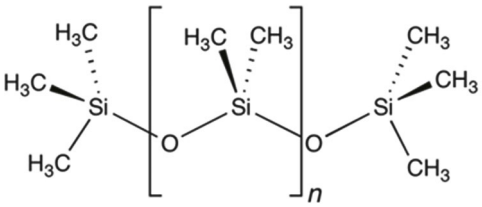
ЕТЗМ на основе NBR обычно содержат диоксид кремния в виде порошка и асбестовых волокон [3] (типичный состав может включать 40 phr (частей на сотню резины) асбестовых волокон и 20 phr оксида кремния [1]). Введение 15% кварцевого аэрогеля в состав каучука NBR позволило снизить массу изолятора и скорость его линейного разрушения на 15 и 29% соответственно. Таким образом, кремнезёмный аэрогель продемонстрировал эффективность в снижении температуры защищаемой изолятором поверхности [9]. Термостойкость композитов повышается при добавлении наноглины (слоистые силикаты с пластинами толщиной 0.7 нм). Интересно, что содержание обугливания в нанокомпозитах при температуре 500°C возрастает с увеличением содержания наноглины [9].

Теплозащитные материалы на основе силикона. Среди органических полимерных материалов превосходной термостойкостью обладают кремнийорганические полимеры со связью SiAOASi в основной цепи. SiAO кремнийорганического полимера обладает очень высокой энергией связи, она составляет приблизительно 443.7 кДж/моль [1]. Наиболее широкое распространение среди кремнийорганических эластомеров, используемых в качестве матрицы ЕТЗМ, получил полидиметилсилоксан (PDMS – Polydimethylsiloxane – $CH_3[Si(CH_3)_2O]nSi(CH_3)_3$ (рис. 5) [3]). Он присутствует, например, в эластомере DC 93-022 компании Dow Corning.

В высокотемпературной среде органический полимер разлагается с выделением летучих соединений в виде воды, метанола и двуокиси углерода. Затем силикон преобразуется в гибридный кремнистый/углеродистый остаток. После пиролиза и обугливания при высокой температуре остатки силиконовой смолы и силиконового каучука представляют собой в основном соединения кремнезёма, такие как SiO_2 и SiCO [1]. Благодаря своей структуре силиконы обладают более высокой стойкостью к окислению, чем другие полимеры с высоким выходом обугливания. Одно из основных преимуществ силиконов перед другими эластомерами состоит в том, что они поддаются переработке в жидком состоянии при комнатной температуре. Среди полисилоксанов силиконы, содержащие фенильную группу, как правило, проявляют более высокую термостабильность.

ЕТЗМ на основе силикона получают путём смешивания силиконовых полимеров, наполнителей в виде измельчённых волокон и вулканизирующего агента. Модифицированный силикон также может

Полидиметилсилоксан
Polydimethylsiloxane



$CH_3[Si(CH_3)_2O]_nSi(CH_3)_3$

Рис. 5. Структура полидиметилсилоксана

быть использован для пропитки армирующих тканей из стекла, кремнезёма, кевлара и углерода. В качестве наполнителей в сочетании с силиконом могут применяться огнезащитные добавки, такие как триоксид сурьмы и полихлорированные соединения [9]. В работе [3] содержится обзор всех наиболее важных абляционных материалов на основе силикона, которые использовались в ракетах Minuteman, Titan IIIC, Saturn V и Polaris для защиты поверхностей изделия от продуктов сгорания. Такие ТЗМ применяются в теплоизоляторах [9], в космических аппаратах, причём во многих случаях с использованием дорогостоящих добавок – полиэдралолигосилесквиоксана (POSS – Polyedraloligosilesquioxane) и углеродных волокон.

После воздействия повышенных температур в присутствии кислорода силиконы выделяют остаток неорганического кремнезёма, который образует изолирующий слой на поверхности полимера, защищая его от воздействия внешнего теплового потока, однако невысокие механические свойства серьёзно ограничивают его полезность [9]. Что касается конкретных характеристик, авторы работы [23] показали: при соотношении силикон/EPDM 1:1 линейная скорость абляции составила 0.06 мм/с после 20 секунд кислородно-ацетиленового испытания на абляцию, в то время как изоляция на основе EPDM – 0.215 мм/с [9]. Этот результат подтверждает полезность силикона в качестве добавки в составах ЕТЗМ.

Хотя кремнийорганические эластомеры (полисилоксаны или силиконы) продемонстрировали применимость в качестве теплоизоляционной матрицы, относительно высокая плотность (1.24 г/см^3) [3] препятствует их использованию в РДТТ. Кроме того, такие полимеры требуют модификации для обеспечения адекватной адгезии к материалам, содержащим в своём составе полибутадиен с концевыми гидроксильными концами – связующее современного зарубежного твёрдого топлива [5].

В качестве наполнителей композитов на основе силиконового каучука используются порошковое стекло, диоксид кремния, кварц, углерод, карбид кремния, оксид железа [3]. Также сообщалось об использовании арамидной целлюлозы в ТЗП на основе силикона [24].

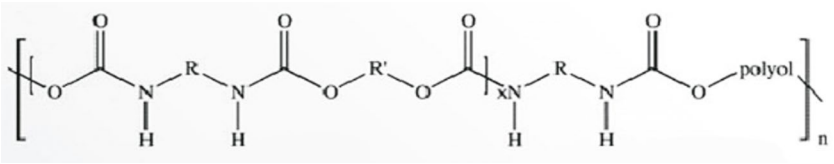
Известен материал Dow Corning 93-104, представляющий собой двухкомпонентный высоконагруженный силиконовый каучук, наполненный SiO_2, SiC и углеродными волокнами [1]. Это паста высокой вязкости, пригодная для переработки, используемая в качестве защитного покрытия корпусов ракет и камер сгорания [1]. DC 93-104 продемонстрировал превосходные характеристики: высокое удержание обугливания, низкую скорость абляции даже под воздействием высоких напряжений сдвига в гипертермической среде [25]. Некоторые версии DC 93-104 были модифицированы асбестовыми или полиамидными волокнами [1].

Термическая стабильность и абляционные свойства композитов из силиконового каучука, модифицированных карбидом циркония (ZrC) или оксидом циркония (ZrO_2), оценивалась в работе [26]. По мнению её авторов, добавление ZrC или ZrO_2 в композиты из силиконового каучука улучшает термические и абляционные свойства материала. Линейные скорости абляции композитов снизились на 40% и 72% [26] за счёт включения 40 phr ZrC и ZrO_2 соответственно.

В работе [27] изучалось влияние длины углеродных волокон (CF – carbon fibers) на морфологию керамического слоя и абляционные свойства композита на основе силиконового каучука. Морфологическое исследование показало, что при длине 3 мм CFs могут объединять и консолидировать керамические наполнители и остатки, образуя прочный и плотный керамический слой. Толстый керамический слой и низкая теплопроводность способствуют улучшению теплоизоляционных характеристик. Таким образом, использование углеродных волокон в ЕТЗМ на основе силикона перспективно в построении каркасов композитов с отличными абляционными и изоляционными свойствами.

Теплозащитные материалы на основе полиуретана. Что касается полиуретановых эластомерных теплозащитных материалов (PU–ЕТЗМ), их применение пока ограничено, хотя термостойкость таких композитов может быть очень высокой [9, 13].

Термопластичный полиуретановый эластомер (TPU – Thermoplastic Polyurethane) рассматривался в качестве потенциальной альтернативы современным ЕТЗМ, например EPDM/арамиду, для твердотопливных ракетных двигателей. Термопластичный полиуретан состоит из жёстких и мягких сегментов линейных блок-сополимеров. Жёсткие сегменты образованы изоцианатом и удлинителем цепи, мягкие – полиэфирными диолами. Плотность таких



Жёсткий сегмент Мягкий сегмент

Рис. 6. Структура PU-ЕТЗМ
Источник: [9].

TPU, образующихся в результате реакции диизоцианатов с короткоцепочечными диолами (удлинителями цепи) и диизоцианатов с длинноцепочечными диолами, составляет приблизительно 1.1 г/см^3. Их структура приведена на рисунке 6 [1, 11].

В отличие от термореактивных каучуков, таких как EPDM, в полиуретане отсутствуют химические поперечные связи. В результате ЕТЗМ на основе TPU не требуют применения какого-либо пероксида или серы для вулканизации. В качестве усилителей (наполнителей) в таких материалах наиболее часто используются: наноглина, перлит, минеральные оксиды, графен, полиэдральный олигомерный силсесквиоксановый полимерный нанокомпозит (полиэдралолигосилесквиоксан – POSS).

В средах, имитирующих условия работы двигателя, рассматривалось влияние наноматериалов в виде углеродных нановолокон, многостенных углеродных нанотрубок и наноглин на свойства TPU. Как отмечено в работе [9], наноглина значительно улучшает абляционные характеристики термопластичного полиуретана. Был также изучен полиуретан на основе полибутадиена с гидроксильным концом, армированный полиэдралолигосилесквиоксаном, и его поведение при абляции. Результаты показали, что молекулы POSS действуют как защитные блоки, образующие кремнезём в присутствии оксиацетилена, но это дорогостоящие добавки.

Полиуретановые изоляторы на основе полибутадиена с гидроксильным концом, наполненные поликарбодиимидом и полисилоксаном (наполнители реактивного типа), защищают ракетный двигатель от высокотемпературной абляции [9]. Эти модифицированные полиуретарны представляют собой органо–неорганический гибрид с более высоким модулем упругости и термостойкостью, чем исходный материал. Авторы работы [28], используя основу в виде коммерческого мягкого полиуретана, пришли к выводу, что композит с наполнителем из наноглины (Cloisite 30B – 7.5%) обладает лучшими характеристиками, чем с наполнителем из многостенных углеродных нанотрубок (MWNT – 7.5%). В дальнейшем были измерены значения потери массы и толщины обугливания для приведённых составов полиуретана с содержанием 5 и 7.5 % монтмориллонитовой наноглины. Эти материалы TPU продемонстрировали лучшие результаты по сравнению с эталонным ЕТЗМ – EPDM/кевларом при измерении спада и пиковой температуры, но не по потере массы при испытании на оксиацетиленовой горелке [9].

Предлагалось использовать TPU в качестве ЕТЗМ для замены EPDM, заполненного кевларом, во внутренней изоляции твердотопливных ракетных двигателей. Результаты последующих исследований показали, что разработанный полиуретановый первичный полимер может использоваться в качестве огнестойкого материала для РДТТ и в коммерческих целях. В другом исследовании TPU на основе полибутадиена с гидроксильным концом был указан в качестве вторичного полимера для улучшения характеристик ЕТЗМ на основе EPDM (2 phr HTPB) [9, 18].

Известен также патент [29] на абляционный внутренний слой покрытия для ракетных двигателей твёрдого топлива, изготовленный из полимерной основы, кремнезёма, вулканизирующих агентов и пластификаторов. Этот слой содержит дополнительные арамидное волокно и микросферы из стекла, кварца и наноглины. Автор патента указал, что полимерной основой композиции могут быть не только традиционные EPDM, NBR или даже SBR (Styrene-butadiene rubber – бутадиен-стирольный каучук), но и полиуретан на основе полибутадиена с гидроксильным концом.

Учитывая имеющуюся информацию о PU–ЕТЗМ, возможно, что они могли бы заменить EPDM с наполнителем Kevlar по ряду причин, в первую очередь потому, что этот материал обладают высокой стойкостью к абляции и изоляционными характеристиками при соответствующем усилении в сочетании с простотой изготовления. Однако он не лишён и недостатков. К ним следует отнести узкий интервал температур эксплуатации (от –40 до +80°C [11]).

* * *

Проведённый анализ тепловых изоляторов, используемых в ракетных двигателях твёрдого топлива для защиты от воздействия высокотемпературных продуктов сгорания, позволяет сделать следующие выводы относительно эластомеров.

1. Теплозащитный материал на основе этилен-пропилен-диенового каучука в настоящее время является наиболее распространённым и эффективным в обеспечении тепловой защиты силовой оболочки двигательных установок различного назначения. Благодаря возможности его модернизации проведена серия исследований, которая позволила установить, что для улучшения механических свойств этого материала необходимо добавлять волокнистое армирование; для повышения стойкости к эрозии и улучшения теплоизоляционных характеристик целесообразно включение арамидных волокон; для улучшения межфазного связывания и абляционных свойств – полисульфонамидных волокон; для снижения скорости окисления – минеральных оксидов; для защиты от перегрева и эрозии в качестве наполнителя следует применять кремнезём.

2. Теплозащитный материал на основе нитрильного каучука практически не применяется в твердотопливных ракетных двигателях из-за ограниченного срока годности, высокой плотности и чувствительности основных рабочих характеристик материала к низким температурам, хотя этот материал обеспечивает высокое качество скрепле-

ния с твёрдым топливом и обладает выдающейся стойкостью к абляции и окислению.

3. Теплозащитный материал на основе силикона может найти применение в качестве добавки в другие изоляторы рассматриваемого класса материалов, так как потенциально обладает высокой стойкостью к абляции и технологичностью. Однако высокая плотность и необходимость трудоёмкой модификации для обеспечения качественного скрепления с зарядом твёрдого топлива существенно ограничивают самостоятельное использование данного материала.

4. Теплозащитный материал на основе полиуретана обладает лучшей стойкостью к температурной абляции и большей (на 30%) плотностью по сравнению с этилен-пропилен-диеновым каучуком с кевларовыми волокнами. Этот изолятор более технологичен, так как не требует использования дополнительных компонентов для вулканизации, что позволяет рассматривать его в качестве основной теплозащиты для ракетных двигателей твёрдого топлива, используемых в средствах выведения коммерческого назначения.

5. Широкое применение абляционных эластомерных теплозащитных материалов ограничивается жёсткими эксплуатационными требованиями, предъявляемыми к теплоизоляторам силовых оболочек РДТТ. Наиболее полно всем необходимым тактико-техническим характеристикам таких двигательных установок, производимых в развитых зарубежных странах, соответствует эластомерный теплозащитный материал на основе этилен-пропилен-диенового каучука.

6. Основным стимулирующим фактором развития технологий тепловой защиты твердотопливных ракетных двигателей в США, Европе, Японии и Китае служит необходимость создания многочисленных средств выведения коммерческого назначения, причём обладающих длительным сроком службы. Наиболее важным параметром при этом становится абляционная стойкость теплоизоляторов, которая в перспективе будет обеспечена эластомерными теплозащитными материалами на основе полиуретана.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Maurizio N., Kenny J.M., Torre L.* Science and technology of polymeric ablative materials for thermal protection systems and propulsion devices: A review // Progress in Materials Science. 2016, vol. 84, pp. 192–275. http://dx.doi.org/10.1016/j.pmatsci.2016.08.003
2. *Sutton P., Biblarz O.* Rocket propulsion elements. Wiley-IEEE, 2000, pp. 268–340. https://www.academia.edu/4465796/Rocket_Propulsion_Elements_Seventh_Edition
3. *Donskoy A.A.* Elastomeric heat-shielding materials for internal surfaces of missile engines // Zaikov G.E, ed. New approaches to polymer materials. Nova Publishers, 1995, pp. 93–124. http://dx.doi.org/10.1080/00914039608029377
4. *Bhuvaneswari C.M., Sureshkumar M.S., Kakade S.D. and Gupta M.* (2006). Ethylene-propylene diene rubber as a futuristic elastomer for insulation of solid rocket motors // Defence Science Journal. 2006, vol. 56, no. 3, pp. 309–320. https://core.ac.uk/download/pdf/333720277.pdf 10.14429/dsj.56.1894
5. *Rheeder A.* Development and Evaluation of Thermal Protection Material for Solid Rocket Motors / April 2022. https://scholar.sun.ac.za/items/6d7ea1f8-d027-4198-abfb-0dbbbbc1ab94
6. *Губертов А.М., Миронов В.В., Волкова Л.И. и др.* Газодинамические и теплофизические процессы в ракетных двигателях твёрдого топлива / Под ред. А.С. Коротеева. М.: Машиностроение, 2004.

   Gubertov A.M., Mironov V.V., Volkova L.I. et al. Gasdynamic and Thermophysical Processes in Solid Propellant Rocket Engines / Koroteev A.S., ed. Moscow: Mashinostroenie, 2004.
7. *Rogowski G.S., Davidson T.F., Ludlow T.* Insulating liner for solid rocket motor containing vulcanizable elastomer and a bond promoter, which is a novolac epoxy or a resole, treated cellulose. https://patents.google.com/patent/US4956397A/en
8. *Kesiya G., Panda V., Mohanty S., Nayak S.* Recent developments in elastomeric heat shielding materials for solid rocket motor casing application for future perspective // Polym. Adv. Technol. 2019, vol. 29, pp. 8–21.
9. *Amado J.C.Q., Ross P.G., Sanches N.B. et al.* Evaluation of elastomeric heat shielding materials as insulators for solid propellant rocket motors: A short review // The Open Chemistry Journal. 2020, vol. 18, pp. 1452–1467. https://doi.org/10.1515/chem-2020-0182
10. *Нестеров Б.А., Ворожцов К.В.* Технология изготовления внутреннего теплозащитного покрытия с тканевым защитно-крепящим слоем металлического корпуса ракетного двигателя твёрдого топлива // Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника. 2015. № 40. DOI: 10.15593/2224-9982/2015.40.10

    Nesterov B.A., Vorozhtsov K.V. Manufacturing Technology of internal heat protection coating with fabric liner of metal case of solid rocket motor // Vestnik PNRPU. Aerospace engineering. 2015, no. 40. DOI: 10.15593/2224-9982/2015.40.10
11. *Нестеров С.В., Бакирова И.Н., Самуилов Я.Д.* Термическая и термоокислительная деструкция полиуретанов: механизмы протекания. Факторы влияния и основные методы повышения термической стабильности. Обзор по материалам отечественных и зарубежных публикаций // Вестник Казанского технологического университета. 2011. № 14. https://cyberleninka.ru/article/n/termicheskaya-i-termookislitelnaya-destruktsiya-poliuretanov-mehanizmy-protekaniya-faktory-vliyaniya-i-

osnovnye-metody-povysheniya?ysclid=lo4doqlika765444594

Nesterov S.V. Bakirova I.N., Samuilov Ja.D. Thermal and thermo-oxidative degradation of polyurethanes: mechanisms, impact factors and main methods of increasing the thermal stability. Review based on the Russian and foreign published papers //Herald of Kazan Technological University, 2011, no. 14, pp. 10–23. https://cyberleninka.ru/article/n/termicheskaya-i-termookislitelnaya-destruktsiya-poliuretanov-mehanizmy-protekaniya-faktory-vliyaniya-i-osnovnye-metody-povysheniya?ysclid=lo4doqlika765444594

12. *Maurizio N., Rallini M., Puglia D. et al.* EPDM based heat shielding materials for solid rocket motors: A comparative study of different fibrous reinforcements // Polym. Degrad. Stabil. 2013, vol. 98(11), pp. 2131–2139. http://dx.doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2013.09.006
13. *Kesiya G., Panda V., Mohanty S., Nayak S.* Recent developments in elastomeric heat shielding materials for solid rocket motor casing application for future perspective // Polym. Adv. Technol. 2017, vol. 29(11), pp. 1–14. https://doi.org/10.1002/pat.4101
14. *Hongjian Qu, Le Wang, Kun Hui et al.* Enhancing Thermal Insulation of EPDM Ablators via Constructing Alternating Planar Architectures. // Polymers 2022, vol. 14, article number 1570. https://doi.org/10.3390/polym14081570
15. *Ahmed A.F., Hoa S.V.* Thermal insulation by heat resistant polymers for solid rocket motor insulation // J. Compos. Mater. 2012, vol. 46, pp. 1549–1559. DOI: 10.1177/0021998311418850
16. *Guillot D.G., Harvey A.R.* EPDM Rocket Motor Insulation. arXiv:1011.1669v3. US 7,371,784 B2. https://ntrs.nasa.gov/citations/20080025653
17. *Sutton P., Biblarz O.* Rocket propulsion elements. Wiley-IEEE, 2000. pp. 474–518. https://www.academia.edu/4465796/Rocket_Propulsion_Elements_Seventh_Edition
18. *Prasertsri S., Amnuay P., Sripan K., Nuinu P.* Role of hydroxyl-terminated polybutadiene in changing properties of EPDM/ ENR blends // Adv. Mat. Res. 2013, vol. 844, pp. 349–352. http://dx.doi.org/10.4028
19. *Harvey A.R. et al.* Rocket motor insulation containing hydrophobic particles. Patent no. WO 01/04198; 2001. https://patents.google.com/patent/US6606852B1/en
20. *Mosa M., Kotb M.M., Fouda H., Gobara M.* Study of Elastomeric Heat Shielding Materials for Solid Rocket Motor Insulation/International Conference on Chemical and Environmental Engineering (ICEE-11) // Journal of Physics: Conference Series. 2022, vol. 2035(1), article number 012037. doi:10.1088/1742-6596/2305/1/012037
21. *Dong Zh., Wei L., Yucai Sh. et al.* Improved Self-Supporting and Ceramifiable Properties of Ceramifiable EPDM Composites by Adding Aramid Fiber // Polymers. 2020, vol. 12, p. 1523. http://dx.doi.org/10.3390/polym12071523
22. *Gajiwala M.H., Hall B.S.* Precursor compositions for an insulation, insulated rocket motors, and related methods, EP 3375817 (A1). Plymouth, MN 55442 (US): Orbital ATK, Inc.; 2018. https://patents.google.com/patent/EP3375817A1/en
23. *Wu S. et al.* EPDM-based heat-shielding materials modified by hybrid elastomers of silicone or polyphosphazene // High Perform. Polym. 2019, vol. 31(9–10), pp. 1112–1121. doi: 10.1177/0954008318824861.
24. *Stephens W.D., Salter C.L., Hodges G.K. et al.* Rubber binder, fiber filler, submicroscopic particulate water source. US patent no. 5830384; 1998.
25. *Donskoy A.A.* Elastomeric heat shielding materials for internal surfaces of missile engines // Int. J. Polym. Mater. 1996, vol. 31, pp. 215–236. http://dx.doi.org/10.1080/00914039608029377
26. *Yang D., Zhang W., Jiang B., Guo Y.* Silicone rubber ablative composites improved with zirconium carbide or zirconia // Composites Part A. 2013, vol. 44, pp. 70–77. http://dx.doi.org/10.1016/j.compositesa.2012.09.002
27. *Ji Y., Han S., Chen Z., Wu H. et al.* Understanding the Role of Carbon Fiber Skeletons in Silicone Rubber-Based Ablative Composites // Polymers. 2022, vol. 14, p. 268. https://doi.org/10.3390/polym14020268
28. *Lee J.* Flammability studies of thermoplastic polyurethane elastomer nanocomposites. 50th AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC structures, structural dynamics, and materials conference; 2019. doi: 10.2514/6.2009-2544
29. *Schiariti D, Bellomi P.* Inner coating layer for solid propellant rocket engines/United States Patent. US 11,473,529 B2; Oct. 18, 2022. https://patentimages.storage.googleapis.com/10/47/e0/1b4f495a3af05e/US11473529.pdf

THERMAL PROTECTION TECHNOLOGIES FOR SOLID PROPELLANT ROCKET ENGINES

B.B. Mironov[a,*], M.A. Tolkach[a,], A.G. Timarov[a,b,***]**

[a] *State Scientific Center of the Russian Federation "Keldysh Research Center", Moscow, Russia*
[b] *Moscow Aviation Institute (Scientific Research University), Moscow, Russia*
**E-mail: kerc@elnet.msk.ru*
***E-mail: tolkach@kerc.msk.ru*
****E-mail: Timarov@kerc.msk.ru*

The article examines the thermal insulation characteristics of materials used in solid-fuel rocket engines manufactured in the United States, France, Italy, Japan, and other developed nations. The internal surfaces of combustion chambers in these rocket engines are subject to significant stress under thermo-mechanical loading conditions, necessitating specialized protection. The authors identify four categories of reinforced elastomeric materials that most effectively meet stringent requirements. Due to their adaptability, these materials may serve as versatile heat insulators and may be employed in a variety of high-temperature and corrosive surroundings.

Keywords: rocket engine, bonding system, heat shield, ablation, coke residue.

ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, 2024, том 94, № 7, с. 688–696

БЫЛОЕ

ПРИЧИНЫ НИЗКИХ ПОТЕРЬ ДОНСКИХ КАЗАКОВ В ВОЙНАХ РОССИЙСКОЙ ИМПЕРИИ

© 2024 г. Г.Г. Матишов[a,*], А.В. Венков[a,**]

[a] Южный научный центр РАН, Ростов-на-Дону, Россия

*E-mail: matishov_ssc-ras@ssc-ras.ru

**E-mail: andrey_venk@rambler.ru

Поступила в редакцию 14.03.2024 г.
После доработки 19.03.2024 г.
Принята к публикации 25.04.2024 г.

В статье рассматривается вопрос о том, каким образом в XVIII–XIX вв. донские казаки приобрели сохранившиеся до начала XX в. навыки ведения боевых действий с минимальными потерями. Подсчитано количество раненых среди донской казачьей верхушки и уточнён характер самих ранений, получено соотношение боевых потерь казаков и регулярных частей русской армии, достигавших иногда четверти и даже половины личного состава, во время Швейцарского похода 1799 г., Отечественной войны 1812 года и освободительного похода 1813–1814 гг., а также в ходе Первой мировой войны. Установлено, что наименьшие потери среди донского казачества несли сыновья офицеров, привлекаемые к службе ещё в подростковом возрасте. Наибольшие потери от холодного оружия были среди сыновей священников, которые выпали из системы казачьего воспитания в детстве, однако за счёт своей грамотности достигали более высоких чинов.

Ключевые слова: казаки, казачья верхушка, боевые потери, ранения, соотношение потерь.

DOI: 10.31857/S0869587324070095, **EDN:** FLUHBT

Донские казаки органично вписались в вооружённые силы Российской империи, однако заметно отличались от остальных родов войск спецификой своей боевой деятельности (разведка, охранение, преследование разбитого противника), а кроме того – очень низкими боевыми потерями.

МАТИШОВ Геннадий Григорьевич – академик РАН, научный руководитель ЮНЦ РАН. ВЕНКОВ Андрей Вадимович – доктор исторических наук, главный научный сотрудник лаборатории казачества ЮНЦ РАН.

Историография военной деятельности казаков огромна, охватывает систему их службы, участие в войнах России, подвиги, особенности тактики. Казаки неизменно оценивались высоко, но здесь нас интересуют данные об их потерях. Потери российских войск, особенно на южных театрах военных действий, безусловно, учитывались и анализировались военной статистикой. Следует обратить внимание на работу А.Л. Гизетти [1]. В современной историографии были попытки оценить потери российских и советских войск в течение всего XX в. [2]. В 2020 г. в журнале “Quaestio Rossica” вышла статья А.Т. Урушадзе “Донские казаки на Кавказской войне: особенности военной службы и оценки современников” [3]. Автор приводит впечатляющую статистику: “Соотношение боевых и небоевых (болезни и эпидемии) потерь примерно равнялось 1 : 15, то есть на одного казака, погибшего в схватке с горцами, приходилось 15 умерших от болезней в лазаретах Тифлиса, Ставрополя, Георгиевска и Эривани” [3, с. 1346]. Немногим позже вышли работы, посвящённые исторической памяти казаков, попыткам осмысления трудных спорных вопросов, в том числе о невиданно высоких потерях во время Гражданской войны [4]. Потери казаков

в Первой мировой войне на Турецком фронте рассматриваются в книге Р.Н. Евдокимова [5]. Однако специальных исследований военных потерь казаков в досоветский период их службы до сих пор нет.

На уровне обыденного сознания известно, что донской атаман генерал от кавалерии граф М.И. Платов, проведя в боях и походах около 50 лет, в отличие от своих современников А.В. Суворова, М.И. Кутузова, П.И. Багратиона, ни разу не был ранен. Поэт В.А. Жуковский в "Певце во стане русских воинов" писал о нём так: "Хвала, наш Вихорь-атаман, Вождь невредимых, Платов!" Именно так, одним единственным словом "невредимые", окрестил казаков поэт. Ветеран Отечественной войны 1812 года, поляк на русской службе, воевавший в партизанском отряде А.С. Фигнера, полковник К.А. Бискупский поэтом не был, но характеристику казакам дал не менее ёмкую и краткую: "...удивительно как самосохранны всегда и везде, не худо!" [6, с. 102]. В нашей статье предполагается исследовать уникальное явление самосохранности.

Чтобы установить потери казаков в войнах Российской империи и объяснить причины их неуязвимости, мы привлекали сборники, составленные на основе материалов Российского государственного военно-исторического архива, Российского государственного исторического архива и Государственного архива Ростовской области (ГАРО), посвящённые действиям донских казаков в кампаниях 1812–1814 гг. [7] и боевым действиям русской армии в 1813 г. [8]. Определённый интерес представляют переписка Николая I с главнокомандующим И.И. Дибичем в 1831 г. [9], воспоминания участников боевых действий. Выбор здесь небольшой. Из самих донцов мемуары оставил лишь генерал-лейтенант А.К. Денисов [10]. Это единственный взгляд изнутри на военную жизнь казаков, в том числе на их потери и стремление к самосохранности. Также весьма интересно мнение таких профессиональных военных, как А.П. Ермолов [11] и С.Г. Волконский [12], занимавших высокие командные посты в русской армии. Много конкретного материала содержится в издаваемой С.В. Корягиным серии "Генеалогия и семейная история донского казачества", где собраны родословные казачьих родов.

Материалы ГАРО – это в первую очередь послужные списки казачьих старшин, генералов и офицеров [13, 14], статистические данные [15]. Особую ценность представляют полковые книги, отражающие личный состав на начало и конец службы с указанием причин убыли офицеров и казаков [16–20]. Методологической основой нашей работы стали принципы историзма и системности. Кроме того, использовались историко-генетический и историко-сравнительный методы.

Потери среди донской казачьей старшины и их характер. В основу исследования были положены документы ГАРО – составленный в январе 1778 г. список донской старшины (военной и гражданской элиты), представленный Г.А. Потёмкину: 102 человека, для каждого из которых имеется очень подробный перечень событий его службы, в том числе ранения [13]. О своих ранениях сообщили 20 казаков. Проследив боевой путь некоторых из них, удалось выявить, что позже ранения получили ещё двое: Пётр Гордеев в 1789 г. в боях со шведами "ранен в левую щёку ядром" (?) [14, л. 80], Степан Греков во время штурма Измаила в 1790 г. ранен в левую руку [14, л. 81]. Таким образом, из 102-х ранено 22. Один, Данила Краснощёков, в 1771 г. "за приключившейся ему болезнью... уволен из армии", но в 1773 г., "получа прежнее здоровье, вступил в службу" [13, л. 367]. То есть он покидал армию не по ранению, а по болезни.

Четверо попадали в плен. Фёдор Кутейников побывал в плену у Пугачёва, "претерпевал во оном известное тиранство" и после освобождения лечился от полученных ран [13, л. 10]. Василий Андронов послан разведчиком в Крым, но был там схвачен и 2 года 8 месяцев в плену "претерпевал безмилосердное... мучение", пока русские войска не заняли Крым [13, л. 413]. У Ивана Харитонова в Пруссии "на шермиции... прострелена насквозь дважды пулею правая нога да шпагою ранен же в правую ногу и взят был в плен" [13, л. 32]. Афанасий Кутейников также попал в плен в Пруссии, где под ним была убита лошадь, а сам он получил рану в грудь пулей [13, л. 414]. Получается, все они попали в плен по ранению во время боевых действий.

Ранения и потери донские старшины тщательно подсчитывали, учитывались даже лошади. О ранении лошади написали неуязвимый войсковой толмач Осип Данилов [13, л. 233] и Осип Лащилин, раненый пулей в грудь [13, л. 380]. О ранениях лошадей сообщили Максим Янов и Алексей Макаров, а под Андреем Вуколовым, Иваном Барабанщиковым и вернувшимся из плена Афанасием Кутейниковым лошадей убили.

Примером скрупулёзного подсчёта всех ранений служит запись Андрея Вуколова, который взял в плен турецкого агу, при этом у него был "ранен саблей левой руки большой перст" [13, л. 411]. Характер ранений, полученных казачьими командирами, рисует не менее интересную картину. Простое указание "ранен" без уточнения, как и чем, встречается девять раз. 73-летний Макар Греков за всю свою боевую жизнь был ранен лишь раз – на речке Грушевке в 1739 г. стрелой в правую ногу [13, л. 358]. Подавляющее большинство ранений – пулями (19). Одна контузия – и тоже пулей: бригадир Амвросий Луковкин, будучи уже полковником, в Пруссии "пулею в правую руку тяжёлую конфузию получил" [13, л. 264]. Зафиксировано одно ранение ядром. От холодного оружия пострадали Иван Харитонов, Аким Уваров, Пётр Ежов и Андрей Вуколов: дротиком, шпагой и дважды саблей (в бою с пруссаками и чер-

кесами). Войсковой дьяк Иван Янов “по неосторожности опалён порохом” [13, л. 23].

Лишь четверо были ранены в ближнем бою, в рукопашной. Остальные для вражеских пик и сабель оставались неуязвимы. Подавляющее большинство ранений были лёгкими. Уволены “в дома свои” после получения ран трое: Григорий Поздеев, 28 лет, “прострелен пулею в шею насквозь” [13, л. 383]; Максим Янов, 40 лет, ранен пулей “в шею подле самого уха” [13, л. 410–411]; Андрей Вуколов, 31 год, ранен дротиком, саблей и двумя пулями. Последний был “за ранами уволен”, но впоследствии принял участие в походе на Пугачёва [13, л. 412]. В 1742 г. в шведском походе “ранен в ногу тяжело” Иван Горбиков [13, л. 22]. Упоминается будущий первый граф из донских казаков Фёдор Петрович Денисов, раненый насквозь пулей в грудь, в правый бок, также у него была перебита “насквозь левая нога”, “излечением которых ран страждет он поныне” [13, л. 387]. Упоминается Иван Тимофеевич Бузин, раненый пулей в спину, правую руку, левый бок и ещё раз тяжело раненый в спину, “коя пуля и ныне внутри” [13, л. 16–17]. Но большинство пострадавших вели себя подобно Ивану Семёновичу Кумшацкому, который, “несмотря на данную ему рану [куда и чем ранен, не указано – *Авт.*], продолжал усердную свою службу” [13, л. 34].

Судя по приведённому списку, 80% донских старшин за всю свою службу не были ранены ни разу. И это не потому, что они избегали стычек. Так, Алексей Краснощёков 16-летним добровольцем пошёл на службу в 1770 г. и за первый год под Перекопом “убил в смерть турецкого байрактара”, за Перекопом “убил татарского мирзу”, под Кафой “убил янычара и взял в плен байрактара и 6 турок” [13, л. 375]. В его послужном списке нет упоминаний о ранениях, лишь об убитой лошади. Всё это говорит о высоком профессионализме донских старшин как индивидуальных бойцов, которые поражают противника, но сами урона от холодного оружия почти не несут.

Потери рядового и младшего командного состава. Предыдущие исследования потерь рядового и младшего командного казачьего состава в Семилетней войне 1756–1762 гг., проведённые в Южном научном центре РАН, опирались на случайную подборку выпусков справочника С.В. Корягина “Генеалогия и семейная история донского казачества”. Выявлена информация о 215 рядовых и 4 младших офицерах. В целом потери казаков невелики: на 215 рядовых пришлось 12 раненых. При этом огнестрельных ран в три раза больше, чем от холодного оружия, а общее количество раненых – 5.5% от участвовавших в войне. Среди младшего командного из четырёх “чиновников” ранен один, 18-летний Иван Скасырсков [21, с. 314–316].

Блестящим завершением боевой деятельности донцов в XVIII в. стало их участие в Итальянском и Швейцарском походах А.В. Суворова: восемь казачьих полков составили всю русскую конницу в этих кампаниях. Степняки-донцы попали в незнакомую местность, густо застроенную и перерытую многочисленными каналами, а затем с боями переходили Альпы. По данным Д.А. Милютина, когда в войсках сравнивали наличный состав на 1 (12) сентября (начало похода) и 1 (12) октября, непосредственно после перехода Альп, потери казаков составили 14 офицеров и 351 казак [22, с. 336–337]. После подачи соответствующих рапортов 28 октября (8 ноября) из списков были исключены убитые казачьи офицеры: полка Поздеева 4-го подполковник Поздеев 4-й (командир полка); полка Поздеева 6-го войсковой старшина Долгов, хорунжий Макушкин, хорунжий Сысоев; полка Молчанова сотник Талалаев [22, с. 333].

Ранения получили: командиры полков Поздеев 6-й и Курнаков; полка Грекова сотник Марков (19 сентября) и хорунжий Гаврилов (20 сентября); полка Семерникова сотник Прохоров, за урядника сотник Вишневецкий, хорунжий Ковалёв; полка Поздеева 6-го хорунжий Кононов (19 сентября); полка Сычёва 2-го есаул Воинов (20 сентября); полка Курнакова есаул Попов [23, с. 334, 335]. Из 10 раненых офицеров пятеро, в том числе командир полка Курнаков, получили ранения в боях 19 и 20 сентября в Муттенской долине. Возможно, вместе с Курнаковым был ранен и указанный выше есаул Ефим Александрович Попов станицы Кременской [23, с. 161].

Штат казачьего полка состоял из одного полковника, или войскового старшины, пяти есаулов, пяти сотников и пяти хорунжих, одного квартирмейстера, одного полкового писаря и 483 казаков [24, с. 24]. С учётом этих цифр мы можем сравнить официальную информацию по казачьим полкам на 1 (12) сентября, когда фактически закончился Итальянский поход, и 1 (12) ноября 1799 г., когда завершился Швейцарский поход, а с ним и вся кампания (табл. 1) [22, с. 250]. Как видим, потери минимальные, а в Швейцарском походе убыль составила четыре офицера и 150 казаков. Если сопоставить эти данные с первоначальными, то получается, что через месяц все раненые офицеры и 201 казак вернулись в строй.

Что касается других родов войск, то из 20 тыс. выступивших в поход за 16 дней до Иланца (место окончания похода) дошли 15 тыс. без артиллерии и обоза. Более 1600 человек были убиты или пропали без вести, точнее – 30 офицеров и 1577 нижних чинов (15 бежали) [22, с. 331]. Примерно 3500 раненых остались в горах. Зато войска Суворова привели 1400 пленных французов и передали их австрийцам.

Влияние системы казачьего воспитания на потери. Разница в потерях объясняется как системой воспитания казаков, подготовкой их как воинов [25], так и стереотипом их военного поведения. Выпол-

Таблица 1. Численность и состав казачьих полков

Полк	1 (12) сентября 1799 г.			1 (12) ноября 1799 г.		
	Офицеры	Рядовые	Всего	Офицеры	Рядовые	Всего
Денисова	14	469	483	13	436	449
Грекова	16	467	483	15	458	472
Сычёва	17	484	501	17	463	480
Семерникова	17	450	467	16	415	431
Поздеева 6-го	16	452	468	16	446	462
Молчанова	15	472	487	15	449	464
Курнакова	18	476	494	17	463	480
Кумшацкого	17	475	492	17	465	482

няя функции разведки и охранения всей армии, они в первую очередь охраняли себя, постоянно анализировали ситуацию и не стеснялись проявлять чрезмерную бдительность. “Никто более казаков не рассуждает об опасности, и едва ли кто видит её с большим ужасом”, – писал А.П. Ермолов [11, с. 71, 72].

Определённая автономия при ведении боевых действий, судя по мемуарам А.К. Денисова, позволяла казакам не ввязываться в бой, если они не были уверены в успехе [10, с. 13]. Противника они не боялись и показывали ему, что драться будут там, где захотят, и тогда, когда сами захотят [10, с. 391]. В мемуарах всё время осуждается “запальчивая храбрость” казаков [10, с. 389]. Они предельно осторожны, но, если в беду попадёт кто-то из своих, они готовы броситься за ним в середину вражеского каре [10, с. 397, 398]. Такая взаимовыручка строится на дружеских и родственных отношениях. Казаки могли собрать вчетверо или впятеро больше сил, чем у противника, чтобы гарантированно разгромить или уничтожить его, а самим не понести потерь [7, с. 111], поскольку их цель была не отстоять какую-то территорию, а поразить противника, захватить добычу и увезти её на Дон. Постоянная боеготовность, тренированность и военная хитрость также способствовали минимизации потерь.

Казаки были не только прекрасными разведчиками и брали пленных, используя “только им известные обороты” [10, с. 389], но и умелыми контрразведчиками, быстро вычисляли и ловили шпионов вокруг своего лагеря. А.К. Денисов, кстати, во время борьбы с поляками носил с собой портрет вождя повстанцев Т. Костюшко для опознания [10, с. 406].

Казачьи командиры постоянно жаловались, если считали, что их неправильно используют. Тот же Денисов писал, как его казаков поставили рядом с пехотой под ядра: “К нам швыряли поминутно ядра, от которых казаки мои не могли стоять покойно и часто просили, чтоб их весть в атаку, но сего не позволено. Лошадей в полку моем убито более тридцати” [10, с. 382]. С.Г. Волконский вспоминал, что М.И. Платов во время контрнаступления 1812 г. постоянно уклонялся от активных действий, сберегал своих казаков [12, с. 114–115], полагая, что мороз и голод и так добьют французов. И однажды в ответ на действия и претензии казаков А.П. Ермолов запросил у Платова: “...с какого времени почитает он войско Донское союзным, а не подданным Российского Императора?” [26, с. 228].

И всё же потери в ходе военных действий 1812–1814 гг. были очень велики. Численность только служилых донских казаков с 1 июля 1812 г. к 1 июля 1815 г., несмотря на пополнение за счёт подростков старше 17 лет, уменьшилась с 47 765 до 34 503, и лишь к 1819 г. вернулась к довоенному уровню 47 786 человек [27, с. 212]. Впрочем, Наполеон только в 1812 г. потерял 90% состава Великой армии. “Итак, вся армия его погибла напрах”, – констатировал М.И. Платов [7, с. 389, 390]. Русская армия тоже потеряла очень много людей. За два месяца наступления осенью и зимой 1812 г. Главная армия уменьшилась со 120 до 51 тыс. человек [8, с. 14]. Так что потери казаков не идут в сравнение с потерями французов и регулярных русских войск.

Были ли казаки одинаково самосохранны? Взяв за временны́е рамки самые богатые на потери 1812–1814 гг., мы решили сравнить по количеству ранений различные социальные группы казаков: сыновей штаб-офицеров, обер-офицеров, рядовых казаков и священников. Осознавая, что данные всех участников боевых действий сопоставить невозможно, но желая иметь представительную подборку, мы взяли за основу всех казаков, носивших фамилию Попов, самую распространённую на Дону [23]. Подобранный материал мы перепроверили, опираясь на послужные списки, хранящиеся в ГАРО. Установлены 7 сыновей штаб-офицеров, 20 – обер-офицеров, 23 – детей рядовых казаков, 28 – детей священнослужителей. Собственно, фамилия Попов выбрана для того, чтобы количество детей священнослужителей было репрезентативным.

Из семи сыновей штаб-офицеров один, Галактион Данилович Попов Клецкой станицы, “ранен пулей в левую ногу ниже колена навылет, перебита кость” [23, с. 130]. На службе он находился с 15 лет, 10 лет служил урядником, затем был произведён в чин хорунжего. Остальные дети штаб-офицеров с этой фамилией на службу поступали с 13 до 19 лет, средний возраст – 16 лет.

Из 20 сыновей обер-офицеров двое убиты, двое ранены, один контужен. На службу они поступали с 13 лет до 21 года, средний возраст – 17.3 года. Убиты есаул (в 1813 г.) и хорунжий (19 марта 1814 г. при взятии Парижа) [28, л. 106 об., 104 об.]. В сражении 10–11 мая 1813 г. под Герлицом ядром контужен Иван Григорьевич Попов 13-й станицы Новочеркасской – войсковой старшина, киногерой и герой воспоминаний Дениса Давыдова [28, л. 23 об.]. Ранен Данила Авдеевич Попов Клецкой станицы, находившийся на службе с 16 лет, “уволен за ранами” с чином войскового старшины 1 февраля 1818 г. Какие ранения и где он их получил, не указано [23, с. 130]. Ефим Иванович Попов Кременской станицы, находившийся на службе с 15 лет, будучи урядником, ранен пулей в правую ногу в бою 27–28 августа 1812 г. под Можайском; 28 сентября 1813 г. при Лейпциге ранен саблей в правую руку, произведён в чин хорунжего [23, с. 164]. В отставку вышел войсковым старшиной.

Из 23-х казачьих сыновей, за годы службы произведённых в офицеры (иначе в архивах не было бы их подробных послужных списков), семеро ранены, один контужен, один был в плену. Средний возраст поступления на службу – 19 лет. Трое начинали службу или служили позже писарями. Холодным оружием ранены трое: “трижды в голову саблей”, “саблей в левую руку”, “саблей в голову” [23, с. 42, 352]. Четверо получили огнестрельные ранения: “в руку и в правый бок навылет пулями”, “пулей в бок”, “пулей в правую руку”, “пулей в левую руку” [23, с. 138, 192]. Один “контужен в левый кострец” [23, с. 74]. Никифор Семёнович Попов станицы Иловлинской, будучи ещё рядовым казаком, в 1813 г. в Дессау был взят в плен, но впоследствии служил в лейб-казачьем полку и в отставку вышел сотником.

Потери среди сыновей священнослужителей такие же, как и детей рядовых казаков, – 39%. Из 28 человек один убит, восемь ранены, двое контужены. Возраст поступления на службу – с 14 до 24 лет, средний возраст – 20 лет. Восемь начали службу писарями, один – фельдшером. 11 сентября 1813 г. убит сотник Степан Семёнович Попов станицы Верхне-Кунрюченской [28, л. 123].

Среди сыновей священнослужителей количество ранений холодным и огнестрельным оружием обратно пропорционально ранениям казачьих детей. Огнестрельные ранения получили трое: “ранен в правый кострец пулей”, “пулей в правую ногу”, “пулей навылет в спину... ранен пулей навылет в левую ногу” [23, с.12, 116]. От холодного оружия пострадали четверо: “ранен штыком в левую ногу”, “саблей в голову, грудь и правую руку”, “в левую руку саблей”, “саблей в губу, голову и правое плечо” [23, с. 2, 152, 209, 324].

Алексей Ефимович Попов под Фершампенуазом “контужен саблей в правое плечо” и впоследствии 27 июля 1829 г. убит турками в чине войскового старшины [28, л. 26]. Ефим Михайлович Попов станицы Кременской был контужен пять (!) раз: 6–9 июня 1813 г. в боях под Бауценом контужен пулей в шею, 4–7 октября под Лейпцигом – пулей в правую ногу, 17–20 января 1814 под Бриен-Лешато – пулей в левую ногу, 31 января 1814 г. – пулей в левую руку, 23 февраля 1814 г. – пулей в грудь. Ещё раз он был контужен на Кавказе. В отставку вышел подполковником [29, л. 4].

Среди сыновей священнослужителей, получивших ранения, один, Захар Гаврилович Попов, стал генерал-майором, один – полковником, двое – подполковниками, двое – войсковыми старшинами. Среди раненых детей рядовых казаков трое достигли чина войскового старшины, один стал есаулом, а четверо так и остались хорунжими. Среди раненых офицерских сыновей лишь один достиг чина подполковника, двое стали войсковыми старшинами.

Как видим, наименьшие потери ранеными наблюдаются среди сыновей офицеров, то есть тех, кто раньше поступил на службу и в подростковом возрасте познал все сложности боевой жизни. Дети священников, судя по характеру их ран, холодным оружием владели хуже, чем дети рядовых казаков, но, видимо, благодаря уровню грамотности достигли более высоких чинов.

Исключения, подтверждающие правила. В сложившемся стереотипе самосохранности, уклонении от неравных боёв, действиях наверняка встречаются единичные исключения. Так, 28 июня 1812 г. при местечке Мире хорунжий Николай Фёдорович Малчевский “по храбрости своей, врубясь в неприятельские эскадроны, наносил им великий вред и, подавая собой пример другим, много служил в совершенном разбитии оного, причём тяжело ранен в голову два раза сабельными ударами и [в] обе руки по два раза”. Получив в рукопашной шесть сабельных ударов, награждённый и произведённый в сотники Малчевский через два месяца участвовал в Бородинском сражении [30, л. 208]. Возможно, в нём проявились гены его предков-поляков, ведь польская кавалерия всегда славилась лобовыми атаками, сметавшими всё на своём пути.

Среди безрассудных храбрецов встречались и сыновья донских генералов. Семён Дмитриевич Табунщиков имел 20 сабельных ран (преимущественно в голову). Все они были получены 13 сентября

1812 г. Партизанский отряд Дорохова в этот день столкнулся с французскими гвардейскими драгунами и разгромил их. В послужном списке Табунщикова записано: “13-го на Можайской дороге у совершенного истребления гвардейского драгунского полка, где более двадцати получил сабельных ударов” [26, с. 321]. Видимо, сотник Семён Табунщиков один въехал в строй неприятельской кавалерии. Тем не менее он остался жив и в 1813 г. получил чин есаула.

В последующих кампаниях (в 1831 и 1849 гг. в Польше и Венгрии) потери казаков также были минимальными, и тем разительнее выглядят исключения, когда большое количество ранений получают представители высшего казачьего командного состава. Так, 7 (19) февраля 1831 г. в сражении под Вавром на подступах к Варшаве, выручая батальон 2-го егерского полка, атакованный польской кавалерией, походный атаман казачьих войск русской армии генерал М.Г. Власов лично повёл в атаку Черноморский казачий полк. Военный историк констатировал: “В то же время Черноморский полк на левом фланге произвёл атаку, но был опрокинут, и атаман Власов, получивший несколько сабельных ударов, подвергся опасности быть взятым в плен; черноморцы произвели новую атаку и выручили своего атамана” [31, с. 89]. То, что Власов, донской походный атаман и генерал-майор, лично повёл в атаку казаков, объясняется тем, что это были последние войска, которыми он командовал в боях против черкесов: до войны с поляками 1830–1831 гг. он несколько лет командовал Черноморским казачьим войском.

М.Г. Власову в то время было 64 года, и полученные раны были для него первыми за всю его боевую жизнь. В источниках их количество разнится. В. Потто насчитал восемь сабельных ран по лицу и голове, отметил раздробленную челюсть и два удара пиками в грудь [32, с. 555]. В послужном списке Власова числятся пять ранений саблей в голову и два пикой в бок [33, с. 23]. В мемуарах польских военачальников о стычке с черноморцами под Вавром Власов вовсе не упоминается. В российской “Военной энциклопедии” 1911 г. в статье “Вавр” о ранении Власова тоже ничего не сказано. “Бросившийся в атаку Черноморский п. б. опрокинут” [34, с. 208] – это всё. 27 февраля 1831 г. за участие в том бою М.Г. Власов был произведён в чин генерал-лейтенанта и затем прослужил ещё 17 лет. Интересно, что главнокомандующий И.И. Дибич в день боя написал царю: “Генерал Власов тяжело ранен пулею” [9, с. 541]. И подобное искажение событий – не единственный случай.

В 1849 г. при переходе границы Трансильвании в первом же бою погиб командир Донского № 1 полка Иван Васильевич Костин. Русский офицер М. Дараган вспоминал: “Казаки, заметив ещё с горы расстройство венгерцев, тотчас бросились за ними и сидели на хвосту у неприятеля. Под самыми стенами карантина полковник Костин неосторожно врубился в эскадрон гусар и был изрублен на месте” [35, с. 50, 51]. Судя по послужному списку, Костину было далеко за 50, а на войне он последний раз был 18 лет назад [36, с. 167–169]. На Дону об этом сообщили в приказе № 20 от 23 июля довольно обтекаемо: “Командир Донского казачьего № 1 полка подполковник Иван Костин 7 июня при перестрелке с венгерцами убит” [37, л. 78 об.]. Дело в том, что для казаков раны холодным оружием не были почётными. От пули, от осколка увернуться трудно, но, если ты пропустил удар холодным оружием, значит, ты плохо им владеешь. Известно, что знаменитый Я.П. Бакланов, дважды раненый на Кавказе пулями, получив в бою с горцами 21 октября 1847 г. удар шашкой по кисти левой руки, отказался вносить эту рану в послужной список [38, с. 208].

При всём этом боевые потери казаков в войне с венграми были очень малы. Показательны в данном случае цифры Донских полков № 43, № 1 и № 51, сражавшихся в разных регионах Венгрии (табл. 2). Следует учесть, что штатный состав полков к середине XIX в. изменился. Так, полк № 43 заступил на службу, имея в строю 4 штаб-офицеров, 26 обер-офицеров, 57 урядников и 787 казаков.

Таким образом, выйдя за пределы своего ареала, казаки стали нести потери, однако не убитыми, а умершими. Общая статистика по Войску подтверждает соотношение боевых и санитарных потерь. С 1837 по 1851 г. среди служивых умерло 10 генералов, 61 штаб-офицер, 422 обер-офицера. Отставных (“от старости”): 17 генералов,

Таблица 2. Потери в Венгерскую войну

Полк	Потери	
	Убитые и умершие от ран	Умершие от болезней
Полк № 43 [39, л. 3–59]		
Офицеры	–	2
Урядники	1	3
Казаки	11	99
Полк № 1 [20, л. 24–25]		
Офицеры	1	–
Урядники	1	–
Казаки	6	68
Полк № 51* [19, л. 248]		
Офицеры	–	2
Урядники	–	5
Казаки	–	104

Примечание: * казаки 51-го полка заслужили 10 георгиевских крестов.

231 штаб-офицер, 693 обер-офицера. Убиты за это время один штаб-офицер, девять обер-офицеров. В 1849 г., когда военные действия велись не только в Венгрии, но и на Кавказе, умерли один генерал, трое штаб-офицеров, 42 обер-офицера; убиты один штаб-офицер, трое обер-офицеров [40, л. 4]. Упомянутый выше подполковник И.В. Костин оказался единственным за 15 лет убитым донским штаб-офицером.

Высокую самосохранность казаки поддерживали до начала XX в. Во время Первой мировой войны 117 тыс. мобилизованных на фронт донских казаков за три года жестоких боёв потеряли: убитыми – 182 офицера и 3444 казака (3.1%); ранеными и контуженными – 777 офицеров и 11898 казаков (10.8%); пропавшими без вести – 53 офицера и 2453 казака (2.1%); попавшими в плен – 32 офицера и 132 казака (0.0013%) [41, с. 223]. И это при том, что в целом русская армия из 15378 тыс. призванных потеряла 2254.4 тыс. убитыми и умершими, 2384 тыс. пленными и 1865 тыс. дезертирами [2, с. 102]. Отметим, что данные о казаках, умерших в ходе войны от различных болезней, не приводятся.

Один из выдающихся полководцев Первой мировой войны, донской казак А.М. Каледин, командовавший общевойсковыми частями (12-я кавалерийская дивизия, 12-й армейский корпус, 8-я армия), в 1915 г. в оборонительном бою был ранен осколком снаряда. Другие потери среди донской военной элиты в то время неизвестны.

* * *

Включённые в состав вооружённых сил Российской империи донские казаки отличались от общевойсковых частей не только особыми боевыми функциями, но и малыми боевыми потерями. Анализ полученных казаками ранений говорит о высоком профессионализме и рядовых казаков, и донских старшин как индивидуальных бойцов, которые поражают противника, но сами потерь от холодного оружия почти не несут. Урон от огнестрельного оружия, по сравнению с общими потерями регулярных частей, также невелик. Малые потери рядовых бойцов и командиров были обусловлены системой подготовки к службе с детства, ранним (зачастую в подростковом возрасте) поступлением на службу и, соответственно, более длительной адаптацией к ней, а также ревностно соблюдаемой автономностью при ведении боевых действий и постановке боевых задач. Свою роль сыграли и наработанные веками приёмы разведки, охранения и организации боя. Наше исследование повлекло за собой ряд вопросов о стереотипе поведения в бою казаков разного этнического происхождения (случай Н.Ф. Малчевского) и о резком росте небоевых потерь в XIX в. во время боевых действий казаков вне своего ареала.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена в рамках темы НИР ГЗ Южного научного центра РАН на 2024 г. “Казачество в цивилизационном освоении Россией южного фронтира”.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гизетти А.Л.* (1901) Сборник сведений о потерях Кавказских войск во время войн Кавказско-горской, персидских, турецких и в Закаспийском крае. 1801–1885 гг. Тифлис: Тип. Я.И. Либермана.

   Gisetti A.L. (1901) Collection of information about the losses of the Caucasian troops during the wars of the Caucasian Mountain, Persian, Turkish and in the Transcaspian region. 1801–1885. Tiflis: Printing house of J.I. Lieberman. (In Russ.)

2. Россия и СССР в войнах XX века: Статистическое исследование. М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2001.

   Russia and the USSR in the wars of the twentieth century: A statistical study. Moscow: OLMA-PRESS, 2001. (In Russ.)

3. *Урушадзе А.Т.* (2020) Донские казаки на Кавказской войне: особенности военной службы и оценки современников // Quaestio Rossica. № 4. С. 1335–1350.

   Urushadze A.T. (2020) Don Cossacks in the Caucasian war: features of military service and assessment of contemporaries. Quaestio Rossica, no. 4, pp. 1335–1350. (In Russ.)

4. *Дюкарев А.В.* (2020) Историческая память кубанского казачества. Попытки осмысления трудных (спорных) вопросов. Екатеринбург: Издательские решения.

   Dyukarev A.V. (2020) Historical memory of the Kuban Cossacks. Attempts to comprehend difficult (controversial) issues. Yekaterinburg: Publishing solutions. (In Russ.)

5. *Евдокимов Р.Н.* (2022) Казаки на “захолустном фронте”. Казачьи войска России в условиях Закавказского театра Первой мировой. М.: Центрполиграф.

   Evdokimov R.N. (2022) Cossacks on the “provincial front”. Cossack troops of Russia in the conditions of the Transcaucasian theater of the First World War. Moscow: Tsentrpoligraf. (In Russ.)

6. Письма полковника К.А. Бискупского // Наполеон. Альманах за 2008 г. С. 96–108.

   Letters of Colonel K.A. Biskupsky. Napoleon. The Almanac for 2008, pp. 96–108. (In Russ.)

7. Донское казачество в Отечественной войне 1812 г. и в заграничных походах русской армии 1813–1814 гг. Ростов-на-Дону: Книга, 2012.

   The Don Cossacks in the Patriotic War of 1812 and in the foreign campaigns of the Russian army of 1813–1814. Rostov-on-Don: Kniga, 2012. (In Russ.)

8. Поход русской армии против Наполеона в 1813 году и освобождение Германии. Сб. документов. М.: Наука, 1964.

The campaign of the Russian army against Napoleon in 1813 and the liberation of Germany. Collection of documents. Moscow: Nauka, 1964. (In Russ.)

9. Война с польскими мятежниками 1831 года в переписке Николая I с гр. Дибичом // Русская старина. 1884. № 9. С. 537–549.

The war with the Polish rebels of 1831 in the correspondence of Nicholas I with Dibich. Russian antiquity, 1884, no. 9, pp. 537–549. (In Russ.)

10. Записки донского атамана Денисова. 1763–1841 // Русская старина. 1874. Т. X. С. 1–46; Т. XI. С. 379–410, 601–641.

Notes of the Don ataman Denisov. 1763–1841. Russian antiquity, 1874, vol. X, pp. 1–46; vol. XI, pp. 379–410, 601–641. (In Russ.)

11. *Ермолов А.П.* (1988) Из записок об Отечественной войне 1812 г. // России двинулись сыны. Записки об отечественной войне 1812 года её участников и очевидцев. М.: Современник. С. 62–72.

Ermolov A.P. (1988) From notes on the Patriotic War of 1812. The sons of Russia moved. Notes on the Patriotic War of 1812 by its participants and eyewitnesses. Moscow: Sovremennik. Pp. 62–72. (In Russ.)

12. *Волконский С.Г.* (1988) 1812-й год // России двинулись сыны. Записки об отечественной войне 1812 года её участников и очевидцев. М.: Современник. С. 73–121.

Volkonsky S.G. (1988) The year 1812. The sons of Russia moved. Notes on the Patriotic War of 1812 by its participants and eyewitnesses. Moscow: Sovremennik. Pp. 73–121. (In Russ.)

13. ГАРО. Ф. 46. Оп. 1. Д. 40.
14. ГАРО. Ф. 344. Оп. 1. Д. 41.
15. ГАРО. Ф. 46. Оп.1. Д. 571.
16. ГАРО. Ф. 344. Оп.1. Д. 539.
17. ГАРО. Ф. 344. Оп. 1. Д.560.
18. ГАРО. Ф. 344. Оп.1. Д. 562.
19. ГАРО. Ф. 344. Оп. 1. Д. 668.
20. ГАРО. Ф. 344. Оп. 1. Д. 677.

21. *Венков А.В.* (2019) Казачество в Семилетней войне. М.: Вече.

Venkov A.V. (2019) Cossacks in the Seven Years' War. Moscow: Veche. (In Russ.)

22. *Милютин Д.А.* (1852) История войны России с Францией в царствование императора Павла I в 1799 г. Т. 4. СПб: Тип. штаба военно-учебных заведений.

Milyutin D.A. (1852) The history of the war between Russia and France during the reign of Emperor Paul I in 1799, vol. 4. St. Petersburg: Printing house of the headquarters of military educational institutions. (In Russ.)

23. *Корягин С.В.* (2007) Поповы и другие. Генеалогия и семейная жизнь донского казачества. Вып. 67. М.: Русаки.

Koryagin S.V. (2007) Popov and others. Genealogy and family life of the Don Cossacks, iss. 67. Moscow: Rusaki. (In Russ.)

24. *Шевяков Т.Н.* (2002) Итальянский и Швейцарский походы Суворова, 1799. М.: АСТ, Астрель.

Shevyakov T.N. (2002) Suvorov's Italian and Swiss campaigns, 1799. Moscow: AST, Astrel. (In Russ.)

25. *Рыблова М.А.* (2016) Стать воином: традиции социализации юношей и подготовки воинов в донской казачьей общине. Волгоград: Изд-во ВолГУ; Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН.

Ryblova M.A. (2016) Becoming a warrior: traditions of socialization of young men and training of soldiers in the Don Cossack community. Volgograd: Publishing house of the VolSU; Rostov-on-Don: Publishing house of the SSC RAS. (In Russ.)

26. *Сапожников А.И.* (2012) Войско Донское в Отечественной войне 1812 года. М., СПб.: Альянс-Археo.

Sapozhnikov A.I. (2012) The Don Army in the Patriotic War of 1812. Moscow, St. Petersburg: Alliance-Archeo. (In Russ.)

27. *Максимов К.Н., Очиров У.Б.* (2012) Калмыки в наполеоновских войнах. Элиста: Джангар.

Maximov K.N., Ochirov U.B. (2012) Kalmyks in the Napoleonic Wars. Elista: Dzhangar. (In Russ.)

28. ГАРО. Ф. 344. Оп. 1. Д. 316.
29. ГАРО. Ф. 344. Оп. 1. Д. 344.
30. ГАРО. Ф. 344. Оп. 1. Д. 234.

31. *Пузыревский А.К.* (1980) Польско-русская война 1831 г. Т. 1. СПб.: Военная типография.

Puzyrevsky A.K. (1980) The Polish-Russian War of 1831, vol. 1. St. Petersburg: Military Printing House. (In Russ.)

32. *Потто В.А.* (1994) Кавказская война: в 5 т. Т. 2: Ермоловское время. Ставрополь: Кавказский край.

Potto V.A. (1994) The Caucasian War: in 5 vols., vol. 2: Ermolov time. Stavropol: The Caucasian region. (In Russ.)

33. *Корягин С.В.* (2001) Власовы и другие. Вып. 21. М.: Русаки.

Koryagin S.V. (2001) Vlasov and others, iss. 21. Moscow: Rusaki. (In Russ.)

34. Вавр // Военная энциклопедия. Т. 5. М.: Тип. т-ва И.Д. Сытина, 1911. С. 207–209.

Wavre. Military encyclopedia, vol. 5. Moscow: I.D. Sytin Printing house, 1911. Pp. 207–209. (In Russ.)

35. *Дараган М.* (1859) Записки о войне в Трансильвании в 1849 г. СПб.

Daragan M. (1859) Notes on the war in Transylvania in 1849. St. Petersburg. (In Russ.)

36. *Корягин С.В.* (2007) Ковалёвы и другие. Генеалогия и семейная история донского казачества. Вып. 68. М.: Русаки.

Koryagin S.V. (2007) Kovalevs and others. Genealogy and family history of the Don Cossacks, iss. 68. Moscow: Rusaki. (In Russ.)

37. ГАРО. Ф. 344. Оп. 1. Д. 581.

38. *Венков А.В.* (2013) Гроза Кавказа. Жизнь и подвиги генерала Бакланова. М.: Вече.

Venkov A.V. (2013) The Thunderstorm of the Caucasus. The life and exploits of General Baklanov. Moscow: Veche. (In Russ.)

39. ГАРО. Ф. 344. Оп. 1. Д. 666.

40. ГАРО. Ф. 344. Оп. 1. Д. 690.

41. *Рыжкова Н.В.* (2003) Донские казаки в войнах России начала XX века. Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ.

Ryzhkova N.V. (2003) Don Cossacks in the wars of Russia at the beginning of the twentieth century. Rostov-on-Don: Publishing House of the RSU. (In Russ.)

THE REASONS FOR THE LOW LOSSES OF THE DON COSSACKS IN THE WARS OF THE RUSSIAN EMPIRE

G.G. Matishov[a,*], A.V. Venkov[a,]**

[a]*Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia*
**E-mail: matishov_ssc-ras@ssc-ras.ru*
***E-mail: andrey_venk@rambler.ru*

The article describes how in the XVIII–XIX centuries the Don Cossacks acquired the skills of conducting combat operations with minimal losses that were preserved until the beginning of the twentieth century. The number of wounded among the Don Cossack elite was calculated and the nature of the wounds themselves was clarified, the ratio of the minimum combat losses of Cossacks and losses of regular units of the Russian army, sometimes reaching a quarter or even half of the personnel, was obtained during the Swiss campaign of 1799, the Patriotic War of 1812 and the liberation campaign of 1813–1814, as well as during the First World War. It was established which layers of the Don Cossacks suffered the least losses. They turned out to be the children of officers involved in the service in adolescence. The greatest losses from cold steel were borne by the sons of priests who fell out of the Cossack education system in childhood, but reached higher ranks due to their literacy.

Keywords: Cossacks, Cossack elite, combat losses, injuries, loss ratios.