



Югорский
государственный
университет

ВЕСТНИК

BULLETIN
YUGRA STATE UNIVERSITY

ТОМ 21, ВЫПУСК 3

2025

ЮГОРСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА

ОСНОВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НОМЕРА:

- Генезис ответственности за хулиганские действия
- Мультимодальная нейросетевая обработка видеолекции посредством мультиагентных систем
- Определение коэффициента поглощения по точечным данным



г. Ханты-Мансийск

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА «ВЕСТНИК ЮГОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА»

Лапшин Валерий Федорович – главный редактор, доктор юридических наук, доцент, проректор по научной работе и правовым вопросам ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет», v_lapshin@ugrasu.ru, +7 (3467) 377-000 (доб. 559);

Самарина Ольга Владимировна – ответственный редактор по направлению 1.2 Компьютерные науки и информатика по специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки), кандидат физико-математических наук, доцент, руководитель Инженерной школы цифровых технологий ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»;

1.2 Компьютерные науки и информатика по специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки):

Вохминцев Александр Владимирович – доктор технических наук, заведующий научно-исследовательской лабораторией «Интеллектуальные информационные технологии и системы» ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет»;

Загребина Софья Александровна – доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник, заведующий кафедрой «Математическое и компьютерное моделирование» ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»;

Кожанов Александр Иванович – доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБУН «Институт математики имени С. Л. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук»;

Кутышкин Андрей Валентинович – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории имитационного моделирования ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный университет»;

Мельников Андрей Витальевич – доктор технических наук, профессор, директор АУ «Югорский научно-исследовательский институт информационных технологий»;

Полищук Юрий Михайлович – доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник центра дистанционного зондирования Земли АУ «Югорский научно-исследовательский институт информационных технологий»;

Попков Юрий Соломонович – доктор технических наук, профессор, академик РАН, директор Института системного анализа ФИЦ «Информатика и управление» Российской академии наук;

Пятков Сергей Григорьевич – доктор физико-математических наук, профессор, профессор Инженерной школы цифровых технологий ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет».

Осипов Дмитрий Сергеевич – ответственный редактор по направлению 2.4 Энергетика и электротехника по специальности 2.4.3 Электроэнергетика (технические науки), доктор технических наук, профессор, руководитель Политехнической школы ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»;

Розенко Станислав Васильевич – ответственный редактор по направлению 5.1.4 Уголовно-правовые науки (юридические науки), кандидат юридических наук, руководитель Высшей школы права ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет».

2.4 Энергетика и электротехника по специальности 2.4.3 Электроэнергетика (технические науки):

Горюнов Владимир Николаевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Электрооборудование промышленных предприятий» ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет»;

Ковалев Владимир Захарович – доктор технических наук, профессор, профессор Политехнической школы ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»;

Никитин Константин Иванович – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Теоретическая и общая электротехника» ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет»;

Новожилов Александр Николаевич – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Электроэнергетика» НАО «Университет Торайгырова» (г. Павлодар, Республика Казахстан);

Осипов Дмитрий Сергеевич – доктор технических наук, профессор Политехнической школы ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»;

Сидоров Олег Алексеевич – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Электрооборудование железнодорожного транспорта» ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения»;

Сычев Юрий Анатольевич – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Электроэнергетика и электромеханика» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»;

Харламов Виктор Васильевич – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Электрические машины и общая электротехника» ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения».

5.1.4 Уголовно-правовые науки (юридические науки):

Авдеев Вадим Авдеевич – доктор юридических наук, профессор, профессор Высшей школы права ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»;

Анисимов Валерий Филиппович – доктор юридических наук, доцент, профессор Высшей школы права ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»;

Бертовский Лев Владимирович – доктор юридических наук, профессор, профессор юридического факультета, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова»;

Козаченко Иван Яковлевич – доктор юридических наук, профессор, профессор кафедры уголовного права ФГБОУ ВО «Уральский государственный юридический университет»;

Кибальник Алексей Григорьевич – доктор юридических наук, профессор, профессор кафедры уголовного права и криминологии Краснодарского университета МВД РФ (Ставропольский филиал);

Понятовская Татьяна Григорьевна – доктор юридических наук, профессор, профессор кафедры уголовного права ФГБОУ ВО «Московский государственный юридический университет имени О. Е. Кутафина»;

Рарог Алексей Иванович – доктор юридических наук, профессор, профессор кафедры уголовного права ФГБОУ ВО «Московский государственный юридический университет имени О. Е. Кутафина»;

Шеслер Александр Викторович – доктор юридических наук, профессор, профессор кафедры уголовного права ФКОУ ВО «Кузбасский институт Федеральной службы исполнения наказаний», профессор кафедры уголовного права.

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

ISSN 2078-9114 (Online)
Журнал издается с 2005 года
Журнал включен в РИНЦ

РОССИЙСКИЙ ИНДЕКС
НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ

Science Index



© ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет», 2025



ВЕСТНИК BULLETIN¹⁶⁺

YUGRA STATE UNIVERSITY

ЮГОРСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА

Том 21, выпуск 3 (2025)

Учредитель и издатель: ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации Эл № ФС77-87757 от 12 июля 2024 г.

Адрес учредителя, издателя и редакции:
628012, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра,
г. Ханты-Мансийск, ул. Чехова, 16

Главный редактор – Лапшин Валерий Федорович,
тел. +7 (3467) 377-000 (доб. 559)



СОДЕРЖАНИЕ

УГОЛОВНО-ПРАВОВЫЕ НАУКИ5	МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....40
Голубовский В. Ю. ПОРЯДОК НАЗНАЧЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБВИНИТЕЛЯ И ЕГО ПОДГОТОВКА К СУДЕБНОМУ РАЗБИРАТЕЛЬСТВУ 5	Исмагулов М. Е. МУЛЬТИМОДАЛЬНАЯ НЕЙРОСЕТЕВАЯ ОБРАБОТКА ВИДЕОЛЕКЦИИ ПОСРЕДСТВОМ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМ40
Гребенников Д. В. ПОНЯТИЕ ЭКСТРЕМИЗМА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ11	Кутышкин А. В., Шульгин О. В. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРНЫХ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩИХ РЕГИОНОВ НА ВЫБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ48
Кемова Н. Н. ГЕНЕЗИС ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА ХУЛИГАНСКИЕ ДЕЙСТВИЯ 17	Тукмачева Ю. А., Пятков С. Г. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОГЛОЩЕНИЯ ПО ТОЧЕЧНЫМ ДАННЫМ54
Кунц Е. В. НЕКОТОРЫЕ СУЖДЕНИЯ О ПРОФИЛАКТИКЕ ПОВЕДЕНИЯ ЖЕНЩИН, СОВЕРШИВШИХ ПРЕСТУПЛЕНИЯ..... 25	Шергин С. Н. ЧИСЛЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ НА ГРАНИЦЕ ДВУХ СРЕД.....60
Хилюта В. В. УЧЕНИЕ О ПРЕСТУПЛЕНИИ В ИСТОРИКО-ПРАВОВОМ АСПЕКТЕ И КОНТУРЫ СОЦИАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДОГМАТИЧЕСКИХ ПОНЯТИЙ30	Эбель С. И., Ушаков А. Л. РАСЧЕТ ИЗГИБА ПЛАСТИНЫ ПРИ ПРОДОЛЬНО-ПОПЕРЕЧНОЙ НАГРУЗКЕ69
Шевелев Н. Р. РЕАЛИЗАЦИЯ ВОЛИ ПОТЕРПЕВШЕГО ПРИ ИСПОЛНЕНИИ НАКАЗАНИЙ36	





ПОРЯДОК НАЗНАЧЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБВИНИТЕЛЯ И ЕГО ПОДГОТОВКА К СУДЕБНОМУ РАЗБИРАТЕЛЬСТВУ

Голубовский Владимир Юрьевич

доктор юридических наук, профессор,
главный научный сотрудник
Всероссийского научно-исследовательского
института МВД России,
Москва, Россия
E-mail: 63wladimir@mail.ru

Вопрос о положении прокурора в уголовном процессе всегда являлся одним из дискуссионных, что связано с изменениями уголовного процесса в различные исторические периоды развития нашего законодательства. С принятием Конституции в 1993 году, несмотря на то, что в одну главу были объединены положения о суде и прокуратуре, провозглашена независимость судов, нормы об опротестовании прокурорами незаконных и необоснованных решений, приговоров, постановлений, определений суда были перенесены из советского закона о прокуратуре в действующий акт.

Предмет исследования: правовые нормы, регламентирующие вопросы участия прокурора в рассмотрении уголовных дел судами первой инстанции, а также теоретические труды, посвященные данной проблематике.

Целью исследования является изучение деятельности государственных обвинителей в уголовном процессе при рассмотрении судами дел по первой инстанции, выявление и анализ проблем, которые возникают при поддержании государственного обвинения, и выдвижение конкретных предложений по их разрешению.

Методы исследования: в основу методологической базы исследования положен диалектический метод научного познания, аналитический, сравнительно-правовой, статистический и социологический методы, метод правового моделирования.

Объект исследования: общественные отношения, регулирующие процесс назначения и подготовки государственного обвинителя к судебному разбирательству, включая его процессуальные права и обязанности, а также организационные аспекты этого процесса.

Основные результаты исследования: особая роль должна отводиться подготовке прокурора к судебному разбирательству. В этой связи необходимо создать для этого условия – закрепить минимальный срок перед началом судебного разбирательства, в течение которого прокурору необходимо поручить поддержание обвинения. Выявлено, что в действующем уголовно-процессуальном законе есть указание на возможность поддержания обвинения несколькими государственными обвинителями, но отсутствует понятие группы государственных обвинителей, правовая регламентация деятельности такой группы.

Ключевые слова: государственный обвинитель, обвинительное заключение, судебное разбирательство, уголовно-процессуальный закон, уголовный процесс.

PROCEDURE FOR APPOINTING A STATE PROSECUTOR AND PREPARING HIS/HER FOR TRIAL

Vladimir Yu. Golubovsky

Doctor of Law, Professor,
Chief Researcher
All-Russian Research Institute
Ministry of Internal Affairs of Russia,
Moscow, Russia
E-mail: 63wladimir@mail.ru

The issue of the prosecutor's position in criminal proceedings has always been one of the controversial issues, which is associated with changes in criminal proceedings in various historical periods of the development of our legislation. With the adoption of the Constitution in 1993, despite the fact that the provisions on the court and the prosecutor's office were combined into one chapter, the independence of the courts was proclaimed, the norms on the prosecutor's appeal of illegal and unfounded decisions, sentences, decisions, and court orders were transferred from the Soviet Law on the "Prosecutor's Office" to the current act.

Subject of research: legal norms regulating the issues of the prosecutor's participation in the consideration of criminal cases by courts of first instance, as well as theoretical works devoted to this issue. Research methods: the methodological basis of the research is the dialectical method of scientific knowledge, analytical, comparative legal, statistical and sociological methods, the method of legal modeling.

Purpose of research is to study the activities of public prosecutors in criminal proceedings when courts consider cases at first instance, to identify and analyze the problems that arise when supporting the state prosecution and to put forward specific proposals for their resolution.

Object of research: public relations governing the process of appointing and preparing a public prosecutor for trial, including his procedural rights and obligations, as well as the organizational aspects of this process.

Research findings: a special role should be given to the preparation of the prosecutor for the trial. In this regard, it is necessary to create conditions for this – to establish a minimum period before the start of the trial, during which the prosecutor must be instructed to maintain the prosecution. It was revealed that the current criminal procedure law contains an indication of the possibility of maintaining the prosecution by several state prosecutors, but there is no concept of a group of state prosecutors, legal regulation of the activities of such a group.

Keywords: public prosecutor, indictment, trial, criminal procedure law, criminal process.

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на наличие отечественного уголовно-процессуального закона, а также издание ведомственных актов генерального прокурора Российской Федерации, нормативно-правовое регулирование деятельности государственного обвинителя в части

рассмотрения судами уголовных дел в первой инстанции имеет пробелы. Присутствуют вопросы при реализации указанных норм, что требует внесения ряда законодательных изменений.

Согласно сводной судебной статистике Верховного Суда Российской Федерации за 12 месяцев 2024 года, федеральными судами



общей юрисдикции и мировыми судьями по первой инстанции окончено производством 659 878 уголовных дел, в свою очередь, за аналогичный период в 2023 году рассмотрено 727 168, в 2022 году – 770 851 уголовное дело [12].

Несмотря на снижение числа уголовных дел, данные судебной статистики свидетельствуют о распространенности и важности обращения должного внимания этой сфере деятельности прокуратуры.

В советских правовых реалиях прокурорский надзор носил всеобъемлющий характер, распространялся он и на сферу отправления правосудия. Статья 3 Закона СССР «О прокуратуре СССР» [10] среди прочих направлений деятельности советской прокуратуры называет надзор за исполнением законов при рассмотрении дел в судах. В ст. 32 вышеуказанного закона закреплены полномочия прокурора по данному направлению надзора.

Масштабность и междисциплинарная природа исследуемых вопросов требуют комплексного подхода, объединяющего знания и навыки в областях конституционного, уголовного и уголовно-процессуального права.

Конкретность предмета исследования позволяет сфокусировать исследовательские усилия на одном направлении и получить результаты, коррелирующие поставленным задачам. Исследование стремится получить репрезентативные и научно достоверные результаты, которые должны опираться на солидную эмпирическую базу, требующую анализа большого объема судебной практики и иного правового материала в разных юрисдикциях. Однако именно сравнительный метод обеспечит соответствие работы современным принципам организации правового исследования и лучшим мировым практикам.

Теоретическую основу исследования составили научные труды М. В. Белова [2], В. П. Горбачева [4], Е. Р. Ергашева, В. А. Лазаревой, Н. П. Кирилловой, С. В. Зеленецкого, О. С. Капинус, О. В. Левченко [10], В. М. Савицкого, В. П. Божьева, П. П. Рукавишникова, В. М. Бозрова, М. С. Строговича, Т. К. Рябининой, О. Я. Баева, Д. А. Мезинова, Б. А. Тугутова, В. О. Трофимова, А. А. Михайлова и других.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В действующем законе порядок назначения государственного обвинителя начинается с дачи поручения на поддержание государственного обвинения. На законодательном уровне процедура не регламентирована. Предполагается, что эта деятельность носит скорее организационный характер, нежели процессуальный. Однако процедуру

вступления прокурора уже в статусе государственного обвинителя в уголовный процесс необходимо нормативно закрепить.

Например, Т. А. Ермакова предлагает внести изменения в ст. 221 УПК РФ [18], касающиеся обязанности прокурора после утверждения обвинительного заключения дать поручение о поддержании государственного обвинения одному или нескольким сотрудникам соответствующего органа прокуратуры в письменной форме, а также дополнить определение понятия «государственный обвинитель» следующим образом: «должностное лицо органа прокуратуры, поддерживающее от имени государства обвинение в суде по уголовному делу с момента дачи ему на это поручения» [6].

Практически аналогичное определение рекомендует ввести в уголовно-процессуальный закон Б. А. Тугутов [17]. Такая дефиниция представляется достаточно логичной и практически необходимой, восполнение существующего пробела определит момент наделяния прокурора статусом государственного обвинителя, а значит, внесет ясность в определение полномочий в уголовном процессе.

Как правило, прокуроры, которые наделяются правом утверждать обвинительное заключение (постановление, акт), не участвуют в рассмотрении данного уголовного дела, не поддерживают по нему государственное обвинение. Очевидно, что прокурор, которому поручено поддержание обвинения в суде, уже при изучении материалов дела может более объективно оценить представленные доказательства в их совокупности, найти какие-либо противоречия, поскольку при производстве предварительного расследования он не участвовал. В этом случае его позиция может быть наиболее обдуманной и взвешенной, так как на нём лежит ответственность в части завершения работы по разбирательству уголовного дела. При этом обвинение будет строиться в значительной степени на представленных материалах дела.

Есть и другая позиция: гособвинитель зачастую не может сформировать в себе внутреннее убеждение относительно доказанности вины подсудимого в силу незнания в должной мере материалов дела, что может повлечь пассивную позицию прокурора в процессе [9].

Генеральным прокурором Российской Федерации в приказе № 376 [11], посвященном участию прокуроров в уголовном судопроизводстве, обращается особое внимание на то, что назначение государственных обвинителей должно осуществляться заблаговременно и в письменном виде, что обеспечит

реальную возможность для наиболее полного изучения материалов дела и подготовки к судебному разбирательству, в частности, позволит проанализировать в совокупности и оценить собранные по делу доказательства, сформировать собственную позицию, составить план исследования доказательств, определить их оптимальную очередность и наиболее важные моменты, на которые стоит обратить внимание суда и других участников процесса.

Н. П. Кириллова отмечает, что в прокуратуре г. Санкт-Петербурга была скоординирована деятельность прокуроров, утверждающих обвинительное заключение, и прокуроров, поддерживающих обвинение в суде. Последним было поручено поддержание государственного обвинения заранее, они были допущены к изучению материалов дела совместно с первой группой. Автор исследования признала такой опыт удачным и предлагает закрепить данный порядок деятельности на законодательном уровне, а также либо предоставить государственным обвинителям право давать согласие на утверждение обвинительного заключения, либо делиться своим мнением при принятии решения по поступившему с обвинительным заключением уголовному делу [8, с. 112].

Это предложение может быть принято во внимание, так как государственный обвинитель будет наиболее требовательно относиться ко всем изучаемым материалам дела, поскольку именно он впоследствии может испытать на себе негативные последствия некачественно проведенного предварительного расследования.

Частью 4 ст. 246 УПК РФ и п. 1.4 приказа генерального прокурора Российской Федерации № 376 [14] установлена возможность формирования групп государственных обвинителей. Использование такого права представляется обоснованным по наиболее сложным, многоэпизодным делам. Указанное положение введено также с целью повышения эффективности поддержания государственного обвинения.

Закон не содержит порядка создания таких групп, однако частично он конкретизируется в п. 7 приказа генерального прокурора № 376 [14], раскрывая полномочия генерального прокурора и его заместителей, прокуроров субъектов и приравненным к ним по определению состава группы обвинителей её руководителя. Но ряд вопросов не урегулирован.

Во-первых, неясно, каким документом будет оформлено решение о создании группы обвинителей. З. Ш. Гатауллин предлагает сделать это посредством вынесения

соответствующего постановления по аналогии с созданием следственной группы в порядке ст. 163 УПК РФ [3, с. 20]. Считается, что это будет сильно усложнять процедуру, поэтому предлагается оформить такое решение в виде поручения о поддержании государственного обвинения группой обвинителей.

Во-вторых, не определено, как будет происходить подбор участников группы. Некоторые авторы считают, что при формировании группы обвинителей важно учитывать опыт каждого из них, уровень знаний, квалификации, психологическую совместимость друг с другом и навыки коммуникации в коллективе [17, с. 89]. Для организации работы в группе должен быть назначен руководитель. Другие отмечают, что определяющим критерием должен быть опыт поддержания обвинения по делам данной категории [1, с. 38]. Предполагается, что этот вопрос может быть урегулирован путем внесения дополнения в ч. 4 ст. 246 УПК РФ: «Персональный состав группы государственных обвинителей определяется лицом, уполномоченным на её создание».

Таким образом, благодаря созданию группы обвинителей становится возможным более рационально распределить нагрузку как при подготовке к судебному разбирательству [11, с. 45], так и при рассмотрении дела в суде, наиболее полно изучить материалы уголовного дела, ориентироваться в них, занять активную позицию в стадии судебного следствия.

Подготовка к поддержанию государственного обвинения – процесс длительный и требует внимательного отношения от прокурора, даже самого опытного. Для этого на практике в помощь прокурору можно предложить план подготовки к судебному разбирательству, так как планирование позволит оптимизировать подготовку, структурировать ее.

План подготовки составляет прокурор самостоятельно, исходя из собственного опыта, но, как правило, план содержит следующие пункты: тщательное изучение материалов дела; изучение нормативно-правовых актов, судебной практики по данной категории дел, необходимых ведомственных актов генерального прокурора Российской Федерации; прогнозирование различных ситуаций, которые могут возникнуть в процессе разбирательства в суде; планирование деятельности по поддержанию государственного обвинения, построение версий обвинения.

Не всегда прокуроры уделяют достаточно времени изучению материалов дела, считая, что смогут в процессе судебного разбирательства изучить все обстоятельства: в ходе допросов свидетелей, при исследовании

других доказательств. Это может привести к различным последствиям, например: государственный обвинитель не может быть наверняка уверен в достаточности, достоверности, допустимости, относимости к делу доказательств, собранных органами предварительного расследования, а следовательно, могут возникнуть проблемы с обоснованным заявлением ходатайства об оглашении материалов дела.

Прокурор не может указать верные листы дела, ищет нужные документы по описи, если не сделал себе соответствующие заметки, начинает зачитывать документы подряд, в том числе и те, что не являются доказательствами, что может вызвать со стороны защиты обоснованные возражения и со стороны суда – замечания; заявлять ходатайство о дополнении судебного следствия также становится крайне затруднительным – сложно решить, чем еще дополнить информацию в деле, если очень поверхностно представлять, что уже имеется в материалах [5, с. 474]; сложность выявления противоречия в показаниях участников процесса. Сама обстановка в судебном заседании не позволяет отследить процесс формирования доказательств, проанализировать доказательства с позиции их взаимосвязи и согласованности, а следовательно, и оценить их. В соответствии с положениями ст. 88 УПК РФ оценка доказательств также является одним из полномочий прокурора в судебном заседании, а низкое качество подготовки прокурора препятствует его реализации.

Таким образом, государственный обвинитель обязан знать материалы уголовного дела максимально подробно. Чтобы создать для этого условия, законодательно необходимо отразить минимальный срок перед началом судебного разбирательства, в течение которого прокурору необходимо поручить поддержание обвинения, как, например, в ст. 221 УПК РФ установлен десятидневный срок для рассмотрения материалов дела и принятия решения по поступившему с обвинительным заключением уголовному делу, или же приобщить момент принятия решения о поручении на поддержание государственного обвинения к моменту направления уголовного дела в суд.

Изучению подлежат не только вещественные доказательства, но и процессуальные документы должностных лиц следственных органов, судей. В данном случае мелочей нет, каждый момент является существенным.

Изучение материалов дела может осуществляться двумя методами: хронологическим или систематическим. Первый предполагает последовательное изучение всех

материалов уголовного дела, начиная с самого начала. У такого способа есть очевидное преимущество – легче понять логику расследования, обстоятельства обнаружения тех или иных доказательств. Второй же заключается в том, что в первую очередь изучается обвинительное заключение, а остальные доказательства и иные процессуальные документы сопоставляются с ним. Такое изучение представляется наиболее обоснованным при ознакомлении с многоэпизодными делами или с делами, возбужденными в отношении нескольких лиц.

Так, О. А. Зайцева отмечает, что 68 % респондентов предпочитают изучать материалы дела систематическим методом и только 32 % – хронологическим. Порядок изучения может избираться каждым прокурором по личному усмотрению в зависимости от опыта и других факторов, главное – уделить должное внимание всей совокупности процессуальных документов, составляющих основу уголовного дела [7, с. 249]. Тенденция, выявленная в опросе, представляется скорее отрицательной, чем положительной. Хронологический метод обеспечивает наиболее полное изучение материалов дела.

Следует иметь в виду, что обвинительное заключение отражает сложившуюся позицию следователя, в нем раскрыты те доказательства, которые направлены на поддержание его версии случившегося, оценка доказательствам дана именно с точки зрения следователя, то есть она односторонняя, хронологический же способ позволяет посмотреть на все материалы дела со стороны, критически, и проанализировать их наиболее объективно и беспристрастно.

Во время изучения дела прокурору надлежит делать соответствующие записи, выписывать вопросы, которые возникают по ходу изучения материалов, противоречия, неточности, которые могут быть разъяснены в ходе судебного процесса. Здесь крайне важно делать это именно в письменном виде, поскольку поддержание государственного обвинения – ответственная задача, и к ее осуществлению также необходимо относиться соответственно, полагаться на память нельзя, так как зачастую в производстве находится сразу несколько дел, в связи с неявкой лиц заседания откладываются, детали забываются.

Необходимо продумать, какие вопросы задать при допросах, какие ходатайства заявлять, в какой очередности представлять суду вещественные и иные доказательства, проанализировать возможную тактику стороны защиты и исходя из этого строить линию обвинения [11, с. 285]. Прокурор должен быть

готов к любому повороту событий в процессе и при необходимости, в затруднительной ситуации, вовремя сориентироваться.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Согласно положениям ч. 1 ст. 234 УПК РФ, при производстве предварительного слушания должны соблюдаться общие правила судебного разбирательства, а значит, в предварительном слушании прокурор обладает теми же процессуальными правами, что и при производстве в суде первой инстанции: заявлять ходатайства, делать заявления, высказывать свое мнение по вопросам, возникающим в ходе заседания, заявлять отводы. Но преимущественно на данной стадии обвинительная деятельность прокурора заключается в опровержении доводов стороны защиты и суда о наличии препятствий для назначения судебного заседания.

При этом основной задачей прокурора является недопущение исключения доказательств, ходатайство о признании которых недопустимыми заявляется стороной защиты. Факт признания недопустимым доказательства может стать препятствием для поддержания обвинения или послужить основанием для прекращения уголовного дела, возвращения его прокурору.

Цель участия прокурора в предварительном слушании заключается в убеждении суда в необходимости рассмотрения дела по существу, чтобы в дальнейшем доказать виновность обвиняемого. Ст. 37 и ст. 234 УПК РФ не содержат в числе обязательных условий для проведения предварительного слушания участие прокурора, однако реализация полномочия по возражению относительно заявленных ходатайств об исключении доказательств стороной защиты принадлежит стороне обвинения, которую представляет прокурор. Кроме того, в п. 3 приказа генерального прокурора № 376 [14] установлена обязанность «уделять должное внимание подготовке к участию в предварительном слушании», из чего можно сделать вывод о необходимости участия прокурора на данном этапе.

Согласно ч. 5 ст. 236 УПК РФ, прокурор может изменить обвинение путем уменьшения объёма, переквалификации, исключения квалифицирующих признаков, полного или частичного отказа от него.

Таким образом, проблемы назначения и подготовки прокуроров к поддержанию государственного обвинения могут быть решены закреплением на законодательном уровне вопросов, связанных с поручением о поддержании государственного обвинения, его

порядка, сроков назначения государственных обвинителей, чтобы унифицировать эту процедуру и дать прокурорам определенное законом время для осуществления всех необходимых подготовительных действий.

Целесообразно предусмотреть в ч. 4 ст. 246 УПК РФ правило о том, что решение о создании группы обвинителей оформляется в виде поручения о поддержании государственного обвинения группой обвинителей, а также дополнить указанную выше норму формулировкой: «Персональный состав группы государственных обвинителей определяется лицом, уполномоченным на её создание».

Данная проблема рассматривается на пересечении двух научных дисциплин – прокурорского надзора и уголовного процесса, в связи с этим перспектива исследования предполагает не только процессуальные моменты, но и методического, тактического характера, что необходимо учитывать при правовом регулировании статуса государственного обвинителя для повышения качества и эффективности поддержания государственного обвинения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агапов, П. В. Особенности поддержания государственного обвинения по делам о преступлениях, совершенных организованными группами и преступными сообществами / П. В. Агапов, О. Н. Коршунова // Вестник Академии Генеральной прокуратуры Российской Федерации. – 2014. – № 5 (43). – С. 38–43.
2. Белов, М. В. Направление уголовного дела, расследованного в форме дознания, прокурору как гарантия законности / М. В. Белов // Российский следователь. – 2024. – № 2. – С. 11–14.
3. Гатауллин, З. Ш. Выработка позиции по уголовному делу и организация государственного обвинения // Законность. – 2008. – № 11. – С. 20.
4. Горбачев, В. П. Прокурор в судебных стадиях уголовного процесса Российской империи перед Судебной реформой 1864 года (правовое положение, деятельность и доктрина реформирования) / В. П. Горбачев // Журнал российского права. – 2023. – Т. 27, № 9. – С. 104–116.
5. Ергашев, Е. Р. Прокурорский надзор в Российской Федерации : учебник для вузов / Е. Р. Ергашев. – Москва : Юрайт, 2021. – 468 с.
6. Ермакова, Т. А. Поддержание обвинения прокурором: теория, законодательство, практика : диссертация на соискание ученой степени кандидата юридических наук / Т. А. Ермакова. – Москва, 2009. – 226 с.
7. Зайцева, О. А. Изучение и последующая оценка государственным обвинителем материалов уголовного дела, как основа эффективной организации судебного следствия / О. А. Зайцева // Право и политика. – 2020. – № 9. – С. 249–260.

8. О прокуратуре СССР : Закон СССР от 30.11.1979 № 1162-Х : (утратил силу) // Ведомости Верховного Совета СССР. – 1979. – № 49. – Ст. 843.
9. Иванов, А. Н. Правовые и организационные аспекты создания группы государственных обвинителей / А. Н. Иванов // Сибирские уголовно-процессуальные и криминалистические чтения. – 2016. – № 1 (9). – С. 7–12.
10. Левченко, О. В. О концепции следственно-обвинительной власти и ее уголовно-процессуальной деятельности / О. В. Левченко // Российский следователь. – 2024. – № 3. – С. 18–22.
11. Кириллова, Н. П. Процессуальные функции профессиональных участников состязательного судебного разбирательства уголовных дел / Н. П. Кириллова. – Санкт-Петербург, 2007. – 408 с.
12. Назаров, А. Д. Следственные и судебные ошибки и уголовно-процессуальный механизм их устранения: концептуальные основы : диссертация на соискание ученой степени доктора юридических наук / А. Д. Назаров. – Санкт-Петербург, 2017. – 388 с.
13. О прокуратуре СССР : Закон СССР от 30.11.1979 № 1162-Х // Ведомости Верховного Совета СССР. – 1979. – № 49. – Ст. 843.
14. Об участии прокуроров в судебных стадиях уголовного судопроизводства : Приказ Генпрокуратуры России от 30.06.2021 № 376 : (ред. от 03.07.2024) // Законы, кодексы и НПА РФ. – URL <https://legalacts.ru/doc/prikaz-genprokuratury-rossii-ot-30062021-n-376-ob-uchastii/> (дата обращения: 25.04.2025).
15. Россинский, С. Б. Обвинительное заключение: мнимые и подлинные процессуальные смыслы / С. Б. Россинский // Российский следователь. – 2023. – № 10. – С. 10–14.
16. Сводные статистические сведения о деятельности федеральных судов общей юрисдикции и мировых судей // Судебный департамент при Верховном Суде РФ. – URL: <http://www.cdep.ru/?id=79> (дата обращения: 28.04.2025).
17. Тугутов, Б. А. Функции прокурора на судебных стадиях уголовного процесса : монография / Б. А. Тугутов. – Иркутск : Издательство Иркутского государственного университета, 2017. – 155 с.
18. Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации : Федеральный закон от 18 декабря 2001 г. № 174-ФЗ : ред. от 28 декабря 2024 г. // Собрание законодательства РФ. – 2001. – № 52, Ч. 1. – Ст. 4921.
19. Куликова, Г. Л. Участие группы государственных обвинителей в рассмотрении уголовных дел судами : пособие / Г. Л. Куликова, Г. Д. Белова, В. В. Жукова. – Москва, 2014. – 100 с.



ПОНЯТИЕ ЭКСТРЕМИЗМА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Гребенников Дмитрий Владимирович

начальник Управления по организации
обеспечения установленного порядка деятельности
судов Федеральной службы судебных приставов,
Москва, Россия
E-mail: d.berg72@yandex.ru

Предмет исследования: нормы российского уголовного законодательства, регламентирующие понятие экстремизма, мнение иных исследователей по данному вопросу.

Цель исследования: провести анализ особенностей формирования дефиниции экстремизма с учетом внешних изменений в законодательные акты. Определение характеристик формирования понятийного аппарата экстремизма.

Методы исследования: в статье использованы такие общенаучные методы исследования, как обобщение, анализ и синтез, конкретизация.

Объект исследования: общественные отношения, складывающиеся по поводу формирования понятия экстремизма.

Результаты исследования: формирование дефиниции экстремизма характеризуется наличием идеологической составляющей, направленной на решение политических вопросов по изменению государственного строя и оказанию влияния на органы государственной власти, при экстремизме происходит использование определенных способов коммуникации с помощью языковых форм, использования мессенджеров, социальных сетей, создания экстремистских сайтов. Дополнительно формируется создание образа противника (врага), чаще всего в отношении определенной категории лиц или органов власти и управления, сотрудников правоохранительных органов Российской Федерации.

Автор полагает, что видовая характеристика понятия «экстремизм» претерпела значительные и серьезные изменения. При этом экстремистская деятельность характеризуется наличием идеологической направленности, политизированности, использованием определенных языковых форм, созданием образа противника (врага), чаще всего в отношении определенной категории лиц или органов власти и управления, сотрудников правоохранительных органов Российской Федерации.

Ключевые слова: экстремизм, идеология, противоправность, преступность, понятийный аппарат.

THE CONCEPT OF EXTREMISM IN MODERN CONDITIONS

Dmitry V. Grebennikov

Head of the Department for the Organization
of Ensuring the Established Order of Activity of Courts
of the Federal Bailiff service,
Moscow, Russia
E-mail: d.berg72@yandex.ru

Subject of research: norms of the Russian criminal legislation regulating the concept of extremism, the opinion of other researchers on this issue.

Purpose of research: to analyze the features of the formation of the definition of extremism, taking into account the amendments made to the legislative acts. Determination of the characteristics of the formation of the conceptual apparatus of extremism.

Research methods: the article uses such general scientific research methods as generalization, analysis and synthesis, specification.

Object of research: public relations developing regarding the formation of the concept of extremism.

Research findings: the formation of the definition of extremism is characterized by the presence of an ideological component aimed at solving political issues of changing the state system and influencing government bodies; extremism involves the use of certain methods of communication using language forms, using instant messengers, social networks, and creating extremist websites. Additionally, the image of the enemy (adversary) is created, most often in relation to a certain category of persons or government bodies, employees of law enforcement agencies of the Russian Federation.

The author believes that the specific characteristics of the concept of "extremism" have undergone significant and serious changes. At the same time, extremist activity is characterized by the presence of an ideological focus, politicization, the use of certain linguistic forms, the creation of an image of an opponent (enemy), most often in relation to a certain category of persons or authorities and administration, employees of law enforcement agencies of the Russian Federation.

Keywords: extremism, ideology, illegality, crime, conceptual apparatus.

ВВЕДЕНИЕ

Происходящие в последнее время события позволяют отметить увеличение количества общественных и религиозных объединений, иных организаций, деятельность которых признана экстремистской. Особенностью данных организаций является деятельность, направленная на создание антипода государственной власти и подмену действующих норм законности и поведения за счет пропагандирования различных ценностей, противоречащих традиционным ценностям нашей Родины. Это накладывает определенную работу на государственные правоохранительные органы при предупреждении рассматриваемого вида преступлений.

Формирование на сайте Министерства юстиции Перечня общественных и религиозных объединений, иных организаций, в отношении которых вступило в законную силу решение суда о ликвидации или запрете деятельности по основаниям, предусмотренным Федеральным законом от 25.07.2002 № 114-ФЗ «О противодействии экстремистской деятельности» (далее – Перечень), вызывает закономерный вопрос, по каким признакам происходит включение организаций в данный Перечень и что понимается под экстремизмом.

В ч. 2 ст. 29 Конституции РФ указывается, что «не допускаются пропаганда или агитация, возбуждающие социальную, расовую, национальную или религиозную ненависть и вражду».



Запрещается пропаганда социального, расового, национального, религиозного или языкового превосходства» [7]. Одним из ключевых является термин «пропаганда», который активно применяется в Уголовном кодексе и профильном законе. Термин происходит от латинского *propaganda* – «подлежащее распространению» и указывает условия, препятствующие формированию идеологического или политического разнообразия, гарантированного высшим нормативным актом РФ. Поддержание идей превосходства по отмеченным признакам по своей природе посягает на конституционный строй нашего государства и является уголовно наказуемым деянием.

Законодательно закрепленный в Федеральном законе от 25.07.2002 № 114-ФЗ «О противодействии экстремистской деятельности» (далее – Закон) понятийный аппарат позволяет констатировать решение законодателя рассматривать термины «экстремизм» и «экстремистская деятельность» как тождество. С подобной точкой зрения категорически не согласен профессор Петрянин А. В. Он отмечает, что подходы к образованию слов указывают на невозможность использования терминов «экстремизм» и «экстремистская деятельность» в качестве синонимов [10, с. 135]. Отсутствие четко выверенных формулировок приводит к эпистемологической неполноте и дискуссионности по вопросу дефиниции «экстремизм». Следовательно, для наиболее глубокого понимания уголовно-правовых норм необходимо разобраться, как формируется и что включает в себя понятие «экстремизм».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Понятие экстремизма в том понимании, к которому мы привыкли, законодательно не регламентируется. Законом в качестве понятий «экстремизм» и «экстремистская деятельность» перечисляются цели экстремизма, а также средства и способы достижения этих целей [22]. Поэтому мы согласны с мнением А. И. Долговой, что законодательное закрепление понятия экстремистской деятельности не самое удачное. Оно на практике влечет самое широкое и зачастую произвольное оперирование понятием «экстремизм», создает трудности в правоприменении [5, с. 5–12].

Вместе с тем в международных правовых актах имеется закрепление регламентированной дефиниции «экстремизм». Например, в Шанхайской конвенции о борьбе с терроризмом, сепаратизмом и экстремизмом под экстремизмом понимается «деяние, направленное на насильственный захват власти или насильственное удержание власти, а также на

насильственное изменение конституционного строя государства, а равно насильственное посягательство на общественную безопасность, в том числе организация в вышеуказанных целях незаконных вооруженных формирований или участие в них [25]».

В юридической литературе вопрос формирования понятия экстремизма рассматривался неоднократно, однако какого-то единого подхода к его толкованию нет. Однако в силу того, что данное социальное явление способно привести к существенным политическим и экономическим потерям, а также к разбалансировке социальной системы, возникает необходимость к изучению рассматриваемой дефиниции.

Высказанных точек зрения и работ, в которых предпринимается попытка сформулировать понятие «экстремизм» с политической, философской, психологической, филологической и юридической точки зрения, опубликовано значительное количество. Единственное, с чем согласны все ученые: в основе рассматриваемого понятия лежат действия, направленные на подрыв общественной безопасности, конституционного строя, мира и безопасности человечества. Это отмечается в работах А. Г. Хлебушкина и многих других [21, с. 136–142].

Необходимо отметить, в литературе и, в частности, в средствах массовой информации встречается и альтернативная точка зрения в отношении государственной политики по рассматриваемой тематике. Например, по мнению В. Соловья*, «в России появляется новая политическая мода: именовать любой эксцесс вне зависимости от его характера экстремизмом» [16].

Поддержание данной позиции встречается и в работах иных авторов [4, с. 66–73]. Мы не разделяем высказанную точку зрения, так как она противоречит современным реалиям. Анализ перечня организаций, признанных Минюстом экстремистскими, а также изучение их символики, вербальной и невербальной информации, передаваемой адептами данных организаций, позволяют судить, что основная их деятельность направлена на реализацию последствий, указанных ранее. Мы считаем, что политические процессы, происходящие в нашей стране, а также принятые решения о признании деятельности ряда организаций или движений экстремистскими позволили существенно улучшить криминальную обстановку за последние годы.

* Материал подготовлен лицом, признанным Министерством юстиции Российской Федерации иностранным агентом.

При формировании авторской позиции по указанному вопросу нам кажется наиболее уместной цитата Карла Поппера из книги «Нищета историцизма»: «В конце концов о терминах не спорят, о них договариваются» [12, с. 167]. И договариваться необходимо с учетом фактических реалий, а также опираясь на современные нормативные правовые акты.

Как показывает анализ списка организаций, признанных экстремистскими, их видовая характеристика объединяет в себе криминальную, религиозную, политическую, этнорелигиозную, национальную, экологическую, государственную, экономическую, потребительскую, молодежную, эзотерическую и многие другие виды деятельности. При этом какой-то четкой структуры нет, не всегда понятно, почему ранее данные организации не попадали под понятие экстремистских. В качестве примера можно привести признание решением Верховного Суда Российской Федерации от 17.08.2020 г. и дополнительно решением Верховного Суда Российской Федерации от 02.10.2020 г. (дата размещения сведений: 29.10.2020 г.) экстремистским международного общественного движения «Арестантское уголовное единство» (другие используемые наименования – «Арестантский уклад един», «Арестантское уркаганское единство», АУЕ, А.У.Е.). Хотя впервые информация о данном движении была получена в 2000-х годах криминологом В. В. Тулегеновым [18, с. 51–53]. Более широкое распространение движение получило в 2010–2015 годах в Уральском и Сибирском федеральных округах. И начиная только с 2022 года предпринимаются попытки по качественному изучению данной экстремистской деятельности [23, с. 85–89].

Справедливо отмечается в работе О. А. Зубаловой, что экстремизм – это собирательное явление [6, с. 9]. Однако необходимо отметить, что практически в любой юридической литературе отмечается, что понятие «экстремизм» произошло от лат. *extremus* и определяется в словарях русского языка как приверженность к крайним взглядам, мерам [17, с. 716].

Анализируя точки зрения по данному вопросу, необходимо условно выделить схожесть мнения ученых в двух основных группах.

В первую группу можно объединить исследователей, считающих, что экстремизм напрямую связан с насилием, борьбой и политическими изменениями. Например, в энциклопедическом словаре отмечается, что экстремизм с политической точки зрения выражается в «совершении насильственных действий, целью которых является дестабилизация и разрушение уже сформированных

государственных, общественных, политических структур и институтов» [8, с. 627]. В работе А. В. Петрянина экстремизм характеризуется как «состояние противоправной политической борьбы, направленной на подрыв общественной безопасности, конституционного строя, мира и безопасности человечества, основанной на политических, идеологических, расовых, национальных и религиозных мотивах» [11, с. 14]. Связь экстремизма с политическими целями подтверждается на основании понятия, высказанного РАН: «Политический экстремизм предполагает пропаганду и использование насилия и других радикальных средств для достижения любых политических целей, не обязательно националистического характера. Политический экстремизм может иметь разную идеологическую направленность (фашистскую, коммунистическую, сепаратистскую и др.) и проявляться в сферах национальных отношений, религиозных вероучений, межпартийной или внутрипартийной борьбы, внешней и внутренней политики» [20, с. 16–17].

Довольно значительная группа исследователей объединена теорией экстремизма как совокупности противоправной идеологии, т. е. системы взглядов на мировоззренческое понимание окружающей действительности и попытки навязать окружающим людям необходимость смены политического порядка. Высказанная точка зрения получила отклик в работах В. В. Бирюкова, В. П. Кашепова, В. Н. Кудрявцева и В. Е. Эминова, Г. Н. Горшенкова и многих других. В качестве понятия, заслуживающего внимания, по нашему мнению, необходимо указать точку зрения А. Б. Смушкина, которая позволяет определить экстремизм как идеологию, характеризующуюся тесной связью с крайностью подобных противоправных действий. При этом объектами, подверженными негативному влиянию, помимо конституционного строя как такового, также могут быть интересы личности или общества [15].

Проведя анализ символики и вербальных элементов различных организаций и объединений, включенных в перечень общественных и религиозных объединений, иных организаций, в отношении которых вступило в законную силу решение суда о ликвидации или запрете деятельности по основаниям, предусмотренным Федеральным законом от 25.07.2002 № 114-ФЗ «О противодействии экстремистской деятельности», мы постараемся выделить характерные признаки идеологии, которая так или иначе связана с оказанием влияния на политическую обстановку в стране.

В первую очередь необходимо отметить наличие признака формирования новых форм идеологического мировоззрения у адептов. Организация экстремистского общества или объединения приводит к формированию внутри группы определенной картины построения мира, которая в корне отличается от окружающей. При этом сами могут ее не поддерживать. Как отмечает Л. С. Санистебан, для самих идеологов их аргументы имеют объективный смысл, и они практически не могут представить себе, что они выражение политических целей определенных групп [14, с. 38]. Например, для криминального движения «АУЕ» в первую очередь следует отметить соблюдение законов, обычаев, традиций, нравов преступного мира, то есть «воровского закона», основанного на криминальной и экстремистской идеологии. Однако активные приверженцы данного движения могут не выполнять установленные правила.

В качестве второго признака отметим определенный язык общения внутри сообщества, использование различных жаргонизмов, терминов, построение определенных языковых схем. Вербальное, или языковое, общение является наиболее распространенным способом коммуникации людей. При этом языковые конструкции используются как формирование категорий идентификации «свой-чужой». Например, криминальный жаргон состоит из порядка десяти тысяч слов и выражений. При этом условно мы можем выделить три основные группы жаргона: общеуголовный, тюремный и специально-профессиональный.

В качестве третьего признака отметим создание образа противника (врага), чаще всего в отношении определенной категории лиц, или органов власти и управления, сотрудников правоохранительных органов Российской Федерации. При этом в качестве основания для признания образа врага может использоваться религиозная рознь, пропагандирующая исключительность, и многое другое. Например, религиозная организация «Управленческий центр Свидетелей Иеговы в России» [9].

Следовательно, можно сделать вывод, что идеологический компонент является обязательным в экстремистской организации. Справедливо отмечается в работе Р. Г. Абдулатипова: «Любая форма экстремизма – это есть навязывание своих идей и ценностей насильственным путем с нарушением прав человека, достоинства человека, прав и достоинств народов или других социальных обществ [2, с. 74]». Независимо от вида экстремистской деятельности основная идея

связана с формированием теории ложных ценностей, кардинальными изменениями и нетерпимостью в области религии, неприятия установленного политического порядка, повседневной жизни, разделением населения по национальным, расовым, религиозным, половым и многим другим признакам. При этом есть желание заставить людей принять только им навязанную идеологическую составляющую.

Ранее мы отмечали связь экстремизма с политическими течениями и призывами к изменению конституционного строя. Формирование политических лозунгов возникает практически при любых формах и видах экстремистской организации.

Дополнительным признаком, позволяющим признать деятельность общественного или религиозного объединения, либо иной организации, либо их регионального или другого структурного подразделения в качестве экстремистской, является посягательство рассматриваемой деятельности на различные общественные отношения, охраняемые государством. Например, нарушение прав и свобод человека и гражданина, причинение вреда личности, здоровью граждан, окружающей среде, общественному порядку, общественной безопасности, собственности, законным экономическим интересам физических и (или) юридических лиц, обществу и государству или создающее реальную угрозу причинения такого вреда.

Посягательство на различные охраняемые общественные отношения и политический характер в качестве признака экстремизма является не единственным, дополнительно отметим в качестве обязательного мотив совершения экстремистской деятельности.

Мотив является одним из обязательств, подлежащих доказыванию в рамках расследования уголовного дела. В качестве мотива законодатель закрепил в пункте «е» части 1 ст. 63 УК РФ, а также в примечании к ст. 282.1 УК РФ «политическую, идеологическую, расовую, национальную или религиозную ненависть или вражду либо по мотивам ненависти или вражды в отношении какой-либо социальной группы» [19]. Это положило основу уголовно-правовой классификации экстремистских преступлений в работе профессора А. В. Гриненко:

- преступления, при совершении которых экстремистские мотивы входят в основной состав преступления;

- преступления, в которых экстремистские мотивы фигурируют в качестве отягчающего обстоятельства непосредственно в текстах соответствующих статей;

- иные преступления, если в ходе предварительного расследования будет установлено, что они совершены по мотивам политической, идеологической, расовой, национальной или религиозной ненависти или вражды либо по мотивам ненависти или вражды в отношении какой-либо социальной группы [3].

Более подробно мотивацию совершения экстремистских преступлений необходимо рассмотреть при определении объективных признаков ответственности за совершение экстремистских преступлений.

Рассмотрение мотивации как признака позволяет указать в качестве отдельного признака противоправность данной деятельности.

В юридической литературе справедливо указано, что деяние (действие или бездействие) как элемент преступления должно быть противоправным, что находит свое признание, при этом противоправность действия или бездействия трактуется с позиции его запрещенности уголовным законом с точки зрения того, какие признаки деяния описаны в законе (в составе преступления) [1, с. 11].

Важность выделения признака противоправности неоднократно отмечалась в работах Ю. Е. Пудовочкина [13, с. 70–81]. Деятельность экстремистских организаций направлена против нормативных ценностей, правопорядка, охраняемых уголовным законодательством. Например, насильственное изменение основ конституционного строя, воспрепятствование осуществлению гражданами их избирательных прав, воспрепятствование законной деятельности государственных органов, религиозных объединений, нарушение прав, свобод и законных интересов человека и гражданина в зависимости от его социальной, расовой, национальной, религиозной или языковой принадлежности или отношения к религии, и все это сопровождается насилием либо угрозой его применения.

Четвертый признак – наличие организованных групп и (или) сетевых структур. Практика позволяет сделать вывод о том, что значительное привлечение адептов в экстремистскую деятельность происходит благодаря использованию мессенджеров, социальных сетей, созданию экстремистских сайтов. Происходит активное создание мультимедийных коммуникаций, способных сформировать основные идеологические и практические рекомендации и разъяснения экстремистской деятельности, которые позволяют поддерживать контакты членам групп и осуществлять координацию деятельности [24, с. 210–213].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

На основании выделенных признаков мы можем сформулировать следующие выводы:

1. В юридической литературе вопрос формирования понятия «экстремизм» рассматривался неоднократно, однако какого-то единого подхода к его толкованию нет.

2. Видовая характеристика понятия «экстремизм» претерпела значительные и серьезные изменения. Формирование дефиниции экстремизма характеризуется наличием идеологической составляющей, представляющей собой систему определенных взглядов и идей, направленных на решение политических вопросов по изменению государственного строя и оказанию влияния на органы государственной власти. Формирование идеологических признаков происходит за счет определенных способов коммуникации с помощью языковых форм, мессенджеров, социальных сетей, экстремистских сайтов. Дополнительно формируется создание образа противника (врага), чаще всего в отношении определенной категории лиц или органов власти и управления, сотрудников правоохранительных органов Российской Федерации.

3. Дополнительное и активное изучение вербальных и невербальных идеологических элементов позволит сформировать комплекс мер, направленных на нейтрализацию идеологической составляющей данных организаций, и, как следствие, приведет к потере адептов данной идеологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Jackson, B. Law and disorder: Criminal justice in America / B. Jackson. – Chicago ; Urbana : University of Illinois press, University of Illinois press, 1984. – 324 p.
2. Абдулатипов, Р. Г. Проблемы профилактики экстремизма / Р. Г. Абдулатипов // Этнопанорама. – 2002. – № 2. – С. 74.
3. Гриненко, А. В. Понятие и классификация преступлений экстремистской направленности / А. В. Гриненко // Российская юстиция. – 2012. – № 3. – С. 32–34.
4. Громова, Н. С. Проблемы профилактики вербального экстремизма в муниципалитетах / Н. С. Громова // Муниципалитет: экономика и управление. – 2015. – № 3 (12). – С. 66–73.
5. Долгова, А. И. Теоретические основы реагирования на терроризм и экстремизм / А. И. Долгова // Проблемы теории и практики борьбы с экстремизмом и терроризмом: Всероссийская научно-практическая конференция (Ставрополь, 25–26 сентября 2014 г.). – Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. – С. 5–12.

6. Зубалова, О. А. Уголовно-правовые меры борьбы с организацией экстремистского сообщества : диссертация на соискание ученой степени кандидата юридических наук / О. А. Зубалова. – Нижний Новгород, 2013. – 180 с.
7. Конституция Российской Федерации : (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020) // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399/ (дата обращения: 08.06.2025).
8. Новый иллюстрированный энциклопедический словарь / под редакцией В. И. Бородулина [и др.]. – Москва : Большая Российская энциклопедия, 2005. – 909 с.
9. О признании общественного объединения Религиозной организации «Управленческий центр Свидетелей Иеговы в России» экстремистской организацией и запрете его деятельности на территории Российской Федерации : Решение Ростовского областного суда от 11.09.2009 и определение Судебной коллегии по гражданским делам Верховного Суда Российской Федерации от 08.12.2009 // Законы, кодексы и НПА РФ. – URL: <https://legalacts.ru/sud/reshenie-verkhovnogo-suda-rf-ot-20042017-n-akpi17-238/?ysclid=mc8swigwjn53569117> (дата обращения: 25.05.2025).
10. Петрянин, А. В. Концептуальные основы противодействия преступлениям экстремистской направленности: теоретико-прикладное исследование : дис. доктора юридических наук: 12.00.08 / Петрянин Алексей Владимирович; [Место защиты: Нижегород. акад. МВД России]. – Нижний Новгород, 2015. – С.135.
11. Петрянин А. В. Концептуальные основы противодействия преступлениям экстремистской направленности: теоретико-прикладное исследование : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора юридических наук / А. В. Петрянин. – Нижний Новгород, 2015. – 54 с.
12. Поппер, К. Р. Ницшта историцизма : пер. с англ./ К. Р. Поппер. – Москва : Прогресс. VIA, 1993. – 187 с.
13. Пудовочкин, Ю. Е. Противоправность как признак преступления: опыт анализа, проблемы, перспективы / Ю. Е. Пудовочкин. – DOI 10.17150/2500-4255.2018.12(1).70-81 // Всероссийский криминологический журнал. – 2018. – Т. 12, № 1. – С. 70–81.
14. Санистебан, Л. С. Основы политической науки / Л. С. Санистебан ; пер. с исп. В. Л. Заболотный. – Москва : МП Владан, 1992. – 123 с.
15. Смушкин, А. Б. Комментарий к Федеральному закону от 25 июля 2002 г. № 114-ФЗ «О противодействии экстремистской деятельности» / А. Б. Смушкин // Гарант. – URL: <http://base.garant.ru/58081639/> (дата обращения: 25.05.2025).
16. Соловей, В.* А был ли экстремизм? / В. Соловей* // Век. – 2002. – № 22 (489).
17. Ожегов, С. И. Толковый словарь русского языка: 80 000 слов и фразеологических выражений / С. И. Ожегов, Н. Ю. Шведова. – 2-е издание, дополненное. – Москва : Азбуковник, 2000. – 938 с.
18. Тулегенов, В. В. Криминальная субкультура и ее криминологическое значение : диссертация на соискание ученой степени кандидата юридических наук / В. В. Тулегенов. – Ростов-на-Дону, 2003. – 228 с.
19. Уголовный кодекс Российской Федерации : Федеральный закон от 13.06.1996 № 63-ФЗ : (ред. от 21.04.2025 с изм. и доп., вступ. в силу с 02.05.2025) // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_10699/b99a4508e05471a407e532780d2c0c95471049d9/ (дата обращения: 19.06.2025).
20. Устинов, В. В. Международный опыт борьбы с терроризмом: стандарты и практика / В. В. Устинов. – Москва : Юрлитинформ, 2002. – 559 с.
21. Хлебушкин, А. Г. Особенности квалификации преступлений террористической и экстремистской направленности, совершаемых с использованием средств массовой информации либо электронных или информационно-телекоммуникационных сетей // Криминалист. – 2024. – № 2 (47). – С. 136–142.
22. О противодействии экстремистской деятельности. Статья 1. Основные понятия : Федеральный закон от 25 июля 2002 г. № 114-ФЗ : (с изменениями и дополнениями) // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37867/2daf50f586c69eac11512c1faa4309699b52ec9b/ (дата обращения: 08.06.2025).
23. Хохрин, С. А. Некоторые особенности анализа материалов, представленных на экспертизу в отношении экстремистской организации «Арестантское уголовное единство» / С. А. Хохрин. – DOI 10.18822/byusu20240185-89 // Вестник Югорского государственного университета. – 2024. – Т. 20, № 1. – С. 85–89.
24. Хохрин, С. А. Некоторые аспекты влияния цветных революций на уголовно-исполнительную систему / С. А. Хохрин // Российский журнал правовых исследований. – 2016. – Т. 3, № 1(6). – С. 210–213.
25. Шанхайская конвенция о борьбе с терроризмом, сепаратизмом и экстремизмом (заключена 15.06.2001) // Президент России. – URL: <http://www.kremlin.ru/supplement/3405> (дата обращения: 08.06.2025).



ГЕНЕЗИС ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА ХУЛИГАНСКИЕ ДЕЙСТВИЯ

Кемова Наталья Николаевна

кандидат юридических наук,
старший преподаватель кафедры
уголовного права и криминологии
Рязанского филиала Московского университета
МВД России имени В. Я. Кикотя,
Рязань, Россия
E-mail: natalyakoluntaeva@mail.ru
ORCID: 0009-0009-4284-5873

Предмет исследования: нормы русского уголовного права об ответственности за действия, совершенные из хулиганских побуждений, практика их применения, а также воззрения исследователей по рассматриваемому вопросу.

Цель исследования: сформулировать научно обоснованные выводы о предпосылках криминализации хулиганства как самостоятельного преступления.

Методы исследования: методологическую основу составили диалектический метод научного познания и метод формальной логики, а также некоторые частнонаучные методы, применяемые в гуманитарных науках. Так, историко-правовой метод использовался при рассмотрении вопросов эволюции уголовной ответственности за хулиганские действия, сравнительно-правовой метод – при сопоставлении подходов к квалификации хулиганских действий в разные исторические периоды.

Объект исследования: общественные отношения в сфере противодействия преступлениям, совершаемым из хулиганских побуждений.

Основные результаты исследования: хулиганский мотив на протяжении всей истории уголовного права рассматривался как отягчающее обстоятельство для множества преступлений. Криминализация хулиганства как самостоятельного преступления детерминирована не пробелом в уголовном законодательстве, а потребностью государства в эффективном инструменте пресечения публичных форм выражения социального протеста.

Ключевые слова: хулиганство, хулиганский мотив, общественная опасность деяния, дифференциация уголовной ответственности, отягчающие наказание обстоятельства, криминализация деяния, общественный порядок.

THE GENESIS OF RESPONSIBILITY FOR HOOLIGAN ACTIONS

Natalia N. Kemova

Candidate of Law,
Senior Lecturer at the Department
of Criminal Law and Criminology
Ryazan Branch of Moscow University
of the Ministry of Internal Affairs
of Russia named after V. Ya. Kikot,
Ryazan, Russia
E-mail: natalyakoluntaeva@mail.ru
ORCID: 0009-0009-4284-5873

Subject of research: the norms of Russian criminal law on responsibility for actions committed out of hooligan motives, the practice of their application, as well as the views of researchers on the issue under consideration.

Purpose of research: is to formulate scientifically based conclusions about the prerequisites for criminalizing hooliganism as an independent crime.

Research methods: the methodological basis consists of the dialectical method of scientific cognition and the methods of formal logic, as well as some private scientific methods used in the humanities. Thus, the historical and legal method was used to consider the evolution of criminal liability for hooliganism, and the comparative legal method was used to compare approaches to the qualification of hooliganism in different historical periods.

Object of research: public relations in the field of countering crimes committed for hooligan motives.

Research findings: throughout the history of criminal law, the hooligan motive has been considered as an aggravating circumstance for many crimes. The criminalization of hooliganism as an independent crime is determined not by a gap in criminal legislation, but by the state's need for an effective tool to curb public forms of expression of social protest.

Keywords: hooliganism, hooligan motive, public danger of the act, differentiation of criminal responsibility, aggravating circumstances, criminalization of the act, public order.

ВВЕДЕНИЕ

Хулиганство, будучи одним из преступлений, посягающих на общественный порядок, на протяжении всей истории своего существования в уголовном законодательстве было предметом пристального внимания и дискуссий в юридическом сообществе. Несмотря на длительную эволюцию ответственности за хулиганство в национальном праве, единого понимания его правовой природы до настоящего времени не выработано ни среди представителей юридической науки, ни среди правоприменителей. Противоречивость подходов к пониманию хулиганства и его места в системе уголовного права свидетельствует о необходимости дальнейшего теоретического осмысления данного феномена.

В целях уяснения сущности и социальной обусловленности хулиганства требуется анализ русского уголовного права об ответственности за действия, совершенные из хулиганских побуждений.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Хулиганство как явление существовало задолго до его законодательного закрепления, однако в ранних правовых источниках оно не имело четкой терминологической определенности. Косвенные свидетельства о подобных деяниях можно обнаружить в описаниях отдельных нарушений общественного порядка, а также в использовании близких по смыслу понятий, таких как «бесчинство» (XVII в.).

Первые элементы уголовно-правового реагирования на действия, совершенные из



хулиганских побуждений, прослеживаются в нормах, направленных на охрану церковного порядка. Некоторые исследователи связывают этимологию термина «хулиганство» со словами «хула», «хулить» и «богохульство», обозначавшими шумное, оскорбительное поведение [9, с. 5]. Уже в X–XI вв. в уставах русских князей предусматривалась ответственность за появление в храме с животными, богохульство, надругательство над мощами святых и т.д. Отдельные формы этих деяний демонстрируют сходство с современным пониманием хулиганства. Учитывая, что посещение церкви носило массовый характер, то совершение действий, дезорганизующих порядок служения в церкви, не только наносило вред религиозным устоям, но и являлось прообразом нарушения общественного порядка. Вследствие чего появление термина «хулиганство» связывается именно с выделением в русском уголовном законодательстве преступлений против веры, усматривая религиозную основу возникновения уголовной ответственности за хулиганство [30, с. 37–42].

Своеобразный аналог описания преступного деяния, совершенного из хулиганских побуждений, содержался в одном из положений Русской Правды. Ст. 6 указанного сборника законов разграничила убийство, совершенное на людях, от убийства, совершенного в разбое. Если убийство было совершено на пиру в сваде (ссоре), то князь имел право взять виру (денежное возмещение).

В работе, посвященной Русской Правде, Н. Ланге указывал на зависимость размера ответственности от мотивов совершения побоев, повлекших за собой причинение вреда здоровью. Если деяние совершено безосновательно и ничем не провоцировалось, то наказание серьезно усиливалось [12, с. 112]. «Различные платы за побои, раны и увечья зависели от того, нанесены ли они в раздражении, в сваде, то есть в ссоре или драке, или же без всякой свады, то есть без раздражения» [12, с. 150]. Очевидно, прослеживается тенденция ужесточения наказания за совершение преступлений публично, а также «без повода». Следовательно, уже в то время осознавали повышенную общественную опасность преступлений, не имеющих под собой причины (например, жажды мести, наживы и др.), совершенных по «собственному хотению» и «на людях», что впоследствии стало ключевым признаком хулиганства.

Псковская судная грамота 1467 г. устанавливала особую ответственность за драку в публичном месте при наличии следующих условий: драка происходила на рынке, улице или на пиру; при отсутствии корыстных

побуждений; драку видело много людей. В таких случаях виновный обязан был не только компенсировать ущерб потерпевшему, но и выплатить штраф в княжескую казну [18, с. 5]. Отсюда следует, что уже тогда существовала ответственность за деяние, близкое по социально-правовой сущности к хулиганству.

Дальнейшее развитие охраны общественного порядка прослеживается и в Соборном уложении 1649 г. В гл. I «О богохульниках и церковных мятежниках» предусматривалась ответственность не только за преступления против церкви, но и за непристойное поведение, нарушающее спокойствие и порядок во время богослужения. «А будет кто, во время святых литургии и в иное церковное пение, вшед в церковь божию, учнет говорить непристойные речи... и тем в церкви божественному пению учинит мятеж... и тому бесчиннику за ту его вину учинити торговую казнь» [20, с. 85]. Иными словами, бесчинниками называли лиц, публично оскорбляющих неприличными выражениями и действиями присутствующих. Следовательно, термин «бесчинник» по своему содержанию близок к современному понятию хулигана. Данные нормы непосредственно охраняли порядок во время проведения церковной службы, однако указанные общественные отношения следует признать частью отношений, охватываемых термином «общественный порядок» [19, с. 97].

В ст. 17 гл. XXII Соборного уложения указывалось: «А будет кто с похвальбы, или с пьянства, или умыслом наскочет на лошади на чью жену, и лошадей ее стопчет и повалит, и тем ее обесчестит, или ее тем боем изувечит...» [20, с. 249]. Здесь мы можем наблюдать предпосылки фиксации хулиганских мотивов как одного из обязательных признаков состава рассматриваемого преступления: «с похвальбы, или с пьянства, или умыслом» [15, с. 124–128].

Воинские артикулы Петра I 1715 г., помимо преступлений против церкви, содержали и другие нормы, закреплявшие ответственность за совершение деяний публично. В частности, арт. 141 устанавливал наказание шпицрутенами за учинение драк «в пиру без вызову, хотя никто умерщвлен или поранен не будет» [21, с. 353]. Особенностью данной нормы являлся акцент на обстановке, в которой произошла драка, – в обществе («в пиру»), что причиняло вред общественному спокойствию. Сравнительный анализ санкций за аналогичные действия, совершенные в иной обстановке, убедительно демонстрирует, что публичность совершения деяния значительно повышала степень опасности такого проступка, а следовательно, и степень строгости применяемого наказания.

8 апреля 1782 г. был утвержден «Устав благочиния, или полицейский», одним из запретов которого стало воспрещение «учинить уголовныя преступления противу народной тишины» (ст. 230). Перечень таких деяний отличался чрезмерной широтой и включал проступки, лишь косвенно связанные с нарушением общественного порядка («челобитье или прошение или донос скопом или заговором», «насильное завладение недвижимого имущества», «разсеивание лжи и клеветы») [22, с. 372]. Ст. 260–264 Устава предусматривали ответственность за деяния, посягающие на общественный порядок. Они не были разделены по видам, среди них не выделялись преступления и проступки, а система наказаний за их совершение не отличалась четкостью и логикой. В результате на усмотрение суда оставалось определение наказания, которое часто зависело от стадии совершения деяния, причиненного ущерба и даже от личности потерпевшего, и нередко за одинаковые по характеру проступки назначалось два и более наказания. В ч. 4 ст. 261 Устава достаточно полно описаны действия, подпадающие под признаки хулиганских побуждений в его современном понимании: «Буде кто во время общенародной игры или забавы или феатрального представления, в том месте или близ зрителей во сто сажень, учинит кому обиду, или придирку, или брань, или драку, или вынет шпагу из ножен или употребит огнестрельное оружие, или кинет камень, или порох, или иное что подобное, чем кому причинить может рану или вред или убыток или опасение, того отдать под стражу и отослать к суду» [22, с. 379].

Отдельные главы Устава («М», «Н») были посвящены борьбе с пьянством, которое рассматривалось как фактор, угрожающий общественному спокойствию. Законодатель предусмотрел наказание для лиц, находящихся на улице в бессознательном состоянии в результате опьянения, а хронические пьяницы подлежали помещению в смиренный дом. Данные положения свидетельствуют о понимании законодателем опасности неконтролируемых действий лиц, находящихся в состоянии глубокого опьянения.

Свод законов Российской империи 1833 г. ознаменовал новый этап в развитии законодательства об охране общественного порядка. В отличие от предшествующих правовых актов, которые только косвенно, попутно с другими отношениями, охраняли публичный порядок, Свод законов 1833 г. стал охранять его непосредственно. В разделе «Законы уголовные» (ст. 425) предусматривалась уголовная ответственность для должностных и

отставных военных, а также гражданских чиновников за пьянство и нахождение в пьяном виде в общественных местах, особенно если оно сопровождалось буйным поведением и беспутством [25, с. 140]. Подобные действия, совершенные в общественном месте, рассматривались прежде всего как нарушение общественного порядка. Таким образом, в Своде законов был выделен объект, охватывающий общественные отношения, касающиеся поддержания общественного порядка, охраняемые ст. 425.

На фоне обостряющихся социальных противоречий стало расти количество деяний, нарушающих общественный порядок, вследствие чего возникла необходимость конкретизации и научного обоснования уголовно-правовых мер противодействия. Научное осмысление проблем охраны общественного порядка в этот период получило развитие в трудах таких ведущих правоведов, как М. М. Сперанский, Н. М. Коркунов, К. Д. Кавелин.

Уложение о наказаниях уголовных и исправительных 1845 г. стало наиболее детализированным нормативным актом своего времени, предусматривавшим ответственность за нарушение общественного порядка, акцентировавшим внимание преимущественно на религиозных преступлениях. Отличительной особенностью раздела 2 «О преступлениях против веры и о нарушении ограждающих оную» являлось то, что церковный порядок, именуемый как благочиние, может быть нарушен как в церкви, так и за её пределами. Помимо прочего, оно закрепляло ответственность за организацию противоправных сект, ересей, расколов различного рода, активное участие в них и их пропаганду. Так, в главе 2 раздела 4 «О нарушении благочиния во время священнослужения в церквях» указывались санкции за нарушения «в присутственном месте, во время заседания и в самой оного камере, осмелится неприличными словами или каким-либо действием оказать явное к сему месту неуважение...» [23, с. 247]. В таких положениях закона С. М. Будзинский усматривал «воззрение, признающее Божество основанием общественного порядка» [2, с. 415], объясняя это тем, что «наказывают оскорбление религии только тогда, когда это совершается публично, и, следовательно, может вызвать соблазн и нарушить общественный порядок» [2, с. 416]. Очевидно, с течением времени наметилась тенденция на расширение перечня общественных мест, в которых необходимо соблюдать установленные правила, что свидетельствует о стремлении законодателя обеспечить защиту общественного порядка.

В ходе проведения судебной реформы 1861–1864 гг. в ст. 38 Устава о наказаниях, налагаемых мировыми судьями, устанавливалась ответственность «за ссоры, драки, кулачный бой или другого рода буйство в публичных местах и вообще за нарушение общественной тишины» [28, с. 152]. Ст. 39 Устава предусматривала ответственность за нарушения спокойствия и порядка на различных общественных мероприятиях – собраниях, общенародных гуляньях, различных представлениях. Подобные нарушения могли выражаться в криках, шуме, потасовках, ссорах, оскорблениях и иных бесчинствах, мешающих проведению мероприятий. Следует заметить, что ответственность за нарушение общественного порядка стала закрепляться в более проработанном виде. В качестве основного признака указанных деяний законодатель выделил публичность совершаемых действий.

Уголовное уложение 1903 г. продемонстрировало значительный прогресс в регулировании вопросов охраны общественного порядка, прежде всего за счет введения дифференцированного подхода к ответственности. В ст. 262, расположенной в гл. XII «О нарушении постановлений, ограждающих общественное спокойствие», содержался состав преступления, объективная сторона которого включала в себя такие действия, как шум, крик либо иное бесчинство, совершенные в публичном месте, а равно на общественном собрании, или даже и вне их, но обязательно с нарушением общественного спокойствия либо порядка [27, с. 409]. Законодатель констатировал, что одинаковая ответственность за простое бесчинство и за буйство, соединенное с насилием, не в полной мере отвечает требованиям справедливости, и поэтому предусмотрел повышенную ответственность за наиболее опасные виды нарушения общественного порядка.

Строгость наказания усиливалась при учинении драки, кулачного боя, а также похожих действий, которые повлекли за собой срыв заседания общественного собрания или участие в бесчинствах толпы, которая не разошлась вопреки требованию властей. Обычно под эту категорию преступлений попадали действия, выразившиеся в сквернословии, доходящем до крайних пределов цинизма; хождении по улицам толпой с гармониками, криком, шумом и песнями неприличного содержания, стрельбой и тому подобное; приставании к прохожим ... для того, чтобы их оскорбить и выразить им, вызывающим с ними обращением, пренебрежением и неуважением [13, с. 566–567]. Появление в уголовном законодательстве данной нормы

продолжило тенденцию усиления правовых мер, направленных на охрану общественного порядка, что выразилось в увеличении санкций за эти деяния.

Таким образом, анализ российского до-революционного законодательства демонстрирует, что хотя такого обособленного преступления, как хулиганство, в тот период не существовало, ответственность за отдельные деяния, которые сопровождалась нарушением общественного порядка, все же предусматривалась. При этом ключевое значение придавалось публичному характеру совершаемых деяний – на оценку общественной опасности преступления практически всегда влияло его совершение в общественном месте [8, с. 63].

Термин «хулиган» в Российской империи впервые появился в литературе и ведомственных материалах лишь в конце XIX в. Однако уже в начале XX в. интерес к хулиганству как общественно опасному деянию резко вырос, что привело к активной популяризации данного понятия. Власти объясняли данную тенденцию значительно увеличившимся количеством нарушений общественного порядка. Современники отмечали, что из разных уголков России поступали сообщения об ужасе, вызванном диким размахом нового массового безмотивного преступления – хулиганства, лишаящего людей возможности спокойно жить [3, с. 51].

В юридической литературе встречается мнение, что первоисточником хулиганства являлась царская власть. Так, Б. Утевский утверждал, что хулиганы низов лишь копировали хулиганство чиновников, приводя в пример вопиющие случаи, когда представители царской власти разыгрывали женщин в лотерею, травили людей собаками или делали «чего моя левая нога хочет», демонстрируя свою безнаказанность, тем самым предоставляя народу образцы откровенного хулиганства [29, с. 26].

А. О. Эдельштейн подчеркивал классовую обусловленность восприятия хулиганства в дореволюционной России. По его наблюдениям, до 1905 г. хулиганство среди мещанства не вызывало реакции властей «как не направленное против интересов господствующего класса и ничем не угрожающее его благополучию» [31, с. 29]. Исследователь иллюстрирует этот тезис сравнением двух однородных инцидентов: в первом случае парень ради похвальбы зарезал первого встречного в пивной; во втором – казачий офицер застрелил мешавшего ему спать своими разговорами соседа-пассажира. Оба этих поступка свидетельствуют о безразличном отношении к

человеческой жизни, однако первый случай был расценен как хулиганство, второй же не вызвал особых осуждений [31, с. 29]. Этот контраст, по мнению А. О. Эдельштейна, демонстрирует, что в дореволюционный период хулиганство носило выраженную классовую окраску и в значительной степени отражало в себе борьбу за землю.

Б. Утевский, развивая эту концепцию, отмечал, что изначально хулиганство как социальный феномен существовало во всех странах, не вызывая особой озабоченности. Переломным моментом, по его мнению, стала реакция властей и прессы начала XX в., обусловленная страхом помещиков перед грядущим восстанием крестьян, которое необходимо было предотвратить. Модное слово «хулиганство» оказалось удобным инструментом, под которое можно было легко подвести целый ряд явлений, не имеющих ничего общего с изначально имевшимся социальным и правовым смыслом категории «хулиганство», но борьба с которыми под прикрытием предупреждения хулиганства предоставляла возможность неограниченных уголовных репрессий. Автор пишет: «...когда вопли испуганного обывателя возвели хулиганство в степень «общественной опасности», когда лозунг борьбы с хулиганством запестрел на страницах газет и журналов, тогда неопределенность и расплывчатость понятия хулиганства дала соблазнительную возможность подвести под это понятие и те явления крестьянской жизни, которые ничего общего с озорством и бесчинством не имели и корни которых лежали совсем в другой области: в остатках крестьянских волнений 1905–1906 гг. и в не прекращавшейся борьбе помещиков с крестьянами за неприкосновенность помещичьих поместий, полей и лесов» [29, с. 27–28]. Инициаторами законодательных предложений, направленных на борьбу с названным явлением посредством усиленных репрессий, были помещики, которые пытались защитить свои интересы и сохранить привилегии, поскольку были экономически заинтересованы в этом, скрывая истинные мотивы под громкими фразами о защите общественного спокойствия и безопасности.

Тем не менее вместе с очевидной необходимостью обеспечения строжайшего порядка в преддверии войны требовалось выработать политику по борьбе с хулиганством. Это привело к активизации научного интереса к данной проблеме, вследствие этого в указанный период наблюдается увеличение числа исследований, посвященных хулиганству.

В юридической литературе сформировались различные трактовки хулиганства.

В. И. Громов характеризовал его как «озорническое действие, направленное одним или несколькими лицами во вред имуществу или личности других лиц, но без цели извлечь из этого действия какую-либо для себя корыстную или иную выгоду или удовлетворить какое-либо личное чувство (мести, вражды, похоти и т. п.)» [3, с. 56–57]. Н. Ф. Лучинский отмечал, что «в наименее злостных своих формах хулиганские выходки граничат с неуместными и грубыми шутками и развлечениями, как, например, протягивание веревки через дорогу для того, чтобы заставить проходящих спотыкаться и падать. ...Нередко зарегистрировались также и деяния кощунственного характера, как, например, курение в церкви, закуривание папирсы от лампы перед иконой ... общим свойством почти всех хулиганских проявлений признается ... связь их с пьянством» [13, с. 566–567]. Е. К. Краснушкин писал о хулиганстве как о поведении, на котором «печать забавы, потехи или игры, выходящей из рамок общественно принятого и переходящей в настоящее буйство и бесчинство, когда осуществлению ее ставятся противодействия» [10, с. 151]. В. Н. Толмачев определял хулиганство как акт, причиняющий обществу неудобство, возбуждающий его недовольство, хотя и не нарушающий той или иной статьи уголовного закона [26, с. 4].

На страницах газет 1912 г. можно было встретить следующие описания хулиганских поступков:

«Хулиганы шли лесом из одной деревни в другую, встретили девушку. «Это нашей тетки Маланы племянница, у учительницы служит, белоручка, давай созорничаем», – решили парни: «привяжем голую к дереву». Девушку словили, раздели, привязали кушаком стоймя к дереву и, не учинив иного насилия и оставив одежду девушки возле нее, ушли»;

«В городе сильно развилось хулиганство... Недавно толпа молодых парней в центре города напала на пожилую даму г-жу К-ву, кандидатку в начальницы гимназии, уронила ее в снег и стала приставать с гнусными предложениями. К счастью, дама отделалась только испугом и нервным потрясением» [24].

Согласно официальным документам полиции дореволюционной России, хулиганами считали «уличных бездельников, забавляющихся издевательствами над горожанами» [11, с. 14]. При этом в юридической литературе к ним относили крестьян, которые хотели опорочить, унижить [7, с. 9]; людей, проникнутых враждебностью к цивилизованным условиям жизни, склонных к надругательству над культурными ценностями [14, с. 38]. Объединяющим элементом этих трактовок выступает

противопоставление хулигана порядку, установленному в обществе.

Защищая интересы помещиков, правительство поспешно начало разрабатывать законодательную базу, направленную на противодействие так называемому «хулиганству». В 1913 г. министр юстиции представил на рассмотрение законопроект об усилении ответственности за ряд преступных деяний, с особым акцентом на защите общественного порядка. В нем содержалось предложение дополнить Уголовное уложение статьями, которые под видом борьбы с хулиганством ужесточали ответственность за поступки, ничего общего с хулиганством не имевшие, но дававшие возможность расправы с «неблагонадежными» лицами и удовлетворявшие требованиям помещиков в борьбе путем усиленных репрессий с нарушением крестьянами неприкосновенности помещичьего имущества [29, с. 32]. Примечательной особенностью указанного проекта закона стало отсутствие определения хулиганства. Разработчики мотивировали это тем, что «точно указать в законе, какие преступные деяния должны почитаться хулиганством, не представляется возможным, так как хулиганство есть, в сущности, оттенок преступления, и по хулиганским мотивам может быть учинено всякое преступное деяние» [6, с. 104]. А Московский столичный мировой съезд в своем отзыве на данный законопроект констатировал, что «хулиганство есть новое слово, но не новое общественное явление»: «Мировой Съезд полагает, что вошедшее в общее употребление слово «хулиганство» обнимает собой столь разнородные понятия и представления, что задача дать определение побуждений «хулиганского характера», удовлетворяющее требованию юридической точности, должна быть признана невыполнимой» [16, с. 231, 235]. В результате проект столкнулся с серьезной критикой со стороны юридического сообщества и в конечном итоге не был принят.

В феврале 1914 г. на совещании губернаторов директор департамента полиции Петрограда С. П. Белецкий выступил с докладом, посвященным проблеме хулиганства. В своем выступлении он указал на необходимость законодательного регулирования данного вопроса, однако отметил невозможность быстрого принятия соответствующих правовых актов в связи с процедурными сложностями. В качестве временной меры С. П. Белецкий предложил административные взыскания за хулиганство и специальные обязательные постановления [17, с. 54–55]. Это послужило основанием для обязательного принятия на местах постановлений, направленных на

борьбу с хулиганством, однако в них не содержалось описания его признаков. Вместо этого в указанных постановлениях перечислялись запрещенные действия: 1) совершение бесчинств и озорства, вызывающих недовольство окружающих; 2) появление в общественных местах и помещениях в состоянии явного алкогольного опьянения; 3) назойливые приставания к людям; 4) порча чужого имущества; 5) вторжение против воли или без ведома хозяина в его дом, двор или иное огороженное место [17, с. 54–55].

В 1914 г. в Петрограде состоялось собрание Русской группы Международного союза криминалистов, где одной из ключевых тем стало обсуждение проблемы юридического определения конкретных признаков хулиганства [1, с. 224]. Несмотря на очевидную актуальность вопроса, участникам не удалось прийти к единому мнению о наличии или отсутствии уголовно-правовой природы данного феномена. Часть собравшихся рассматривали хулиганство как новое явление особого типа, требующее законодательного регулирования [4, с. 9–10]. М. П. Чубинский, например, выделял следующие характерные признаки хулиганства: несоразмерность поступка и повода, вызвавшего его совершение, а также пренебрежение чужими правами и благами других лиц [17, с. 103]. П. И. Люблинский относил к объективным признакам хулиганства насильственный характер действий и коллективное совершение деяния [17, с. 166–167].

Другие участники съезда приводили объективные доводы о том, что это явление, отличающее поведение человека, но никак не преступление. Так, А. Н. Трайнин, выступающий против выделения хулиганства в самостоятельный состав преступления, аргументировал свою позицию отсутствием у хулиганства свойственных только ему отличительных признаков, в противном случае «любое деяние может, при известных условиях, носить характер хулиганского, то в понятии хулиганства, как и в определении хулиганства, нет и не может быть указаний на объективный состав деяний» [17, с. 103–104].

Некоторые участники собрания называли хулиганство «болезнью переходного возраста» общества, не требующей законодательных мер, а к факторам, вызывающим к жизни случаи хулиганства, относили распространение алкоголизма, кризис нравственных ценностей, всеобщую озлобленность [17, с. 129–130].

Итогом дискуссии съезда Русской группы Международного союза криминалистов стало признание невозможности введения в законодательство понятия «хулиганство» в

качестве самостоятельного правонарушения, что обусловлено многообразием его бытовых проявлений [5, с. 16].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ позволяет сформулировать следующие выводы:

1. Истоки установления общественной опасности хулиганства прослеживаются в нормах о религиозных преступлениях, в частности богохульстве. В источниках русского уголовного права отсутствовала уголовная ответственность за хулиганство как за светское преступление. Лишь на рубеже XIX–XX вв., в предреволюционный и революционный периоды, стали предприниматься первые попытки криминализации хулиганства. Однако эти инициативы были продиктованы не наличием пробела в действующем уголовном законодательстве, а стремлением создать упрощенный механизм привлечения к уголовной ответственности неугодных лиц, публично выражавших несогласие с действиями представителей государственной власти. Юридическое сообщество того периода справедливо отказалось от криминализации хулиганства как отдельного деяния, что обосновано отсутствием специфических юридически значимых признаков состава данного преступления и абстрактностью характеристик самого деяния.

2. На протяжении всей истории уголовного права хулиганский мотив рассматривался какотягчающее обстоятельство при совершении самых различных преступлений, что подтверждается содержанием древнейших памятников русского права. Степень общественной опасности преступлений существенно возрастала, если они совершались публично и для демонстрации пренебрежительного отношения к общественным ценностям, что предопределяло повышенную строгость наказаний, применяемых к виновным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Башилов, П. П. О хулиганстве как преступном явлении, не предусмотренном законом / П. П. Башилов // Журнал Министерства юстиции. – 1913. – № 2. – С. 222–256.
2. Будзинский, С. М. О преступлениях в особенности: сравнительное исследование / С. М. Будзинский. – Москва, 1887. – 451 с.
3. Громов, В. И. Безмотивное преступление (По вопросу об ответственности за хулиганство) / В. И. Громов // Журнал министерства юстиции. – 1913. – № 5. – С. 50–79.
4. Иванов, В. Что такое хулиганство? / В. Иванов. – Оренбург, 1915. – 13 с.
5. Исаев, М. Хулиганство (Юридический очерк) / М. Исаев // Хулиганство и хулиганы : сборник. – Москва : Издательство НКВД РСФСР, 1929. – С. 11–19.
6. К вопросу о мерах борьбы с хулиганством (Проект министра юстиции) // Журнал уголовного права и процесса. – 1913. – № 4. – С. 103–114.
7. Калмыков, В. Т. Хулиганство и меры борьбы с ним / В. Т. Калмыков. – Минск : Беларусь, 1979. – 142 с.
8. Кемова, Н. Н. Дифференциация ответственности за преступления, совершенные из хулиганских побуждений : диссертация на соискание ученой степени кандидата юридических наук / Н. Н. Кемова. – Ханты-Мансийск, 2024. – 253 с.
9. Коржанский, Н. И. Квалификация хулиганства : учебное пособие / Н. И. Коржанский. – Волгоград : Издательство ВСШ МВД СССР, 1989. – 53 с.
10. Краснушкин, Е. К. К психологии хулиганства / Е. К. Краснушкин // Хулиганство и поножовщина. – Москва : Издательство Мосздравотдела, 1927. – С. 150–157.
11. Кудашкин, С. К. Групповое хулиганство и массовые беспорядки: уголовно-правовая характеристика и проблемы квалификации : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата юридических наук / С. К. Кудашкин. – Москва, 2020. – 27 с.
12. Ланге, Н. Исследования об уголовном праве Русской Правды / Н. Ланге. – Санкт-Петербург, 1860. – 290 с.
13. Лучинский, Н. Ф. Меры борьбы с праздношатайством и хулиганством / Н. Ф. Лучинский // Тюремный вестник. – 1915. – № 3. – С. 527–589.
14. Люблинский, П. И. Хулиганство и его социально-бытовые корни / П. И. Люблинский // Хулиганство и хулиганы : сборник. – Москва : Издательство НКВД РСФСР, 1929. – С. 38–62.
15. Овчаренко, Е. И. Правовая характеристика хулиганства / Е. И. Овчаренко // Журнал российского права. – 2004. – № 3. – С. 124–128.
16. Отзыв Московского Столичного Мирового Съезда о министерском законопроекте о мерах борьбы с хулиганством // Юридический вестник. – Москва, 1913. – Кн. III. – С. 229–248.
17. Отчет X общего собрания Русской группы Международного союза криминалистов 13–16 февраля 1914 г. в Петрограде. – Петроград, 1916. – VIII, III, 400 с.
18. Псковская судная грамота, составленная на вече в 1467 году : Издана по списку, хранящемуся в библиотеке князя Михаила Семеновича Воронцова. – Одесса : Мурзакевич, 1847. – IX, 18, 6 с.
19. Рагулин, А. В. Ретроспективный анализ российского уголовного законодательства об ответственности за хулиганство / А. В. Рагулин // Вестник ВЭГУ. – 2006. – № 27–28. – С. 95–107.
20. Российское законодательство X–XX веков: акты земских соборов: в 9 томах / под общ. ред. О. И. Чистякова. – Москва : Юридическая литература, 1985. – Т. 3. – 511 с.

21. Российское законодательство X–XX веков: Законодательство периода становления абсолютизма : в 9 томах / отв. ред. А. Г. Маньков. – Москва : Юридическая литература, 1986. – Т. 4. – 511 с.
22. Российское законодательство X–XX веков: Законодательство периода расцвета абсолютизма: в 9 томах / под общ. ред. О. И. Чистякова. – Москва : Юридическая литература, 1987. – Т. 5. – 527 с.
23. Российское законодательство X–XX веков: Законодательство первой половины XIX века: в 9 томах / отв. ред. О. И. Чистяков. – Москва : Юридическая литература, 1988. – Т. 6. – 431 с.
24. Сибирская жизнь : газета политическая, литературная и экономическая. – Томск, 1912. – 30 нояб.
25. Свод законов Российской империи, повелением государя императора Николая Павловича составленный : В 15 т. Т. 15: Свод законов уголовных. – Санкт-Петербург : Печатано в типографии II-го Отделения Собственной Его Императорского Величества канцелярии, 1833. – 565 с.
26. Толмачев, В. Н. Предисловие / В. Н. Толмачев // Хулиганство и хулиганы : сборник. – Москва : Изд-во НКВД РСФСР, 1929. – С. 3–6.
27. Таганцев, Н. С. Уголовное уложение 22.03.1903 : с мотивами, извлеч. из объясн. записки Ред. комис., представления Мин. юст. в Гос. сов. и журн. – особого совещ., особого присутствия деп. и общ. собр. Гос. сов. / изд. Н. С. Таганцева. – Санкт-Петербург : Гос. тип., 1904. – 1122 с.
28. Таганцев, Н. С. Устав о наказаниях, налагаемых мировыми судьями. С приложением мотивов и извлечений из решений кассационных департаментов Правительствующего Сената / изд. Н. С. Таганцевым. – 22-е издание, дополненное. – Петроград : Государственная типография, 1914. – 576 с.
29. Утевский, Б. Хулиганство в эпоху 1905–1914 гг. / Б. Утевский // Хулиганство и хулиганы : сборник. – Москва : Издательство НКВД РСФСР, 1929. – С. 20–37.
30. Шинкарук, В. М. Русская правда об истоках хулиганства / В. М. Шинкарук // LegalConcept. – 2015. – № 4. – С. 37–42.
31. Эдельштейн, А. О. Опыт изучения современного хулиганства / А. О. Эдельштейн // Хулиганство и поножовщина. – Москва : Издательство Мосздравотдела, 1927. – С. 28–80.



НЕКОТОРЫЕ СУЖДЕНИЯ О ПРОФИЛАКТИКЕ ПОВЕДЕНИЯ ЖЕНЩИН, СОВЕРШИВШИХ ПРЕСТУПЛЕНИЯ

Кунц Елена Владимировна

доктор юридических наук, профессор,
главный научный сотрудник,
Научно-исследовательский институт
Федеральной службы исполнения наказаний,
Москва, Россия
E-mail: 73kuntc@mail.ru

Для понимания жизни женщин в исправительных учреждениях, процесса ее исправления требуется критический анализ, так как данная проблема затрагивает вопросы соблюдения прав человека, адаптации действующего законодательства и преодоления социальных стереотипов.

Предмет исследования составляют показатели и криминологические особенности преступлений, совершаемых женщинами, личностные характеристики преступниц, их мотивация и жизненный путь, приведший к совершению противоправных действий, причины и условия преступного поведения женщин, а также нормы российского законодательства, регулирующие деятельность по предупреждению преступлений.

Цель исследования – разработка совокупности теоретических положений о повышении эффективности профилактической деятельности в отношении женщин, совершивших преступления.

Методы исследования: исследование опирается на концептуальные положения доктрины общей теории уголовного и уголовно-исполнительного права, криминологии, социологии, психологии, педагогики. Диалектический метод познания позволит изучить преступное поведение женщин с позиции движения и развития, наличия противоречий, что поможет найти пути решения выявленных проблем с различных точек зрения во избежание «однобокости» исследования. При применении системного подхода будут получены результаты, касающиеся разрабатываемого механизма профилактики и пресечения поведения женщин в современных условиях.

Объект исследования: общественные отношения, связанные с деятельностью по профилактике поведения женщин, совершивших преступление и потенциально склонных к совершению.

Основные результаты исследования: в процессе исследования сформулировано, что современные реалии диктуют необходимость редактирования системной работы, которая проводится в отношении осужденных женщин и направлена на предотвращение совершения женщинами повторных правонарушений. На основе значительной оперативно-разыскной и исследовательской информации необходима новая тактика опережающего вмешательства, чтобы помочь женщинам, которые стали объектами уголовного судопроизводства. Для реализации комплексного межведомственного подхода к содействию в исправлении осужденных женщин необходимо активное сотрудничество с самыми различными организациями, как государственными, так и общественными.

Ключевые слова: исправление, исправительное учреждение, осужденная, преступление, предупреждение, профилактика.

SOME OPINIONS ON THE PREVENTION OF BEHAVIOR OF WOMEN WHO HAVE COMMITTED CRIMES

Elena V. Kunts

Doctor of Law, Professor, Chief Researcher,
Research Institute Federal Penitentiary Service,
Moscow, Russia
E-mail: 73kuntc@mail.ru

To understand the life of women in correctional institutions, the process of its correction requires a critical analysis, since this problem affects the issues of human rights, adaptation of current legislation and overcoming social stereotypes.

The subject of the research is the indicators and criminological features of crimes committed by women, personal characteristics of criminals, their motivation and life path that led to the commission of illegal acts, the causes and conditions of criminal behavior of women, as well as the norms of Russian legislation regulating crime prevention activities.

Purpose of the research is to develop a set of theoretical provisions on increasing the effectiveness of preventive activities in relation to women who have committed crimes.

Research methods: the study is based on the conceptual provisions of the doctrine of the general theory of criminal and penal law, criminology, sociology, psychology, pedagogy. The dialectical method of cognition will allow us to study the criminal behavior of women from the position of movement and development, the presence of contradictions, which will allow us to find ways to resolve the identified problems from different points of view in order to avoid the "one-sidedness" of the study. When applying a systemic approach, results will be obtained concerning the developed mechanism for preventing and suppressing women's behavior in modern conditions.

Object of research: public relations associated with activities to prevent the behavior of women who have committed a crime and are potentially prone to committing one.

Research findings: in the course of the study, it was formulated that modern realities dictate the need to edit the systemic work that is carried out in relation to convicted women and aimed at preventing women from committing repeated offenses. Based on significant operational-search and research information, a new tactic of proactive intervention is needed to help women who have become objects of criminal proceedings. To implement a comprehensive interdepartmental approach to facilitating the correction of convicted women, active cooperation with a wide variety of organizations, both state and public, is necessary.

Keywords: correction, correctional institution, convicted woman, crime, prevention, prophylaxis

ВВЕДЕНИЕ

Проблема обеспечения стабильности и безопасности в условиях развивающегося

мира серьезна и лишь продолжает расти. Попытки предотвратить преступления посредством наказания не работают, а зачастую



контрпродуктивны. В научных трудах и практических рекомендациях ученые и практики пытаются сформулировать практические рекомендации, направленные на повышение эффективности профилактических мероприятий в отношении преступного поведения женщин.

Негативные тенденции женской преступности во всем мире в последние годы связывают с изменяющейся социальной ролью женщины, с изменением самого общества. Установлено, что во многих зарубежных странах уменьшается материнская роль женщины, падает рождаемость. Женщина встает на одну ступень с мужчиной и начинает совершать аналогичные преступления.

В учреждениях уголовно-исполнительной системы при исполнении наказаний не всегда уделяют достаточное внимание женщинам-осужденным. Несмотря на то, что большинство преступлений совершается мужчинами, все же значительная часть преступлений приходится на женщин.

Так, Н. В. Рейнгардт высказывал уверенность в том, что малое (по сравнению с мужскими) количество женских преступлений связано с тем, что женщина является более высокоразвитой в нравственном плане личностью. И именно нравственностью и духовностью представительниц женского пола обусловлен низкий уровень женской преступности [11]. Ю. М. Антонян одной из причин особенностей женской преступности называет исторически обусловленное место женщины в системе общественных отношений, ее социальную роль. Так уж сложилось, что многие женщины идентифицируют себя прежде всего как матери и жены, отсюда и та нравственность, о которой идет речь [5].

По данным МВД России, за первое полугодие 2024 года 64,6 тысячи женщин в России совершили преступления. Это самый низкий показатель с 2008 года, когда за аналогичный период зарегистрировали 110 тысяч преступниц [3]. За 2024 год выявлено 120 730 женщин, совершивших преступления. Удельный вес в общем числе выявленных лиц составил 18,1 % [14].

Особое внимание заслуживает виктимное поведение женщины, которая нередко не ощущает на уровне своего тела всей опасности, которая исходит от отношений, где она является жертвой. Если вы там, где вам плохо, это первый признак того, что вы можете стать потенциальной жертвой. Женщина-невротик – это та, которая не способна понимать и осознавать ни своих границ, ни своих ролевых установок, ни своих ощущений, ни аутентичности своей, ни

самоидентификации, вообще ничего [10]. Виктимным женщинам характерны серьезные нарушения биохимических процессов. Они уже привыкли к определенному количеству гормона стресса. Им хорошо, потому что многие из гормонов как наркотические средства влияют на организм. Некоторым женщинам даже становится невыгодно выбираться из этих отношений.

Новый научный подход к раскрытию совершенных преступлений и предотвращению новых позволяет применять современные технические методы для идентификации и выявления преступников, что в итоге ведет к снижению уровня противоправной активности. Данный подход активно использует методы предиктивной аналитики, что позволяет эффективно задерживать подозреваемых, а также не допускать возникновения криминальных ситуаций.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Одним из показателей достижения целей наказания является правопослушное поведение осужденных. Между тем уровень криминализации лиц, содержащихся в местах лишения свободы, с учетом уменьшения их численности остается практически неизменным. За первые три месяца 2024 года количество женщин, осужденных к лишению свободы, стало расти. В качестве причин такого роста эксперты указали их маргинализацию и то, что суды стали чаще избирать самую жесткую меру пресечения. За 2023 год число женщин за решеткой сократилось почти на две тысячи [2]. Несмотря на положительную динамику, организация работы, проводимая в исправительном учреждении в отношении женщин, должна включать и предупреждение рецидива.

Социализация, трудоустройство, медицинское обеспечение, родовспоможение, психиатрическая экспертиза – все это должно быть учтено при гуманизации процесса отбывания женщинами наказания в виде лишения свободы. Некоторые женщины отбывают наказание не один год и даже не представляют, как изменилась жизнь на воле, не знают, как правильно себя вести и защитить себя и своего ребенка. Чем меньше женщины проведут времени в заключении, тем быстрее смогут вернуться к нормальной жизни и воспитанию своих детей.

Женщины в исправительных учреждениях содержатся в условиях, строго регламентированных Уголовно-исполнительным кодексом Российской Федерации. Женские исправительные колонии – это отдельные учреждения, где создаются определенные

условия для досуга, профессиональной подготовки и саморазвития.

Например, они могут заниматься швейным делом, что не только помогает занять время, но и развивать умения, которые могут быть полезны после освобождения. Каждое исправительное учреждение имеет свои особенности, но стратегически фокус делает на социализацию женщин в местах лишения свободы. Тем не менее, несмотря на определенные улучшения, остаются проблемы с инфраструктурой и обеспечением личной безопасности. Возникает необходимость в ремонте жилых помещений и улучшении санитарных условий, что также должно соответствовать нормативам, установленным соответствующими нормативными актами.

Оказание качественной медицинской помощи и психологическая поддержка являются одним из основных факторов, влияющих на здоровье осужденных женщин. Медицинская помощь в женских колониях осуществляется в соответствии с Федеральным законом «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» [15]. В каждом учреждении имеются медицинские блоки, но не все они укомплектованы современным оборудованием. Доступ к специализированной медицинской помощи вне стен исправительного учреждения ограничен, поскольку в определенных случаях может вызвать опасения.

Особую озабоченность вызывает неблагоприятная ситуация по вопросам медико-санитарного обеспечения заключенных под стражу и осужденных, отбывающих лишение свободы. Отмечаются факты несоблюдения стандартов и сроков обследования и лечения, несвоевременного перевода больных в лечебно-профилактические учреждения или муниципальные и государственные учреждения здравоохранения, отсутствия или нехватки медоборудования и лекарств, неоказания надлежащей санитарно-эпидемиологической помощи.

Важную роль в профилактике правонарушений и преступлений играет прокурорский надзор за исполнением законов в деятельности учреждений уголовно-исполнительной системы.

Например, в деятельности учреждений уголовно-исполнительной системы были обнаружены отступления от требований уголовно-исполнительного законодательства, в том числе в части профилактики правонарушений [7].

Психологическая поддержка играет значительную роль в адаптации осужденных к жизни в исправительном учреждении. Специалисты по психологии помогают женщинам

справляться с депрессией, стрессами и другими эмоциональными нагрузками. Особое внимание уделяется социальной реадaptации и подготовке к жизни после выхода на свободу.

Изменения в отечественном законодательстве позволяют внедрять новые технологии в систему общения с внешним миром.

Например, вводятся видеосвязь и электронная переписка, что особенно актуально для отдаленных регионов и позволяет компенсировать ограничения личных встреч.

Контакт с внешним миром является важной составляющей жизни в период отбывания наказания. Осужденные женщины в рамках российского законодательства имеют право на телефонные звонки, переписку и регулярные встречи с родственниками. Это оказывает значительное влияние на их моральное состояние и помогает сохранить связь с близкими, родственниками. Особое внимание уделяется организации встреч с детьми, что является частью социальной поддержки.

Общение с детьми в большинстве случаев меняет поведение осужденных женщин в лучшую сторону, они становятся сдержаннее, приобретают в процессе совместного проживания материнские чувства, что помогает им найти правильную дорогу и место в жизни [9, с. 99].

В большинстве стран детям разрешается оставаться со своими матерями в исправительном учреждении до достижения ребенком определенного возраста, установленного законодательством страны. Однако принятие решения о переводе ребенка из исправительного учреждения без оценки интересов ребенка и без определения формы альтернативного ухода за ребенком может повлечь серьезные отрицательные последствия как для матери, так и для ребенка, подвергая мать сильным страданиям и переживаниям и оказывая долгосрочное пагубное воздействие на развитие ребенка, а также его эмоциональное и физическое состояние [6].

Женщины-жены и женщины-матери лучше всех решают деликатные вопросы на уровне семьи, обеспечивают условия для разрешения конфликтов и способствуют тому, чтобы другие женщины действовали аналогичным образом в своих семьях и в своем окружении.

Ошибочным представляется мнение опрошенных респондентов о том, что большинство женщин, совершивших преступление, ограничено или лишено родительских прав (62,9 %).

Так, И. С. Онищенко указывает, что 10 % осужденных женщин, отбывающих наказание

в виде лишения свободы, лишены родительских прав, 26 % ограничены в родительских правах, 64 % полностью обладают родительскими правами [8, с. 123].

В свою очередь, большинство осужденных женщин отмечает, что их главной жизненной ценностью являются семья и дети, и, следовательно, даже после отбытия уголовного наказания они в первую очередь пытаются восстановить или создать новую ячейку общества. Такая тенденция объясняется тем, что на интуитивном уровне женщина нуждается в поддержке больше, чем мужчина [4, с. 52].

Так, судом на В. была возложена обязанность выплачивать алименты на содержание своего несовершеннолетнего сына в размере 1/4 своего дохода ежемесячно. Однако данную обязанность она отказывалась выполнять. В отношении нее было возбуждено исполнительное производство, а также она была повторно предупреждена правоохранительными органами о возможном привлечении к ответственности за неуплату алиментов. В. повторно проигнорировала действия правоприменителей и дальше не выполняла возложенную на нее обязанность. Далее мировым судьей ей было назначено административное наказание за неуплату средств на содержание детей (ч. 1 ст. 5.35.1 КоАП РФ). В свою очередь, В. отказалась отбывать назначенное ей административное наказание, а также платить алименты. В результате было возбуждено уголовное дело по ч. 1 ст. 157 УК РФ [12].

Значительная часть осужденных, совершивших преступления при рецидиве, отбывающих наказание в виде лишения свободы, не состояла в официальном браке на момент отбывания наказания. При этом в 2022 году значительно увеличилась доля женщин, не состоявших в официальном браке: в 2022 – 72,9 %. Сократилась доля осужденных женщин, у которых распался брак, – 6,1 % [13]. Эта неблагоприятная тенденция отмечается в целом по стране, распадается семь браков из десяти [15]. Возросла доля браков у женщин, заключенных во время отбывания наказания, на 1,9 % [1, с. 10].

Большинство осужденных женщин имело печальный жизненный опыт: более половины сталкивались с насилием в семье, а треть до осуждения пережила сексуальное насилие; 19 % не имели постоянного места жительства, а 31 % сообщили о том, что в детстве воспитывались не в полной семье. Нередко эти женщины нуждаются в помощи, им необходима помощь в разрешении самых разных проблем, при этом оказание содействия на ранних этапах способно направить их жизнь в нужном направлении.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Проведенное научное исследование [16, с. 17] показало, что в названной сфере существует много нерешенных проблем, в том числе обусловленных пробелами в законе. При исполнении уголовных наказаний приоритетное внимание необходимо уделять вопросам режима, личной безопасности подозреваемых, обвиняемых и осужденных, искоренив случаи применения к ним недозволённых мер воздействия со стороны сотрудников уголовно-исполнительной системы. Добиваться улучшения условий содержания женщин, заключённых под стражу, и женщин-осуждённых, приведения их в соответствие с требованиями законов, а также обеспечения права на охрану здоровья. Данная ситуация подтверждается и активными законодательными инициативами.

Результаты анализа политики в области профилактики и социализации женщин, совершивших преступления, подтверждают, что в первую очередь она должна быть направлена на улучшение их социально-экономического положения, хотя причины, которыми женщины объясняют свое участие в преступной деятельности, весьма разнообразны. Как правило, обычно женщинами называются экономические мотивы. Изучаются обычно социальные аспекты, а психиатрические вопросы психического здоровья анализируются редко, хотя многие отмечают постоянное межличностное насилие в семье, наличие психических расстройств, отклонений в результате психических травм и сформировавшейся зависимости.

Профилактика противоправного поведения женщин в исправительных учреждениях тесно взаимосвязана с прогнозированием, учетом характеристик рецидивоопасного явления, организацией системы мероприятий, направленных на его предупреждение.

Значительное число женщин, находящихся в местах лишения свободы, представляет незначительную угрозу безопасности окружающих. Находясь на свободе, они сталкивались с различными социальными проблемами, например, злоупотреблением наркотическими средствами, невыплатой кредитов, неблагополучной обстановкой в семье, семейным насилием.

Проведение различных мероприятий, направленных на подготовку женщин к освобождению, должно оказать важную роль в снижении уровня рецидивных преступлений и помочь женщинам, совершившим нетяжкие преступления, отойти от противоправной деятельности и устранить причины их антиобщественного образа жизни.

Осужденные женщины в исправительных учреждениях сталкиваются со множеством серьезных вызовов. Важным является то, чтобы их права и достоинство соблюдались в соответствии с законодательно установленными нормами, а также международными стандартами. Необходимо системно продолжать работу по улучшению условий содержания, медицинской помощи и обеспечению психологической поддержки, чтобы способствовать успешной реадaptации женщин после отбытия наказания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонян, Е. А. Характеристика осужденных, повторно отбывающих наказание в виде лишения свободы (По материалам специальной переписи осужденных и лиц, содержащихся под стражей. Декабрь 2022 года) : монография / Е. А. Антонян, Э. П. Абовян, И. С. Лебешев. – Москва : Проспект, 2024. – 72 с.
2. Митина, В. В. СПЧ рассказали о росте количества женщин-заклученных / В. Митина // Лента. – URL: <https://lenta.ru/news/2024/05/15/v-spch-rasskazali-o-roste-kolichestva-zhenschin-za-reshetkoy/> (дата обращения: 04.01.2025).
3. Волкова, Е. В. В России сократилось до минимума число женщин, совершивших преступления / Е. Волкова // Газета.ru. – URL: <https://www.gazeta.ru/social/news/2024/12/24/24704348.shtml> (дата обращения: 05.01.2025).
4. Голубовский, В. Ю. Научные проблемы типологии личности осужденных женщин / В. Ю. Голубовский, Е. В. Кунц. – DOI 10.14529/pro-prava230311 // Проблемы права. – 2023. – № 3 (91). – С. 49–53.
5. Женская преступность: как учёные объясняют её рост в последнее время // Дзен. Канал «Русская Семёрка». – URL: <https://dzen.ru/a/ZAuVwzfbUwXyWywn> (дата обращения: 04.01.2025).
6. Женщины-заклученные : руководство по мониторингу с учетом гендерных факторов // Apt. – URL: https://www.apr.ch/sites/default/files/publications/women-in-detention_russian.pdf (дата обращения: 05.01.2025).
7. Обзор состояния законности при проведении воспитательной и профилактической работы с осужденными Генеральной прокуратуры Российской Федерации от 04.07.2023 № 17-12-2023.
8. Онищенко, И. С. Некоторые вопросы регулирования и реализации прав женщин, осужденных к лишению свободы, имеющих малолетних детей / И. С. Онищенко // Человек: преступление и наказание. – 2015. – № 2 (89). – С. 120–124.
9. Пилюкова, С. С. Педагогические основы совместного проживания осужденных женщин с детьми в местах лишения свободы / С. С. Пилюкова // Вестник Самарского юридического института. – 2020. – № 2 (38). – С. 93–100.
10. Поведение женщины, которая предрасположена быть жертвой // Дзен. Канал «Марк Бартон». – URL: <https://dzen.ru/a/Y6BnhJForRj4Q6w2> (дата обращения: 03.01.2025).
11. Почему женщин-преступниц меньше, чем мужчин: неожиданная причина // Voice. – URL: <https://www.thevoicemag.ru/psychology/psychology/pochemu-jenshchin-prestupnic-menshe-chem-mujchina-neojidannaya-prichina/?ysclid=m5l2wwaf2757800783> (дата обращения: 03.01.2025).
12. Приговор №1-132/2020 от 17 ноября 2020 г. по делу №1-132/2020 Верхотурского районного суда (Свердловская область) // Судебные и нормативные акты РФ. – URL: <https://sudact.ru/regular/doc/D9UCJkg4s9UZ/> (дата обращения: 03.01.2024).
13. Кривякина, Е. Распадаются семь из 10 браков: почему в России резко выросло число разводов / Е. Кривякина // Комсомольская правда. – URL: <https://www.kp.ru/daily/27659/5010058/?ysclid=m5ks4vgvnm179595351> (дата обращения: 05.01.2025).
14. Состояние преступности в РФ за январь – декабрь 2024 года // МВД РФ. – URL: <https://мвд.рф/reports/item/60248328/> (дата обращения: 24.04.2025).
15. Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации : Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ : (последняя редакция) // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_121895/?ysclid=m5j77f8mt4366442412 (дата обращения: 05.01.2025).
16. Чобанян, А. Г. Прокурорский надзор за исполнением законов, регулирующих отбывание наказания в виде принудительных работ / А. Г. Чобанян, С. М. Медунцова. – Москва, 2023. – 106 с.



УЧЕНИЕ О ПРЕСТУПЛЕНИИ В ИСТОРИКО-ПРАВОВОМ АСПЕКТЕ И КОНТУРЫ СОЦИАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДОГМАТИЧЕСКИХ ПОНЯТИЙ

Хилюта Вадим Владимирович

доктор юридических наук, доцент,
доцент кафедры уголовного права,
уголовного процесса и криминалистики,
Гродненский государственный университет
имени Янки Купалы,
Гродно, Беларусь
E-mail: tajna@tut.by

Предмет исследования: в статье рассматриваются теоретико-правовые и доктринальные проблемы понимания признаков преступления как центрального института уголовного права. Раскрывается с онтологических позиций сущность и содержание понятия «преступление» и его составные элементы.

Целью исследования является рациональное и критическое рассмотрение тенденций развития уголовного права, выявление действующих закономерностей и сфер уголовно-правового регулирования.

Методы исследования: формально-догматический, историко-правовой.

Объект исследования: преступление как социальный конструкт в уголовном праве.

Основные результаты исследования: намечены тенденции развития учения о преступлении в условиях глобальной инструментализации уголовного права и унификации правовых систем современности. Подчеркивается, что не общественная опасность является сущностью преступления, а причиняемый вред. Вред, причиняемый в результате совершения противоправного акта, прямым образом связан с социальными ценностями, которые подвергаются преступному воздействию. Соответственно, причиняемый вред и охраняемые ценности должны предопределять контуры преступления. Содержание вреда основывается на концепции взаимозависимости человека и общества, поскольку основа преступления зиждется на моральном порицании недозволенных поступков, которые нарушают существующие ценности. Поскольку человек есть часть общества, вред не только индивидуален, но и способен порождать общественную реакцию на определенные события. Причиняя вред окружающим, виновный пренебрегает чувством социальной ответственности. Вред – это единственное мерило преступления, которое хотя и не имеет константной величины, но позволяет установить границы уголовно-правового воздействия.

Ключевые слова: преступление, сущность преступления, признаки преступления, состав преступления, уголовное право, вред, общественная опасность.

THE DOCTRINE OF CRIME IN THE HISTORICAL-LEGAL PERSPECTIVE AND THE CONTOURS OF THE SOCIAL REALITY OF DOGMATIC CONCEPTS

Vadim V. Khilyuta

Doctor of Law, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Criminal Law,
Criminal Procedure and Criminalistics,
Yanka Kupala State University,
Grodno, Belarus
E-mail: tajna@tut.by

Subject of research: the article deals with theoretical-legal and doctrinal problems of understanding the signs of crime as a central institute of criminal law. The essence and content of the concept of "crime" and its constituent elements are revealed from ontological positions.

Purpose of research: the aim of the article is to rationally and critically examine the trends in the development of criminal law, to identify the current patterns and scope of criminal law regulation.

Research methods: formal-dogmatic, historical-legal.

Object of research: crime as a social construct in criminal law.

Research findings: trends in the development of the theory of crime have been outlined in the context of the global instrumentalization of criminal law and the unification of modern legal systems. It is emphasized that not public danger is the essence of crime, but the harm caused. The harm caused as a result of committing an unlawful act is directly related to the social values that are subjected to criminal influence. Accordingly, the harm caused and the values protected should predetermine the contours of the crime. The content of harm is based on the concept of the interdependence of the individual and society, as the basis of crime is based on the moral censure of unauthorized acts that violate existing values. Since a person is a part of society, harm is not only individual, but is also capable of generating a social reaction to certain events. By causing harm to others, the perpetrator neglects the sense of social responsibility. Harm is the only measure of crime, which, although it does not have a constant value, but allows to establish the boundaries of criminal-legal impact.

Keywords: crime, essence of crime, signs of crime, corpus delicti, criminal law, harm, public danger.

ВВЕДЕНИЕ

Преступление и наказание – основные и, казалось бы, извечные институты уголовного права. Однако и они не могут быть вечными. В настоящее время пересматриваются многие институты и понятия права, в том числе и те, которые составляют фундамент права в целом. Настоящая сентенция касается и уголовного права. Однако в большей степени вопрос о смене приоритетов в праве в целом нас

интересует в плоскости его главного дамоклова меча в руках государства – права уголовного и дилеммы о том, что же сегодня считать преступлением. Не секрет в этой связи, что уголовное право достаточно консервативно, и оно не столь изменчиво в своих основных институтах, как иные отрасли права. Могут меняться формулировки различных составов преступлений, криминализироваться или декриминализироваться определенная область общественных отношений, вводиться новые



положения в устоявшиеся институты, виды наказаний и т. д., но сущность того, что именовать преступлением, уже долгие годы остается неизменной.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В основе сегодняшнего уголовного права лежат идеи, заложенные еще в эпоху Реформации и Просвещения. Именно в этот период (в XVIII веке) в социально-юридический оборот был введен термин «преступление». Постулаты данного времени определили классические основы школы уголовного права и основные концептуальные подходы к таким извечным институтам, как преступление и наказание, принципам построения уголовно-правовых норм и реализации института уголовной ответственности.

Тем не менее исторический анализ зарождения уголовного права как такового показывает, что в условиях обычного (традиционного) права понятие «преступление» не увязывалось с неким нормативным предписанием и не было напрямую связано с наказанием. Мера репрессии и объявление того или иного поведения преступным напрямую зависели от уровня культуры сообщества и тесно связывались со структурой образовавшейся политической власти [1, с. 17]. С позиций позитивизма древнее общество еще не знало законов и не владело правовыми знаниями в их современном понимании, однако это вовсе не означает, что тогда не было преступлений и наказаний. В первобытном и родовом обществе существовал некий консенсус, согласно которому определенные деяния осуждались, а другие – нет, а третьи могли оцениваться нейтрально [2, с. 40]. Подчинение табу как начальный этап нормативного регулирования общественных процессов поддерживалось мстью, которая сначала регламентировалась обычаями, а затем, по мере развития общества, превращалась в возмездие, характерное для всех карательных механизмов различных эпох и народов того времени [3, с. 13]. В центре древнего уголовного права было не преступление и даже не преступник, а причиненный вред. Рациональное сознание древнего человека не могло воспринимать в качестве преступного то, что не причиняло никакого вреда [2, с. 42]. Таким образом, именно вред являлся предтечей преступления, выступал его доминантой и связующей основой. Наличие причиненного осязаемого вреда служило тем, что одинаковые деяния признавались преступлениями в различных частях земного шара.

С формированием государства и становлением религиозных институтов перечень

преступлений расширялся и во многом учитывал специфику конкретного общества и функции государства в данный исторический период. Вред предопределял контуры общего понятия преступления, где потерпевший от преступления всегда был заинтересован в компенсации причиненного ему вреда (ущерба), и тем самым он никогда не устранялся от разрешения возникшего уголовно-правового конфликта, который в большей степени носил частный характер. Таким образом, уголовное право по своей природе и предназначению вынуждено было преследовать наиболее грубые формы порока для того, чтобы удовлетворить чувство ненависти, мести или обиды, вызванное в человеке. В этом отношении преступление было направлено не против существующего правопорядка, а против потерпевшего – жертвы преступления и тех, кто мог быть с ним (потерпевшим) соотнесен.

Главным образом, карался не сам поступок, сколько его добровольный выбор, лицо несло ответственность не перед потерпевшим, а перед Богом, принцип талиона и кровной мести был заменен покаянием за совершенный грех, который и являлся преступлением. Все это приводило к тому, что частная месть и обида вытеснялись покаянным правом.

Таким образом, западное уголовное право возникло из убеждения, что справедливость сама по себе требует наказания, а любое наказание должно соответствовать нарушению. Этот постулат подкреплялся и морально-нравственными предписаниями, которые в то время были едины и обеспечивались силой государства. Поэтому преступлением рассматривались такие деяния, которые посягали на разделяемые большинством членов общества ценности. Именно этот тезис «обеспечивал универсальное восприятие преступления общественным сознанием и оправдывал, легитимировал государственное насилие в отношении преступника» [4, с. 94]. Тяжесть греха и нарушаемое общественное благо в конечном счете определяли контуры самого преступления.

Позже понимание преступления стало основываться на представлениях самого человека о должном и сущем, и внутренняя сущность человека должна оставаться скрытой, пока она не проявится во вне. Все более отчетливо крен стал смещаться с посягательств на межличностные отношения в сторону посягательств на установленный порядок, где человек нес ответственность не перед Богом, а перед сувереном. Грех не мог быть истинным мерилом самого преступления, потому как грех всегда находится в плоскости отношения

человека к Богу, а не человека к человеку, обществу или государству [5, с. 97]. Поэтому идея общей пользы и справедливости была положена в основу понятия преступления. Зло как таковое связывалось не только с результатом деяния, но и с намерением человека. Этому обстоятельству в немалой степени способствовали идеи естественного права, в основе которых лежала не только справедливость, но и общественный договор между государством и обществом, согласно которому общество нуждается в своей защите, и такую защиту вправе осуществлять только один субъект – государство. Поэтому нравственные ценности и законы должны были лежать в основе уголовного права.

Вполне понятно в этой связи, что естественное право на первое место ставило индивида (человека), его права и свободы объявлялись священными. Однако позитивизм взял за основу чисто формальный аспект, потому как кроме правовых предписаний больше ничего не должно учитываться правоприменителем.

С этой точки зрения только государство обладало монополией на уголовное право и объявление того, что является преступным, а что нет. Частная месть и обида заменялись наказаниями публичного характера. С возрастанием роли права в жизни общества и государства постепенно начинают формироваться уголовно-правовые институты. И, как отмечают правоведы по данному поводу, в ракурсе смены парадигм уголовное право постепенно стало утрачивать «изначально присущую ему ведущую роль в решении конфликтов членов общества, само по себе стало конфликтом, но уже между преступником и государством. Не компенсационная, а охранительная функция надолго стала главной и подчас единственно известной в уголовном праве» [2, с. 55]. Идея общего блага стала доминирующей, и вокруг именно этой идеи стало формироваться понятие преступления сугубо как формального деяния, а вред как таковой трансформировался во вредоносность деяния, что наложило свой отпечаток на дальнейшее развитие уголовного права в целом.

Уголовное право во главу угла ставит поступок конкретного человека (наказуемо лишь виновное поведение). Этот постулат является краеугольным камнем, потому как он зиждется на основе индивидуализма, который сегодня является стержнем европейской демократии и культуры. Психология индивидуализма наложила свой отпечаток и на основы уголовного права, потому как мерилom уголовной ответственности явилось деяние человека, а свобода являлась целью

и критерием прогресса. Человек, «раздвигая рамки индивидуальной свободы, уменьшая свою зависимость от внешнего мира» [6, с. 111], тем не менее продолжает сохранять узы с этим миром, однако теперь ему помимо свободы нужна еще и безопасность, гарантии его неприкосновенности. Поэтому любые права человека, помимо дискретных возможностей, должны содержать в себе и защитную функцию, и уголовное право здесь как никогда к месту.

Тем не менее существующее понятие «преступление» основывается на том, что это всегда деяние, причем такое деяние непременно должно являться общественно опасным. Эта сентенция прочно укоренилась в доктрине постсоветских государств и преобладает по сей день. Однако, на наш взгляд, общий посыл о том, что преступление – это общественно опасное деяние, не решает всех проблем, а больше заретуширует ситуацию, и эта проблема не решена по настоящее время. Общественная опасность отнюдь не является мерилom преступления, а криминализация деяний не всегда вписывается в общий контекст общественной опасности. Очевидно, что нельзя искать признаки преступного исключительно в самом деянии человека. Деяние многогранно, как и сама личность, особенности которой в настоящее время уголовным правом игнорируются.

Итак, преступление находится в природе самого общества (преступление прямым образом вытекает из природы самого человека, который отказывается от существующих социальных ценностей и посягает на общее благо), оно всегда социально, поскольку перечень уголовно-правовых запретов образует социальное отношение общества и государства к поведению конкретной личности, отождествлению этого поведения со злом, неприемлемым для всех членов общества. Преступление всегда имеет место быть в социуме, что указывает на то, что оно представляет собой социально-правовой феномен. С другой стороны, преступление всегда связано с нарушением человеком моральных, нравственных (религиозных) и правовых норм. Поэтому преступное деяние всегда ассоциируется с отклонением от социальных стандартов и норм. Правовая же природа преступления отражает его социальную реальность и указывает на обусловленность уголовно-правовых предписаний. И здесь крайне важно, чтобы нравственные требования не расходились с правовыми запретами, которые не могут не отражать их существо.

С этой точки зрения преступление представляет собой конфликтное отношение, в

основе которого лежит личный интерес правонарушителя (преступника) и общий интерес общества, государства, основанный на многообразии существующих противоречий. И в современных условиях «разрешение конфликта между лицом, совершившим преступление, и обществом происходит только путем привлечения этого лица к уголовной ответственности» [7, с. 21]. Поэтому уголовное право как никакая иная отрасль предлагает наиболее радикальные меры борьбы с этим негативным явлением. Однако «как преступление является лишь одной из неотъемлемых составляющих любого общественного устройства, так и уголовное право – лишь одно из средств борьбы с преступлением» [8, с. 2].

Вместе с тем главная проблема здесь состоит в том, что преступление как социальное явление не может быть четко измерено и определено в общепринятых величинах. Его свойства практически «не позволяют непосредственно применить физические приемы и методы измерения и получить результат в точных цифрах». Поэтому признаки преступления всегда будут иметь условный и неопределенный характер, поддаваться различной интерпретации как на теоретическом, так и практическом уровне.

В этой связи возникает вопрос: является ли преступление социальным конструктом или же имеет естественную природу происхождения? С одной стороны, можно сказать о том, что в природе преступность не существует, она порождена социальным контекстом и отношением человека к тем ценностям, которые являются для него базовыми и фундаментальными. Характер этих ценностей меняется от эпохи к эпохе, вследствие чего меняется и само представление о том, что есть преступление. Иначе говоря, «преступление объявляется социальным конструктом в ряду других социальных образований, носящих переходящий, искусственный характер» [9, с. 107]. С этим доводом не согласен Д. В. Мирошниченко, объявляя это формализмом и объективизмом, что не может объяснить природу преступления в принципе. На его взгляд, «идея сущности или естественности преступления под натиском постмодернизма постепенно утратила свое значение вместе с сущностными основаниями мира вообще». В этой части, «если преступления нет как объективной реальности, значит, законодатель не познает его, поскольку отсутствует предмет такого познания». Следовательно, заключает данный ученый, «...проблема преступления состоит не в его познании, а в прагматизме, целесообразности, законодательной воле к тому, что считать преступлением» [9, с. 107].

С этим можно было бы согласиться, но лишь отчасти. И дело даже не в том, является ли преступление социальным конструктом или естественным явлением, поскольку это не проливает свет на сущность рассматриваемой проблемы в контексте реальности бытия. Более того, вопрос даже и не в том, что уголовное право не способно познать сущность преступления, если оно лишено объективной составляющей. Дело совсем в другом. Ведь само уголовное право, как и право вообще, не носит естественно-правовой природы, оно представляет собой искусственное образование. Без человека право не может существовать, в отличие от естественных явлений в природе. Не будет человека, не будет и преступлений.

Проблема заключается в том, что все попытки определить сущность преступления через понятие общественной опасности ни к чему не приводят, а только запутывают ситуацию. И если преступление онтологически связано с причинением вреда, вопрос лежит в плоскости познания этого вреда, его выявления и измерения. Но ввиду того, что это все является производным от общего социального конструкта, познать смысл и сущность преступления не удастся. Поэтому мы вынуждены констатировать тот факт, что понимание о том, что представляет собой преступление, это удел каждой новой эпохи, которая формирует свои парадигмы и свои ценности и с помощью уголовного права как радикального инструмента их стремится охранять. Вполне понятно, что какие-то базовые ценности и устои остаются непоколебимыми, но они лишь указывают на то, что есть деяния типа *malum in se*, а вот за деяниями иного типа – *malum prohibitum* всегда кроется элемент целесообразности. Формулирование понятия «преступление» – это реакция государства на те потребности, которые ставятся обществом. В таком случае любая криминализация основана на тех реалиях, которые являются главными и доминантными в конкретно-исторический период времени.

Нам представляется, что главными элементами этого процесса выступают две составляющие: это характер вреда и те ценности, на которые происходит посягательство и которые подвергаются воздействию. Именно эти две составляющие образуют общие контуры преступления, т. к. они непременно связаны с социальной средой и характеризуют суть самого преступного посягательства. Осуществляя преступное посягательство на определенные блага, социальные ценности или общественные отношения, преступное

деяние в конечном итоге направлено на самого человека.

Поэтому каким бы ни было опасным деяние, оно становится преступным лишь тогда, когда причиняется вред. Ведь, например, самоубийство человека – это тоже лишение жизни, и, более того, в этом случае можно сказать, что страдают общественные отношения, ценности общества, происходит лишение социального блага и т. д. Однако кому причиняется вред в этой ситуации? И вопрос этот приобретает особое значение, если имела место неудавшаяся попытка самоубийства. Можем ли мы в этом случае наказывать несостоявшееся самоубийство? Безусловно, решение данной проблемы отчасти находится в области морально-нравственных и религиозных представлений общества (причем эти представления не всегда совпадают), но и само государство не всегда однозначно разрешает данную проблему.

Представление о том, что определенный тип поведения опасен и является вредоносным, вытекает из отрицательной оценки такого поступка самим обществом, которое легитимирует право на применение насилия государству. Более того, если такое опасное поведение лица противоречит общепринятым нормам морали и нравственности, то общество через государство вынуждено защищать свои устои. Однако данный вопрос зависит от тех ценностей, которые доминируют в конкретно исторический период времени в самом социуме. Сами ценности и определяют вредоносность конкретного деяния.

Следовательно, если мы ведем речь о том, что преступление причиняет вред, то следующий вопрос находится в плоскости относительно того, кому или чему он причиняется, какие ценности, блага, отношения подвергаются воздействию. В данном случае в качестве объекта вреда могут выступать общественные отношения, социальные ценности, блага, люди в конечном счете и т. д. Проблема здесь состоит только в том, какой критерий мы положим в основание такого подхода. Но очевидно то, что в любом случае преступлением причиняется вред, однако значимость такого вреда не всегда равноценная.

По этой причине для нас очевидно, что не общественная опасность является сущностью преступления, ибо она всегда производна от того вреда, который причиняется в результате совершения определенного деяния. Именно посягательство на социально значимые ценности и причиняемый вред аккумулирует общее понятие того, что мы называем преступлением, потому характер поражаемых ценностей предопределяет вредоносность

самого деяния. Вред в случае преступления всегда причиняется обществу, государству или конкретной личности, потому как страдают те отношения, которые связаны с умалением социальных благ и ценностей. Критерии оценки этих ценностей всегда подвижны, но потому и вред всегда социален и имеет коммуникативную окраску, поскольку угроза уничтожения личных ценностей (а они всегда индивидуальны) приобретает характер социальной угрозы. Социальные отношения и те ценности (блага), вокруг которых они формируются, определяют контуры уголовно-правовой охраны и общего понятия о том, что является преступлением. Соответственно, лицо подлежит наказанию только тогда, когда причиняет вред другим.

Вред, причиняемый в результате совершения противоправного акта, прямым образом связан с социальными ценностями, которые подвергаются воздействию, поскольку они и предопределяют контуры преступления. Однако этот акт человеческого поведения имеет отрицательную окраску не сам по себе, а потому что такой смысл ему придает общество и государство в ракурсе тех ценностей, которые существуют в конкретный исторический период времени. Причинение социального вреда в результате неодобряемого акта человеческого поведения (деяние) всегда связано с общим благом, которое и подвергается воздействию. Вред прямым образом влияет на упорность человеческого поведения, поскольку характеризует как физические, так и моральные последствия для человека.

В целом же содержание идеи вреда основывается на концепции взаимозависимости человека и общества, поскольку основа преступления зиждется на моральном порицании недозволенных поступков, которые попирают существующие ценности. И поскольку человек есть часть общества, вред не только индивидуален, но и способен порождать общественную реакцию на определенные события. Причиняя вред окружающим, виновный пренебрегает чувством социальной ответственности. Таким образом, вред – это единственное мерило преступления, которое хотя и не имеет константной величины, но позволяет установить границы уголовно-правового воздействия.

И в данном случае общественная опасность производна от вреда, носит второстепенный характер. Все дело здесь в том, что признак общественной опасности не имеет своего содержания. Введение же в общее понятие преступления несубстанциональных признаков (вина, деяние, наказуемость)

обусловлено тем, что основной субстанциональный признак этого понятия – общественная опасность является оценочным понятием [10, с. 45]. Таким образом, функцию выделения деяний в класс преступлений выполняет внелогический критерий – правосознание законодателя и правоприменителя, его субъективное представление об общественной опасности. А это означает, что общественная опасность является таким понятием, которое не имеет заранее установленных критериев, что прямым образом отражается и на признаке противоправности. Если сама общественная опасность носит условный характер, то это прямым образом отражается на признаке противоправности. И в итоге оказывается, что признак противоправности прямым образом зависит от общественной опасности. С использованием законов формальной логики здесь нельзя построить четкую конструкцию, поскольку в основе понятия преступления лежат внелогические критерии.

В отличие от общественной опасности, категория «вред» существует объективно. Поэтому как законодатель, так и правоприменитель оценивают то или иное деяние исходя из конкретных социальных условий, конъюнктурной ситуации и обстановки, тех ценностей, которые подвержены негативному воздействию, и их значимости для общества. В этой связи понятие преступления не может быть сконструировано исключительно из оценочных признаков. Исходя из этого мы сегодня и не можем определить объективный критерий законодательной деятельности при криминализации определенного акта человеческого поведения. Это означает, что деяние по определению не может содержать в себе признак общественной опасности, ибо оценка деяния на предмет его противоправности (объявлять ли такое деяние преступлением или же нет) осуществляется потом, и результат этого процесса всегда связан с определением вреда, причиняемого деянием социальным ценностям, и зависит от степени (глубины) их поражения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОоды

В заключении укажем, что поскольку преступление всегда напрямую связано с вредом, эту связь необходимо отразить в его дефиниции. С этой точки зрения преступлением должно признаваться наносящее вред социальным ценностям (охраняемым отношениям) деяние, совершенное физическим лицом виновно и признаки которого указаны в уголовном законе. Следовательно, основными признаками преступления являются: а) вред, который всегда связан с теми благами

и ценностями, которые существуют в обществе; б) деяние (поведение лица); в) противоправность; г) виновность; д) лицо (исключительно физическое лицо, человек, который и обладает общественной опасностью). При такой постановке вопроса понятие преступления вбирает в себя все признаки, которые сегодня используются вне его законодательного контекста, однако существующие в реальности. Это свидетельствует только о том, что понятие состава преступления в настоящее время подменяет собой общее – родовое понятие преступления, поэтому все его элементы должны найти свое отражение в понятии «преступление».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гонтарь, И. Я. Преступление и состав преступления как явления и понятия в уголовном праве / И. Я. Гонтарь. – Владивосток : ДвГУ, 1997. – 200 с.
2. Актуальные проблемы уголовного права / под ред. И. А. Подройкиной. – Москва : Проспект, 2016. – 560 с.
3. Иванов, Н. Г. Уголовное право. Общая часть / Н. Г. Иванов. – Москва : Проспект, 2020. – 860 с.
4. Пудовочкин, Ю. Е. Об этических основах уголовно-правового запрета / Ю. Е. Пудовочкин // Библиотека криминалиста. – 2012. – № 3. – С. 90–98.
5. Бекариа, Ч. О преступлениях и наказаниях / Ч. Бекариа. – Москва : Юстицинформ, 2004. – 246 с.
6. Жуков, В. Н. Э. Фромм: европейская культура и германский национал-социализм / В. Н. Жуков // Государство и право. – 2022. – № 9. – С. 108–118.
7. Марцев, А. И. Преступление: социально-правовой анализ / А. И. Марцев. – Омск : ОмВШ, 2012. – 76 с.
8. Уголовное право Российской Федерации. Общая часть : учебник / под ред. Л. В. Иногамовой-Хегай, А. И. Рарога, А. И. Чучаева. – Москва : Проспект, 2008. – 678 с.
9. Мирошниченко, Д. В. Критика конструктивизма в уголовном праве / Д. В. Мирошниченко // Ученые труды Российской академии адвокатуры и нотариата. – 2023. – № 2. – С. 105–110.
10. Жеребкин, В. Е. Логический анализ понятий права / В. Е. Жеребкин. – Киев : Издательство Киевского университета, 1976. – 240 с.



РЕАЛИЗАЦИЯ ВОЛИ ПОТЕРПЕВШЕГО ПРИ ИСПОЛНЕНИИ НАКАЗАНИЙ

Шевелев Николай Романович

аспирант кафедры уголовного права
Юго-Западного государственного университета,
Курск, Россия
E-mail: jikod46@yandex.ru
ORCID: 0009-0001-3818-0209

Предмет исследования: уголовное и уголовно-процессуальное законодательство России, доктринальные источники.

Цель исследования: определение рамок уголовно-правового значения воли потерпевшего при исполнении наказаний.

Методы исследования: диалектический метод, метод моделирования, индукции, дедукции, интервьюирования.

Объект исследования: общественные отношения, складывающиеся на этапе реализации наказания и изменяющиеся с учетом активной позиции потерпевшего.

Основные результаты исследования: представлены пределы участия потерпевших при рассмотрении судами вопросов, связанных с исполнением приговора на основе доктринальных подходов и мнения практических работников; определены перспективы изменения существующей практики в связи с решением Конституционного Суда РФ от 31 января 2024 г. по делу о проверке конституционности части первой статьи 53 Уголовного кодекса Российской Федерации. На основе научного исследования сформулированы рекомендации по учету мнения потерпевшего при исполнении наказания в виде ограничения свободы.

Ключевые слова: свобода воли, потерпевший, наказание, ограничение свободы, условно-досрочное освобождение.

IMPLEMENTATION OF THE VICTIM'S WILL IN THE EXECUTION OF CRIMINAL PENALTIES

Nikolay R. Shevelev

postgraduate student
of the Department of Criminal Law,
Southwest State University,
Kursk, Russia
E-mail: jikod46@yandex.ru
ORCID: 0009-0001-3818-0209

Subject of research: criminal and criminal procedure legislation of Russia, doctrinal sources.

Purpose of research is to determine the scope of the criminal law significance of the victim's will in the execution of criminal penalties.

Research methods: dialectical method, modeling method, induction, deduction, interviewing.

Object of research is social relations that develop at the stage of the implementation of criminal punishment and change taking into account the active position of the victim.

Research findings: the limits of the participation of victims in the consideration by the courts of issues related to the execution of sentences based on doctrinal approaches and the opinions of practitioners are presented; the prospects for changing existing practice in connection with the decision of the Constitutional Court of the Russian Federation dated January 31, 2024 in the case of the review of the constitutionality of the first part of Article 53 of the Criminal Code of the Russian Federation are identified; scientifically based recommendations on taking into account the opinion of the victim in the execution of criminal punishment in the form of restriction of freedom.

Keywords: freedom of will, victim, criminal punishment, restriction of freedom, parole.

ВВЕДЕНИЕ

Казалось бы, сама постановка проблемы – реализация воли потерпевшего при исполнении наказаний – вступает в противоречие с идеей автономии государства в части кары преступников. Воля как неюридическое понятие тем не менее пронизывает все отрасли права. Реализация воли – это возможность выбора варианта поведения в установленных законом рамках. В настоящее время наблюдается тенденция к учету прав и свобод потерпевшего на этапе реализации наказания в отношении «обидчика», т. е. расширению вариантов поведенческих актов со стороны пострадавшего.

Цель исследования заключается в поиске разумных рамок учета волеизъявления потерпевшего на стадии исполнения уголовного наказания. Для реализации указанной цели необходимо решение следующих задач: определить пределы участия потерпевших при рассмотрении судом вопросов, связанных с исполнением приговора на основе доктринальных подходов и мнения

практических работников; установить перспективы изменения существующей практики в связи с решением Конституционного Суда РФ от 31 января 2024 года по делу о проверке конституционности части первой статьи 53 Уголовного кодекса Российской Федерации; представить научно обоснованные рекомендации по учету мнения потерпевшего при исполнении уголовного наказания в виде ограничения свободы.

В работе использован диалектический метод научного познания для выявления и разрешения противоречий, связанный, с одной стороны, с автономией государства на применение уголовного наказания, с другой – учета мнения потерпевшего, которое может иметь юридическое значение на стадиях вынесения и реализации обвинительного приговора. Метод моделирования позволил сформулировать существующие проблемы и предложить механизмы их решения. С помощью метода индукции были рассмотрены отдельно взятые нормативные предписания, позволяющие реализовать потерпевшему свое волеизъявление, метод дедукции



позволил сформулировать рекомендации для более эффективного учета мнения потерпевшего при исполнении уголовного наказания в отношении осужденного. Метод интервьюирования, проведенный среди судей Курской области, дал возможность определить проблемы юридического характера, которые возникают в процессе практической деятельности в указанной области.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В вопросе реализации свободы воли потерпевшего при исполнении наказаний в качестве «отправной точки» можно назвать федеральный закон, касающийся расширения прав потерпевших при рассмотрении судами вопросов, связанных с исполнением приговора [15]. Целью внесения изменений было усиление процессуальной роли потерпевшего, а также ввиду «...его личной заинтересованности, связанной с необходимостью защиты личной безопасности от возможных угроз со стороны осужденного или обеспечения возмещения причиненного преступлением материального ущерба» [12]. При наличии соответствующего ходатайства об уведомлении в порядке ч. 5 ст. 313 УПК РФ потерпевшие могут высказывать собственную позицию об условно-досрочном освобождении, замене неотбытой части наказания более мягким и о предоставлении отсрочки исполнения приговора.

В доктринальных источниках указывается на пробельность уголовно-процессуального закона в этой части [16, с. 110]. Предлагается расширить роль потерпевшего при разрешении вопросов, связанных с изменением вида исправительного учреждения, освобождением от наказания в связи с истечением сроков давности, о разрешении вопросов, связанных с вещественными доказательствами (если это затрагивает имущественные интересы потерпевшего), о выдаче иностранного гражданина другому государству, о предоставлении отсрочки или отсрочки исполнения приговора в части гражданского иска, о снятии ареста на имущество [13, с. 39].

Полагаем, что приведенная позиция не лишена оснований, но и не бесспорна. Вопрос освобождения от наказания в связи с истечением сроков давности носит императивный характер, следовательно, мнение потерпевшего, как и иных участников, не имеет юридического значения. Предметы обсуждения, связанные с судьбой имущества (как вещественного доказательства, снятия ареста на имущество), разрешаются с участием заинтересованной стороны – владельца данного имущества, в том числе имеющего статус потерпевшего. Выдача иностранного гражданина другому государству зависит от

международных обязательств России, следовательно, мнение потерпевшего здесь также не может быть учтено. При интервьюировании судей Курской области (опрошено 56 человек) о необходимости расширения прав потерпевшего на стадии исполнения наказания была поддержана идея о возможности его участия при разрешении вопроса об изменении вида исправительного учреждения.

А. П. Скиба указывает на то, что присутствие потерпевших при разрешении различных вопросов в стадии исполнения приговора может позволить суду оценить реакцию осужденного на них (нейтральную, отрицательную, вплоть до агрессивной), а также способствовать более объективной оценке степени исправления осужденного, т. к. на практике имеют место ситуации, когда осужденный может продолжать угрожать или иным образом негативно воздействовать через третьих лиц на потерпевшего [14].

В ходе проведенного интервьюирования судей Курской области установлено, что потерпевшие крайне редко используют свое право на участие в судебном заседании по вопросам условно-досрочного освобождения (и иным основаниям, предусмотренным законом). Во всех случаях их участие было обусловлено частичным (или полным отсутствием) возмещения ущерба, причиненного преступлением. Лишь один судья смог привести пример, когда по моральным соображениям потерпевшая возражала в применении условно-досрочного освобождения. Осужденный отбывал наказание за убийство ее отца, совершенное с особой жестокостью, и потерпевшая полагала, что условно-досрочное освобождение осужденный не заслужил ввиду недостижения целей уголовного наказания. Ни один из опрошенных судей не смог привести пример угроз в адрес потерпевшего через третьих лиц.

Позиция потерпевшего по условно-досрочному освобождению и иным определенным законом вопросам не является определяющей, что подтверждается позицией Конституционного Суда РФ [6], Верховного Суда РФ [10] и сложившейся правоприменительной практикой. Показательным примером служит апелляционное постановление Омского областного суда. Осужденный обратился в суд с ходатайством об условно-досрочном освобождении. Прокуратура и потерпевшая возражали, и суд первой инстанции не удовлетворил ходатайство. Апелляционная инстанция указала, что осужденный активно участвует в воспитательных мероприятиях, взысканий не имеет, на профилактическом учете не состоит, трудоустроен, является пенсионером, принимает меры к погашению исковых обязательств,

в пользу потерпевшей перечислена половина суммы иска посредством вычетов из пенсии и по заявлениям осужденного. «Таким образом, осужденным вред возмещен в неполном размере в силу объективных причин, в связи с чем в данном случае у суда не имелось оснований для отказа в условно-досрочном освобождении, поскольку вышеперечисленные данные о поведении П. свидетельствуют о том, что у него сформировалось уважительное отношение к обществу, труду, нормам и правилам правопослушного поведения, и он не нуждается в дальнейшем отбывании назначенного наказания» [1].

Анализ судебной практики показал, что при полном возмещении ущерба отрицательная позиция потерпевшего не учитывается [3], если вред возмещен частично, оцениваются обстоятельства, явившиеся препятствием для полного возмещения вреда. Отсутствие возмещений со стороны потерпевшего на применение положений ст. 79 УК РФ в целом выступает «нейтральным критерием». Несмотря на то, что суды в своих решениях отражают мнение потерпевшего, на итоговое решение влияния оно не оказывает [4].

Следующим шагом в сторону расширения учета мнения потерпевшего при исполнении наказания можно назвать решение Конституционного Суда РФ от 31 января 2024 г. по делу о проверке конституционности части первой статьи 53 Уголовного кодекса Российской Федерации [9].

Конституционный Суд РФ отметил, что обязанность государства обеспечивать права потерпевших не наделяет последних правом определения необходимости публично-уголовного преследования в отношении конкретного лица и пределы возлагаемой уголовной ответственности и наказания, т. к. это право принадлежит исключительно государству, поэтому мера ответственности виновного должна определяться на основе публично-правовых, а не частных интересов потерпевшего [7]. Однако государство обязано предпринимать меры предупреждения, связанные с дополнительными обременениями и правоограничениями, особенно в случаях, когда преступление совершено близким по мотивам личной вражды, ненависти или неприязненных отношений. В этой связи Конституционный Суд РФ при разрешении вопроса о неопределенности требований ст. 53 УК РФ указал, что ограничения, связанные с реализацией наказания в виде ограничения свободы, должны носить определенный и ясный характер для участников процесса, а учитывая, что наказание призвано выступать в качестве превентивного механизма

совершения новых преступлений, ограничение на посещение «определенных мест» может касаться и тех, где может пребывать потерпевший, для которого даже визуальный контакт с виновным может вызывать дополнительные психологические страдания. Несмотря на то, что ч. 1 ст. 53 УК РФ не была признана противоречащей Конституции РФ с точки зрения неопределенности формулировок, тем не менее в резолютивной части Постановления Конституционный Суд РФ указал: «...она (ч. 1 ст. 53 УК РФ. – *Прим. авт.*) не исключает конкретизацию судом ограничения посещать определенные места запретом посещения мест, в которых может регулярно находиться потерпевший, в том числе приближаться к этим местам на определенное расстояние» [9]. Что может означать данное решение для практической деятельности?

Согласно статистическим данным, каждое третье преступление совершается в отношении близких. На наш взгляд, в таких случаях применение судом конкретных ограничений при назначении наказания в виде ограничения свободы должно осуществляться с учетом мнения потерпевшего. Разумеется, такое мнение не может носить безграничный характер, т. к. субъективное отношение жертвы к виновному может быть иногда гипертрофированным. Пункт 19 Постановления Пленума Верховного Суда РФ, определяя суть ограничения посещения определенных мест, фактически ориентирует суды на общественные места, могущие выступить неким катализатором противоправного поведения, – «места общественного питания, в которых разрешено потребление алкогольной продукции, детские учреждения». Назначая ограничение свободы, суд с учетом правовых позиций Конституционного Суда РФ должен учитывать мнение потерпевшего. Проектируемо п. 19 Постановления Пленума Верховного Суда РФ № 58 можно дополнить фразой следующего содержания: «В случае совершения преступления в отношении родственника, члена семьи или иного лица, знакомого потерпевшему, суд должен учитывать мнение пострадавшего о возможности установления запрета на посещение мест, где проживает, работает или учится потерпевший».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время наблюдается тенденция к постепенному расширению учета волеизъявления потерпевшего при исполнении наказания в отношении виновного. Мнение потерпевшего учитывается при применении условно-досрочного освобождения, замены неотбытой части наказания менее строгим,

отсрочки исполнения приговора. В целях защиты прав потерпевших их мнение может быть учтено при определении объема ограничений при назначении ограничения свободы.

Анализ судебной практики свидетельствует, что при полном возмещении ущерба отрицательная позиция потерпевшего не учитывается, если вред возмещен частично, оцениваются обстоятельства, явившиеся препятствием для полного возмещения вреда. Отсутствие возражений со стороны потерпевшего на применение положений ст. 79, 80 УК РФ в целом выступает «нейтральным критерием». Несмотря на то, что суды в своих решениях отражают позицию потерпевшего, на итоговое решение влияния оно не оказывает.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Апелляционное постановление Тульского областного суда № 22-1324/2024 от 20 июня 2024 г. по делу № 4/1-18/2024 // Судебные и нормативные акты РФ. – URL: <https://sudact.ru> (дата обращения: 09.03.2025).
2. Апелляционное постановление Омского областного суда № 22-2606/2024 от 13 августа 2024 г. по делу № 4/1-21/2024 // Судебные и нормативные акты РФ. – URL: <https://sudact.ru> (дата обращения: 09.03.2025).
3. Апелляционное постановление Верховного Суда Республики Адыгея № 22-516/2024 от 7 августа 2024 г. по делу № 4/1-78/2024 // Судебные и нормативные акты РФ. – URL: <https://sudact.ru> (дата обращения: 09.03.2025).
4. Апелляционное постановление Верховного Суда Республики Карелия № 22-949/2024 от 15 июля 2024 г. по делу № 4/1-10/2024 // Судебные и нормативные акты РФ. – URL: <https://sudact.ru> (дата обращения: 09.03.2025).
5. По делу о проверке конституционности части второй 1 статьи 399 Уголовно-процессуального кодекса Российской Федерации в связи с запросом Кетовского районного суда Курганской области : Постановление Конституционного Суда РФ от 18 марта 2014 г. № 5-П // Российская газета. 2014. 28 марта (№ 71).
6. По делу о проверке конституционности части второй 1 статьи 399 Уголовно-процессуального кодекса Российской Федерации в связи с запросом Кетовского районного суда Курганской области : Постановление Конституционного Суда РФ от 18 марта 2014 г. № 5-П // Вестник Конституционного Суда Российской Федерации. – 2014. – № 3.
7. По делу о проверке конституционности положения пункта 8 постановления Государственной Думы от 26 мая 2000 года «Об объявлении амнистии в связи с 55-летием Победы в Великой Отечественной войне 1941–1945 годов» в связи с жалобой гражданки Л. М. Запорожец : Постановление Конституционного Суда РФ от 24 апреля 2003 г. № 7-П // Вестник Конституционного Суда Российской Федерации. – 2003. – № 4.
8. По делу о проверке конституционности положений частей второй и четвертой статьи 20, части шестой статьи 144, пункта 3 части первой статьи 145, части третьей статьи 318, частей первой и второй статьи 319 Уголовно-процессуального кодекса Российской Федерации в связи с запросами Законодательного Собрания Республики Карелия и Октябрьского районного суда города Мурманска : Постановление Конституционного Суда РФ от 27 июня 2005 г. № 7-П // Вестник Конституционного Суда Российской Федерации. – 2005. – № 4.
9. По делу о проверке конституционности части первой статьи 53 Уголовного кодекса Российской Федерации в связи с жалобами граждан О. А. Балукковой и Ю. М. Чернигиной : Постановление Конституционного Суда РФ от 31 января 2024 г. № 4-П // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2024. – № 7. – Ст. 1032.
10. О судебной практике условно-досрочного освобождения от отбывания наказания, замены неотбытой части наказания более мягким видом наказания : Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 21 апреля 2009 г. № 8 : (в ред. от 25.06.2024) // Бюллетень Верховного Суда Российской Федерации. – 2009. – № 7.
11. О практике назначения судами Российской Федерации уголовного наказания : Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 22 декабря 2015 г. № 58 : (в ред. 18.12.1018) // Бюллетень Верховного Суда Российской Федерации. – 2016. – № 2.
12. О внесении изменений в статью 83 Уголовного кодекса Российской Федерации и статью 399 Уголовно-процессуального кодекса Российской Федерации : Пояснительная записка к проекту федерального закона 152707-6 // Гарант. – URL: <https://base.garant.ru/58065511/> (дата обращения: 09.03.2025).
13. Пупышева, Л. А. Право потерпевшего на участие в судебном заседании при разрешении вопросов, связанных с исполнением приговора: проблемы реализации / Л. А. Пупышева, А. О. Бекетов // Законодательство и практика. – 2022. – № 1(48). – С. 38–41.
14. Скиба, А. П. Потерпевший в стадии исполнения приговора: проблемы участия / А. П. Скиба // Человек: преступление и наказание. – 2015. – № 2 (89). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/poterpevshiy-v-stadii-ispolneniya-prigovora-problemy-uchastiya> (дата обращения: 22.04.2025).
15. О внесении изменений в Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации и Уголовно-исполнительный кодекс Российской Федерации по вопросу участия потерпевших при рассмотрении судом вопросов, связанных с исполнением приговора : Федеральный закон от 30 марта 2015 г. № 62-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2015. – № 13. – Ст. 1806.
16. Шевелева, С. В. Уголовно-процессуальное принуждение, связанное с физическим воздействием : монография / С. В. Шевелева. – Курск : Курский государственный технический университет, 2010. – 209 с. – ISBN 978-5-7681-0545-7.



МУЛЬТИМОДАЛЬНАЯ НЕЙРОСЕТЕВАЯ ОБРАБОТКА ВИДЕОЛЕКЦИИ ПОСРЕДСТВОМ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМ

Исмагулов Милан Ерикович

аспирант 3 года обучения направления
«Системный анализ, управление и обработка
информации, статистика»
Инженерной школы цифровых технологий,
Югорский государственный университет,
Ханты-Мансийск, Россия
E-mail: m_ismagulov@ugrasu.ru

Предмет исследования: мультимодальная обработка видеолекций с использованием мультиагентных систем. Статья фокусируется на промежуточных результатах исследования, включая обзор понятий мультимодальности, мультиагентности и многомодельных систем, а также на разработке подходов к обработке видеоданных из лекций.

Цель исследования: преобразование всей релевантной информации из видеолекции в текстовый документ для формирования сопровождающего конспекта лекции. Цель – разработать эффективный цикл обработки данных, учитывая различия в форматах видеолекций.

Методы исследования: выбор паттерна «Оркестратор-исполнитель» (Orchestrator-Worker Pattern) с большой языковой моделью (LLM) в роли оркестратора. Обзор альтернативных подходов, а именно одноранговый децентрализованный паттерн и гибридный паттерн, с обоснованием выбора оркестраторного подхода для обеспечения последовательной обработки и отказоустойчивости. Интеграция конвейерной обработки видеопотока в мультиагентную систему (гибридный подход).

Объекты исследования в данной статье представляют собой видеолекции трех основных типов, служащие источниками мультимодальных данных для анализа и обработки. Первый тип – «Лектор и презентация» – включает видеозаписи, где лектор располагается слева или справа от сопровождающей презентации, с акцентом на визуальное сочетание человеческой фигуры и слайдов. Второй тип – «Презентация и закадровый голос» – фокусируется на теоретическом материале, представленном на слайдах презентации, с объяснением за кадром через аудиодорожку. Третий тип – «Лектор и доска» – охватывает записи, где лектор пишет материал на классической меловой или маркерной доске, подчеркивая рукописный ввод информации.

Основные результаты исследования: разработана и обоснована архитектура мультиагентной системы на основе паттерна «Оркестратор-исполнитель» с гибридным подходом, интегрирующим конвейерную обработку видео в мультиагентную среду для эффективного распределения задач и управления нагрузкой. Выбраны и описаны модели и инструменты, а именно оркестраторы, модели аудиообработки, OCR, с учетом типов лекций для адаптивных конвейеров. Описано функционирование агентов, инициализация, взаимодействие с оркестратором, параллельная обработка аудио/видео, агрегация результатов в текстовый документ с возможностью скачивания/печати.

Ключевые слова: мультимодальность, мультиагентность, паттерн «Оркестратор-исполнитель», большая языковая модель, взаимодействие агентов, конвейер обработки данных, многомодельные подходы, машинное обучение, одноранговая децентрализованная архитектура, обработка видеолекций.

MULTIMODAL NEURAL NETWORK PROCESSING OF VIDEO LECTURES USING MULTI-AGENT SYSTEMS

Milan E. Ismagulov

Postgraduate student,
Engineering School of Digital Technologies,
Yugra State University,
Khanty-Mansiysk, Russia
E-mail: m_ismagulov@ugrasu.ru

Subject of research: multimodal processing of video lectures using multi-agent systems. The article focuses on intermediate results of the research, including an overview of the concepts of multimodality, multi-agent systems, and multi-model systems, as well as the development of approaches to processing video data from lectures.

Purpose of research: transformation of all relevant information from a video lecture into a text document to form an accompanying lecture summary. The goal is to develop an effective data processing cycle, taking into account differences in video lecture formats.

Research methods: selection of the «Orchestrator-Performer» pattern (Orchestrator-Worker Pattern) with a large language model (LLM) in the role of the orchestrator. Overview of alternative approaches, namely the peer-to-peer decentralized pattern and the hybrid pattern, with justification for choosing the orchestrator approach to ensure consistent processing and fault tolerance. Integration of pipeline video stream processing into a multi-agent system (hybrid approach).

The objects of research in this article are video lectures of three main types, serving as sources of multimodal data for analysis and processing. The first type – «Lecturer and Presentation» – includes video recordings where the lecturer is positioned to the left or right of the accompanying presentation, with an emphasis on the visual combination of the human figure and slides. The second type – «Presentation and Voiceover» – focuses on theoretical material presented on the presentation slides, with explanation off-screen through the audio track. The third type – «Lecturer and Blackboard» – covers recordings where the lecturer writes material on a classic chalk or marker board, emphasizing handwritten input of information.

Research findings: An architecture for a multi-agent system has been developed and justified based on the «Orchestrator-Performer» pattern with a hybrid approach, integrating pipeline video processing into a multi-agent environment for effective task distribution and load management. Models and tools have been selected and described, namely orchestrators, audio processing models, OCR, taking into account lecture types for adaptive pipelines. The functioning of agents is described, including initialization, interaction with the orchestrator, parallel audio/video processing, and aggregation of results into a text document with the possibility of downloading/printing.

Keywords: multimodality, multi-agent systems, Orchestrator-Performer pattern, large language model, agent interaction, data processing pipeline, multi-model approaches, machine learning, peer-to-peer decentralized architecture, video lecture processing.



ВВЕДЕНИЕ

Мультимодальность в информационных науках и машинном обучении – это концепция, связанная с обработкой данных различных форм из разнородных источников, что особенно актуально для обработки такого типа данных, как видеолекция, так как при декомпозиции на первом этапе получается 4 источника данных, а именно видеоряд, аудиодорожка, возможно наличие субтитров и метаданных, а на втором этапе возможно разложение видеоряда на последовательность кадров. На данном этапе развития методов искусственного интеллекта и машинного обучения для обработки видеоряда активно применяются трансформерные нейросетевые модели, например дообученные модели ViT (Visual Transformers), OpenAI CLIP или LLaMa Vision [1; 2]. Для обработки аудио применяются модели speech-to-text, OpenAI Whisper, Alphacep-vosk и т. д. [3]. Модели на основе трансформеров способны эффективно извлекать контекст и обрабатывать данные, однако требуют хорошо размеченных мультимодальных данных, больших вычислительных ресурсов для дообучения и инференса [4].

Также активно начинают разрабатываться многомодельные методы обработки данных. Многомодельность – это подход, при котором данные обрабатываются последовательно или параллельно несколькими моделями, делается это для преобразования данных, для улучшения их обработки или для обеих этих целей [5]. Например, аудиодорожка преобразуется моделью в текст и подается на вход большой языковой модели для исправления синтаксических ошибок [6].

Мультиагентность – это подход к решению сложных задач, при котором задача декомпозируется на более простые подзадачи.

Эти подзадачи распределяются между автономными агентами, обладающими своей компетенцией (возможно, реализованной разными моделями или алгоритмами) и действующими на основе собственных целей. Агенты функционируют децентрализованно, или взаимодействуют друг с другом, или через центральную модель-оркестратор в процессе решения (включая обмен данными, координацию или переговоры). Конечный результат формируется путем агрегации выходов агентов или является следствием совместной обработки задачи [7].

Постановка задачи. Основной задачей в исследовании является преобразование всей релевантной информации из видеолекции в текстовый документ посредством мультимодальной обработки. Это необходимо для формирования сопровождающего конспекта лекции для видео. В исследовании рассматривается возможность преобразования видеолекций 3 видов:

1. Лекция «Лектор и презентация» представляет собой видеозапись, в которой лектор находится слева или справа от сопровождающей его презентации, подробнее на рисунке 1.

2. Лекция «Презентация и закадровый голос» представляет собой видеозапись, в которой основной упор делается на теоретический материал, представленный на презентации, а закадровый голос объясняет этот материал.

3. Лекция «Лектор и доска» представляет собой видеозапись, в которой лектор пишет материал на классической меловой или маркерной доске.

Поскольку видеоформат во всех лекциях разный, можно сделать вывод, что и алгоритмы обработки этих видов будут различаться, так как обработка и абстрагирование данных будут разными [8].



Рисунок 1. Иллюстрация видеолекции «Лектор и презентация»

Выбранный метод решения поставленной задачи. Из определения мультиагентности, представленного в данной статье, известно, что подобные методы хорошо справляются с задачами, где требуется обработка сложных данных. Поскольку видеолекция достаточно просто декомпозируется на составляющие (видеоряд в последовательность кадров, аудиодорожку, метаданные), возможно построить мультиагентную систему, способную извлекать релевантные

данные и преобразовывать их в текстовый документ.

Существует 3 базовых метода построения мультиагентных систем:

1. Мультиагентная система с одноранговыми децентрализованными агентами, в которой агенты находятся на одной иерархии и обмениваются сообщениями на равных; могут быть полностью связанными и неполностью связанными [9; 10; 11]. Схема данного паттерна изображена на рисунке 2.

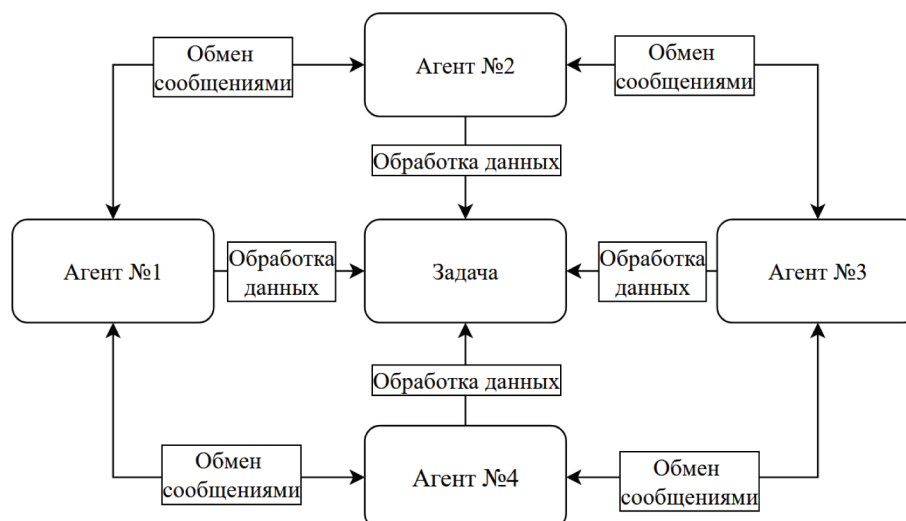


Рисунок 2. Схема мультиагентного паттерна с одноранговыми децентрализованными агентами с неполной связью

2. Мультиагентная система, построенная по принципу «Оркестратор-исполнитель» (Orchestrator-Worker Pattern). В разной литературе оркестратор может называться дирижером, менеджером задач или агентом-контроллером, а исполнитель – агентом-рабочим.

Построена по принципу иерархии, где оркестратор раздает задачи агентам и принимает от них результат выполнения задания. Агенты не имеют горизонтальных связей [12]. Схема данного паттерна изображена на рисунке 3.

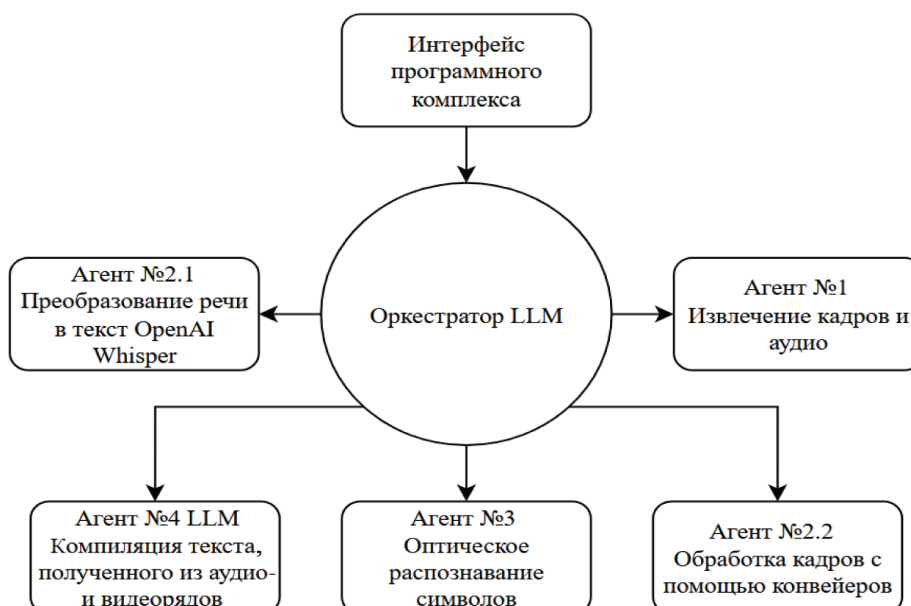


Рисунок 3. Схема мультиагентного паттерна «Orchestrator-Worker Pattern»

3. Гибридный метод сочетает в себе первые 2 метода, например через реализацию сложных агентов-рабочих, которые могут обмениваться сообщениями друг с другом, или нескольких оркестраторов, которые

соединены как одноранговые агенты, а также нескольких оркестраторов, которые иерархически подчиняются другому оркестратору [13]. Схема данного паттерна изображена на рисунке 4.

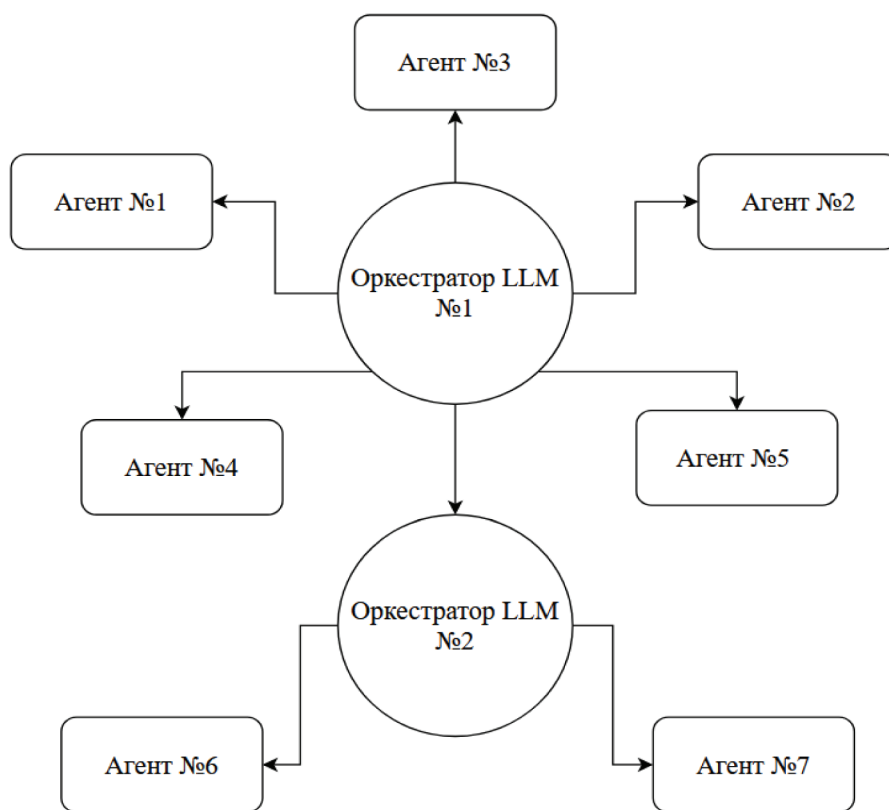


Рисунок 4. Схема мультиагентного паттерна с гибридным подходом

Как видно из схемы, присутствует 4 одноранговых агента, работающих над одной задачей (P2P-сеть), и в процессе работы агенты обмениваются сообщениями о своих состояниях, для обработки видео подобный паттерн не подходит по ряду причин. Первое – видеолекции характеризуются высоким объемом данных (HD/4K, длительная продолжительность). В P2P-сетях каждый узел должен ретранслировать данные другим участникам, что создает экспоненциальный рост сетевой нагрузки. При числе узлов N количество соединений достигает $O(N^2)$, приводя к перегрузке каналов даже в средних группах. Например, протокол передачи данных RTMP, оптимизированный для низкой задержки, эффективен только в модели «один-ко-многим», но не «многие-ко-многим».

Обработка видео требует конвейерных операций: декодирование, анализ кадров, распознавание текста/объектов.

В децентрализованной P2P-среде:

- невозможно гарантировать порядок выполнения этапов из-за равной иерархии агентов и отсутствия явного планировщика работы;

- зависимые задачи (например, распознавание речи) требуют сложных механизмов синхронизации;

- динамическая балансировка нагрузки затруднена из-за отсутствия глобального планировщика.

Современные исследования (например, на примере FANET для дронов) подтверждают, что сильная децентрализация оправдана только для задач с низким объемом данных и высокой динамичностью узлов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В качестве архитектуры для решения поставленной задачи был выбран паттерн независимых агентов-рабочих с оркестратором «Orchestrator-Worker Pattern», рисунок 3. Видеолекции требуют сложной многоэтапной обработки (декодирование, анализ кадров, распознавание речи, генерация субтитров). В паттерне Orchestrator-Worker центральный координатор (Orchestrator) динамически разбивает задачу на параллельно выполняемые подзадачи, которые распределяются между

специализированными Worker-агентами. Это исключает дублирование функций и оптимизирует загрузку вычислительных ресурсов (например, GPU для нейросетевых задач). Эксперименты показывают до 40 % сокращение времени обработки по сравнению с одноранговыми моделями [14].

При отказе Worker-агента Orchestrator автоматически перераспределяет его подзадачу другому агенту, сохраняя прогресс выполнения. В event-driven-реализациях (например, с использованием Kafka) это обеспечивается механизмами репликации и повторной обработки событий [15]. Для видеолекций длительностью 60+ минут такая

отказоустойчивость критична, тогда как в P2P восстановление после сбоев требует ручной координации.

Выбранные модели, алгоритмы и инструменты для реализации предложенного метода. В первую очередь пользователь через специальный элемент должен указать путь до файла видеолекции и выбрать тип лекции (рисунок 5) из представленных в пункте «Постановка задачи». В качестве оркестратора рассматриваются следующие модели – Qwen 72b-Instruct и Mistral Large-2 Instruct. Приписка Instruct в названии модели говорит о том, что модель лучше подходит для задач, связанных с выполнением четких инструкций.

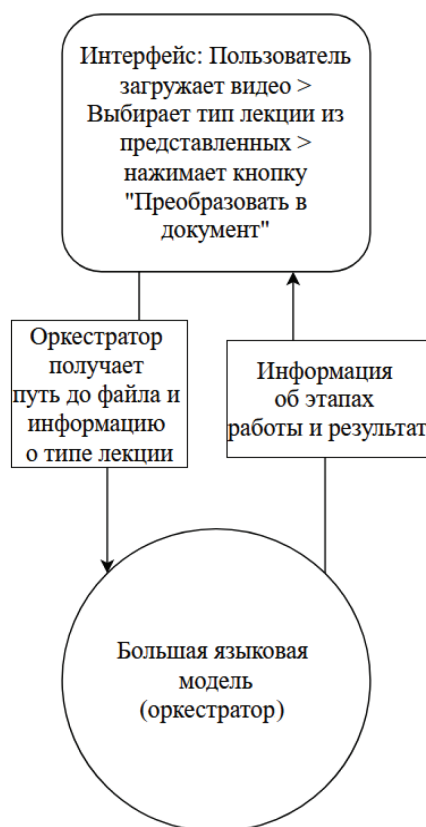


Рисунок 5. Схема взаимодействия пользователя и оркестратора

От оркестратора пользователь получает коллбек-информацию о ходе выполнения обработки видеолекции. Следующим этапом предполагается использование инициализации агентов-исполнителей, оркестратор опрашивает агентов о готовности к работе, проверяет доступ API-ключей. Если агенты не отвечают на запрос, происходит информирование пользователя и переключение на другого агента со схожей функциональностью. Для оркестрации возможно использование следующих библиотек: LangChain, LangGraph, CrewAI. В данных библиотеках существуют следующие типы агентов:

1. Интеллектуальный автономный (может быть ИИ-агентом) – чаще всего это агент с функциями обучения, дообучения или адаптации.
2. Оркестратор – в других источниках также может обозначаться как дирижер, мастер (часто встречается в англоязычной литературе), менеджер. Особый вид агента, который распределяет задачи между агентами, и координирует их действия, и, возможно, агрегирует финальный результат.
3. Инструменты – по своей сути это обычные алгоритмы, утилиты и функции, написанные на каком-либо языке программирования;

необходимы для обработки, проверки и иных действий с данными.

Первым агентом-обработчиком является агент, извлекающий кадры видео и аудиодорожку, подробнее на рисунке 6. В качестве

ответа этот агент отправляет оркестратору сообщение о выполнении операции и путь до файлов. В случае неудачи отправляет код ошибки.

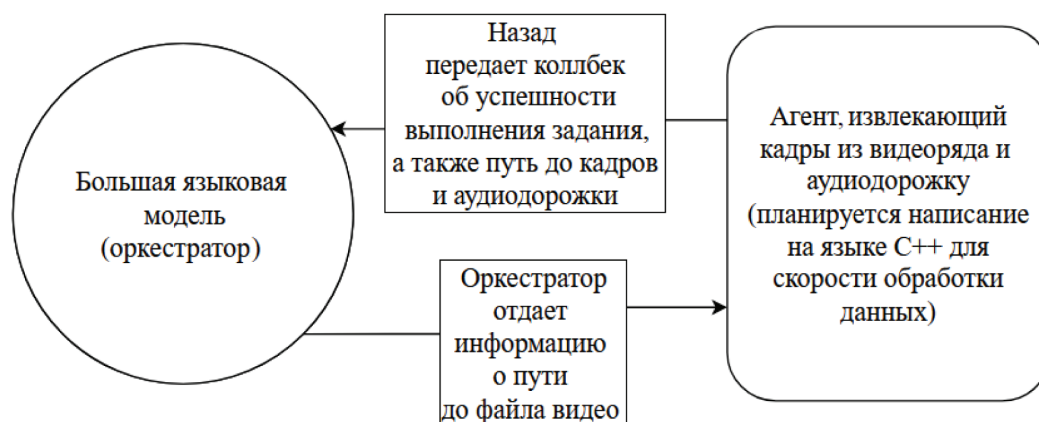


Рисунок 6. Схема взаимодействия оркестратора и агента, декомпозирующего видеолекцию

Следующим этапом обработки является параллельная обработка аудиоданных и последовательности кадров. Для этого разработан AI-агент с моделью OpenAI Whisper-Medium, преобразующей аудио в текст формата JSON-нотаций с таймингами. Интеллектуальные агенты, обрабатывающие

кадры, должны извлекать уникальные кадры, содержащие в себе изображения с текстовой информацией, и в зависимости от типа лекций оркестратор подберет наиболее подходящий конвейер обработки видеоряда. Схема данного процесса представлена на рисунке 7.

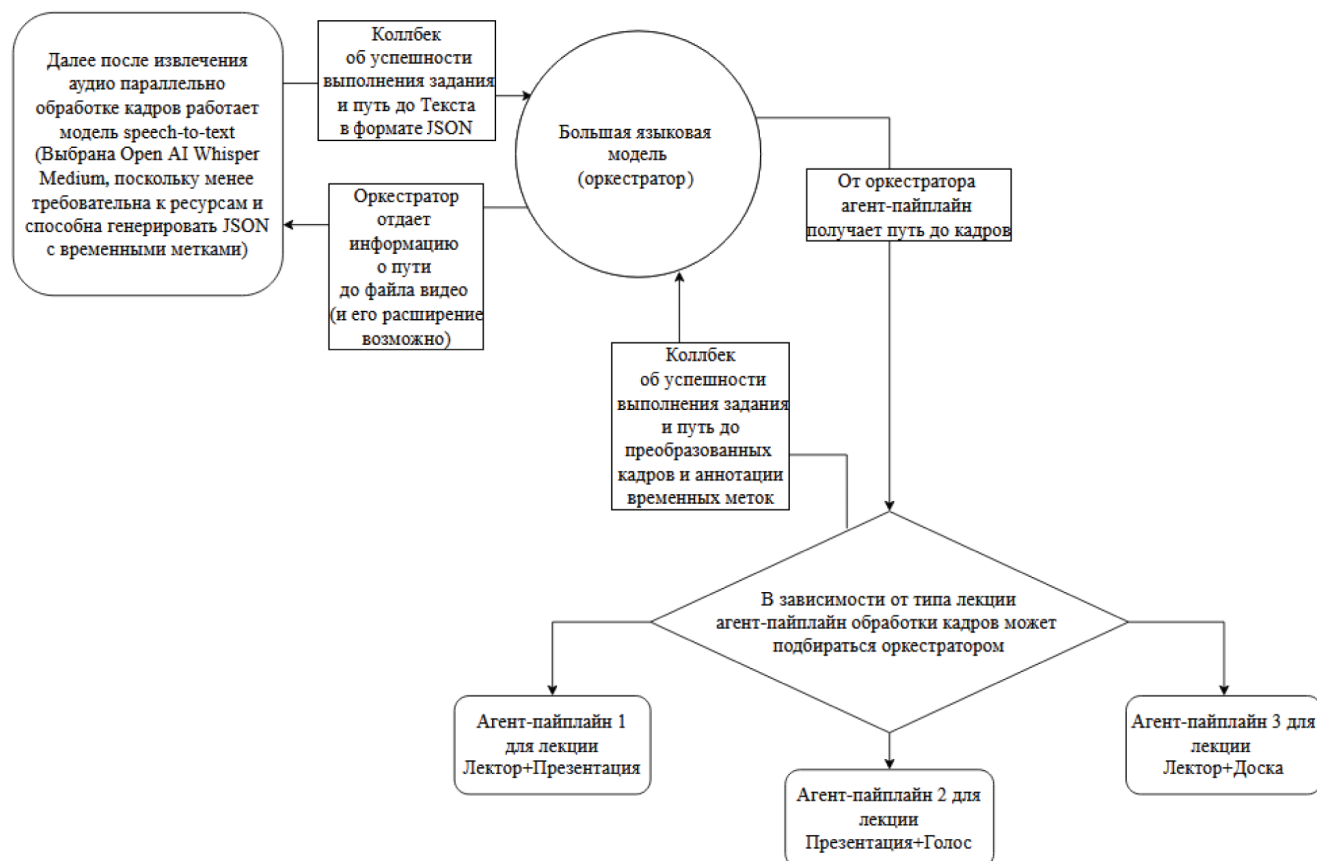


Рисунок 7. Схема взаимодействия оркестратора и агентов обработки аудио- и видеорядов

Последним этапом происходит оптическое распознавание символов и агрегация текстовых файлов в формате JSON в единый текстовый документ. Для этого используются ИИ-агенты, основанные на моделях Mistral

OCR, LeChat, Qwen и Google Gemini Flash 2.0. Финальный документ передается в интерфейс пользователя для ознакомления с последующей возможностью скачивания или печати, схема процесса представлена на рисунке 8.

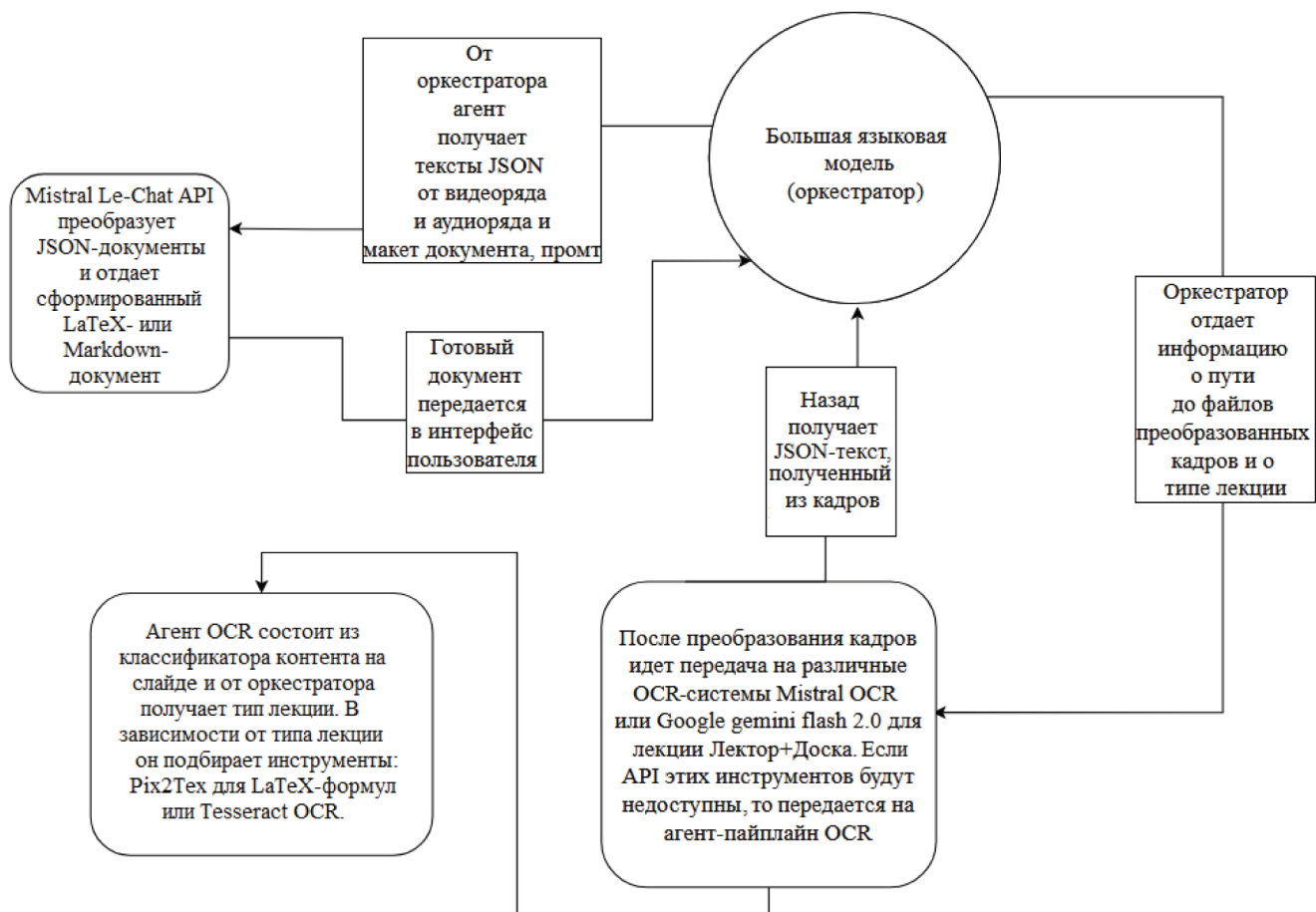


Рисунок 8. Схема взаимодействия оркестратора и агентов оптического распознавания символов и агрегаторов текстового документа

Особенности реализации предложенного метода. Ключевым элементом представленной работы является предложенный гибридный подход, интегрирующий конвейерную обработку видеопотока в мультиагентную систему. Этот подход формирует основное архитектурное решение, где этапы извлечения и предварительной обработки видеоданных из лекций выстраиваются в последовательный конвейер, результаты работы которого затем используются специализированными агентами для решения конкретных задач. Подобная интеграция позволяет эффективно управлять сложностью обработки видео и распределять вычислительную нагрузку между агентами, развернутыми как на локальных серверах, так и взаимодействующими с внешними API. Поскольку типы лекций разные, то и для каждого уникального случая возможно выстраивать свой конвейер обработки,

тем самым гипотетически обрабатывать все виды видеолекций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОODY

Промежуточная стадия работы была сосредоточена на разработке и обосновании архитектуры мультимодальной мультиагентной системы и выборе специализированных моделей для каждого этапа конвейера обработки видеолекций. В качестве оркестратора предложены LLM-модели Qwen 72b-Instruct и Mistral Large-2 Instruct, для преобразования аудиодорожки в текст выбрана модель OpenAI Whisper-Medium, для извлечения и анализа ключевых кадров – пайплайн-алгоритмы с нейросетевыми моделями, а для оптического распознавания текста – Mistral OCR и Google Gemini Flash 2.0. Выбранная гибридная архитектура «Оркестратор-Исполнитель» обеспечивает динамическое разбиение задач,

параллельную обработку и автоматическое перераспределение при сбоях, а уникальные виды обработки (селекция уникальных кадров, способы агрегации JSON-аннотаций, гибкая настройка конвейерных сегментов под разные форматы лекций) заложены в основу представленной системы. Далее предстоит реализовать прототип и оценить эффективность предложенной архитектуры на реальных видеолекциях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zhao, B. Hierarchical multimodal transformer for long video generation / B. Zhao, M. Gong, X. Li. – DOI 10.1016/j.neucom.2021.10.039 // *Neurocomputing*. – 2022. – Vol. 471. – P. 36–43.
2. VDTR: Video Deblurring with Transformer / M. Cao, Y. Fan, Y. Zhang [et al.]. – DOI 10.1109/TCSVT.2022.3201045 // *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*. – 2022. – Vol. 33. – P. 160–171.
3. Efficient Training of Audio Transformers with Patchout / K. Koutini, J. Schlüter, H. Eghbal-zadeh, G. Widmer. – DOI 10.21437/Interspeech.2022-227 // *Interspeech*. – 2022. – P. 2753–2757.
4. Comprehensive Survey on Applications of Transformers for Deep Learning Tasks / S. Islam, H. Elmekki, A. Elsebai [et al.]. – DOI 10.48550/arXiv.2306.07303 // *ArXiv*. – URL: <https://arxiv.org/html/2306.07303> (date of application: 21.06.2025).
5. Large Language Model Should Understand Pinyin for Chinese ASR Error Correction / Y. Li, X. Qiao, X. Zhao [et al.] // *ArXiv*. – URL: <https://arxiv.org/abs/2409.13262> (date of application: 21.06.2025).
6. AudioPaLM: A Large Language Model That Can Speak and Listen / P. K. Rubenstein, C. Asawaroengchai, A. Bapna [et al.] // *ArXiv*. – URL: <https://arxiv.org/abs/2306.12925> (date of application: 21.06.2025).
7. Gutowska, A. What is a multiagent system? / A. Gutowska // IBM сайт. – URL: <https://www.ibm.com/think/topics/multiagent-system/> (date of application: 21.06.2025).
8. Ismagulov, M. E. Methods and Algorithms for Multimodal Conversion of Video Lectures / M. E. Ismagulov // *Proceedings of the XXIV International Conference on Information Technologies and Mathematical Modelling (ITMM-2024) (Tomsk, 2024)*. – Tomsk : Tomsk State University, 2024. – P. 605–607. – URL: https://www.researchgate.net/publication/391833448_1_Conference_proceedings_with_your_article_Ismagulov_M_E_Methods_and_Algorithms_for_Multimodal_Conversion_of_Video_Lectures (date of application: 17.05.2025).
9. Лекция 10. Распределенные интеллектуальные системы на основе агентов // Ronl. – URL: <https://ronl.org/lektsii/informatika/882253/> (дата обращения: 21.06.2025).
10. A decentralized optimization approach for scalable agent-based energy dispatch and congestion management / M. Kilhau, V. Henkel, L. P. Wagner [et al.]. – DOI 10.1016/j.apenergy.2024.124659 // *Applied Energy*. – 2025. – Vol. 377, Part C. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261924020427?via%3Dihub> (date of application: 17.05.2025).
11. Zhang, H. L. Classification of Intelligent Agent Network Topologies and a New Topological Description Language for Agent Networks / H. L. Zhang, C. H. C. Leung, G. K. Raikundalia. – DOI 10.1007/978-0-387-44641-7_3 // *Intelligent Information Processing III : Proceedings of the IFIP International Conference*. – Boston : Springer, 2006. – P. 21–31.
12. Mwifunyi, R. J. Distributed approach in fault localisation and service restoration: State-of-the-Art and future direction / R. J. Mwifunyi, M. M. Kissaka, N. H. Mvungi. – DOI 10.1080/23311916.2019.1628424 // *Cogent Engineering*. – 2019. – Vol. 6. – P. 1–20. – URL: https://www.researchgate.net/publication/344738267_Distributed_approach_in_fault_localisation_and_service_restoration_State-of-the-Art_and_future_direction (date of application: 08.06.2025).
13. Finio, M. What is AI agent orchestration? / M. Finio, A. Downie // IBM. – URL: <https://www.ibm.com/think/topics/ai-agent-orchestration> (date of application: 21.06.2025).
14. Falconer, S. The orchestrator-worker pattern is a well-known design pattern for structuring multi-agent systems / S. Falconer // LinkedIn. – URL: https://www.linkedin.com/posts/seanf_the-orchestrator-worker-pattern-is-a-well-known-activity-7294775230353313792-_zFL (date of application: 21.06.2025).
15. Orchestrator-Workers Workflow // Java AI Dev. – URL: <https://javaaidev.com/docs/agentc-patterns/patterns/orchestrator-workers-workflow/> (date of application: 21.06.2025).



ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРНЫХ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩИХ РЕГИОНОВ НА ВЫБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ

Кутышкин Андрей Валентинович

доктор технических наук, профессор,
главный научный сотрудник
научно-исследовательской
лаборатории имитационного моделирования
Нижегородского государственного университета,
Нижегород, Россия
E-mail: avk_200761@mail.ru

Шульгин Олег Валерьевич

кандидат экономических наук, доцент,
руководитель научно-исследовательской
лаборатории
имитационного моделирования
Нижегородского государственного университета,
Нижегород, Россия
E-mail: shul.oleg.val@mail.ru

Предмет исследования: влияние социально-экономического развития ряда северных нефтегазодобывающих регионов России на выбросы в атмосферу загрязняющих веществ.

Цель исследования: оценка влияния на эмиссию в атмосферу стационарными источниками загрязняющих веществ (поллютантов) основных показателей социально-экономического развития нефтегазодобывающих регионов севера России в период с 2013 по 2022 г. Рассматривались такие регионы, как Республика Коми, Ненецкий автономный округ, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра и Ямало-Ненецкий автономный округ.

Методы исследования: используется комбинация модели IPAT Кауа и метода LDMI для определения влияния развития технологии производственной системы региона «Т», благосостояния «А» и численности «Р» его населения на объемы выбросов загрязняющих веществ.

Объекты исследования: выбросы в атмосферу загрязняющих веществ в Республике Коми, Ненецком автономном округе, Ханты-Мансийском автономном округе – Югре и Ямало-Ненецком автономном округе.

Основные результаты исследования: основное влияние на эмиссию поллютантов во всех регионах оказывает уровень развития технологии и экономических систем, т. е. электроёмкость эмиссии и валового регионального продукта. Вторым по влиянию на эмиссию для половины регионов стал фактор благосостояния их населения. Наименьшее влияние оказывает численность населения регионов, несмотря на существенную разницу данного показателя между регионами. Применение указанного аналитического инструментария позволяет представить влияние на экологию региона в виде мультипликативной функции воздействия ключевых факторов антропогенной деятельности, обеспечивая при этом возможность проведения более детального анализа влияния этих факторов через декомпозицию данной функции с нулевыми остаточными ошибками на показатели, фиксируемые действующей системой государственной статистики.

Ключевые слова: нефтегазодобывающие районы, север России, эмиссия, поллютанты, модель IPAT Кауа, метод LDMI.

STUDY OF THE INFLUENCE OF SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF NORTHERN OIL AND GAS PRODUCING REGIONS ON EMISSIONS OF POLLUTANTS INTO THE ATMOSPHERE

Andrey V. Kutyskin

Doctor of Engineering Science, Professor,
Chief Researcher of the Research
Laboratory of Simulation,
Nizhnevartovsk State University,
Nizhnevartovsk, Russia
E-mail: avk_200761@mail.ru

Oleg V. Shulgin

Candidate of Economics, Associate Professor,
Head of the Research Laboratory
of Simulation Modeling,
Nizhnevartovsk State University,
Nizhnevartovsk, Russia
E-mail: shul.oleg.val@mail.ru

Subject of research: the impact of socio-economic development of some northern oil and gas producing regions of Russia on air pollutant emissions.

Purpose of research: to assess the impact of the main indicators of socio-economic development of oil and gas producing regions of the north of Russia on air pollutant emissions from stationary sources in the period from 2013 to 2022. The following regions were considered: the Komi Republic, the Nenets Autonomous Okrug, the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra and the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug.

Research methods: a combination of the IPAT Kaya model and the LDMI method is used to determine the impact of the development of the production system technology of the region "T", welfare "A" and the size "P" of its population on the volume of pollutant emissions.

Objects of research: emissions of pollutants into the atmosphere in the Komi Republic, the Nenets Autonomous Okrug, the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra and the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug.

Research findings: the main influence on pollutant emissions in all regions is provided by the level of development of technology and economic systems, i.e. the energy intensity of emissions and the gross regional product. The second factor in terms of influence on emissions for half of the regions was the welfare of their population. The least influence is exerted by the population size of the regions, despite the significant difference in this indicator between the regions. The use of the specified analytical tools allows us to present the impact on the ecology of the region as a multiplicative function of the impact of key factors of anthropogenic activity, while ensuring the possibility of conducting a more detailed analysis of the impact of these factors through the decomposition of this function with zero residual errors on the indicators recorded by the current system of state statistics.

Keywords: oil and gas producing regions, northern Russia, emission, pollutants, IPAT Kaya model, LDMI method.



ВВЕДЕНИЕ

Нефте- и газодобывающие отрасли являются экологически опасными отраслями экономики, генерирующими достаточно большое количество факторов давления на окружающую среду, в том числе и атмосферную эмиссию веществ, негативно влияющих на здоровье человека [1]. В исследованиях [2; 3; 4] установлено, что климатические условия северных регионов России – низкие температуры в течение длительного зимнего периода усугубляют негативное влияние загрязнений атмосферного воздуха, в частности $PM_{2.5}$, SO_2 и CO (далее – поллютанты), на заболеваемость населения болезнями органов дыхания, нервной системы, системы кровообращения и мочеполовой системы среди взрослого населения. Исследования по данной проблематике в настоящее время ориентированы на построение регрессионных моделей, связывающих заболеваемость населения региона или городских агломераций с объемами выбросов или концентрациями вредных веществ в воздухе [5; 6; 7]. При этом не учитывается влияние на динамику эмиссии загрязняющих веществ социально-экономических факторов развития соответствующего региона, таких как технологическое развитие его экономики, изменение численности населения и его благосостояния. Вследствие этого тематика данного исследования, по мнению автора, представляется актуальной. Для оценки влияния указанных факторов в настоящее время достаточно широко используется комбинация модели IPAT («I» – impact, «P» – population, «A» – affluence, «T» – technologies) Kaya [8; 9] и метода индекса логарифмического деления (Logarithmic Mean Divisia Index, LDMI) [10; 11]. Наиболее активно данный комбинированный инструментарий применяется при решении задач оценки объемов эмиссии углекислого газа при функционировании социально-экономических систем (РСЭС) различной сложности, см., например [12; 13]. Наряду с этим проводились исследования и в области оценки влияния на выбросы поллютантов социально-экономических факторов как на региональном, так и муниципальном уровне [13; 14; 15]. Но при этом не учитывались различия в природно-климатических условиях исследуемых регионов и муниципалитетов, а также различия в структуре их экономических систем, которые влияют на характеристики стационарных источников поллютантов, что, на наш взгляд, не вполне корректно. В данном исследовании в качестве объектов рассматривались региональные социально-экономические системы (РСЭС) Республики Коми (РК), Ненецкого

автономного округа (НАО), Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (ХМАО-Югра) и Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО). Эти РСЭС характеризуются очень схожими природно-климатическими условиями, и в производственно-экономических системах данных регионов доминируют отрасли, связанные с добычей и транспортировкой углеводородов.

Целью исследования является оценка влияния социально-экономических факторов развития северных нефтегазодобывающих регионов России на выбросы стационарными источниками в атмосферу загрязняющих веществ – поллютантов.

Новизна работы состоит в использовании комбинации модели IPAT/Kaya и метода LDMI для количественной оценки влияния на выбросы в атмосферу поллютантов таких социально-экономических факторов функционирования северных нефтегазодобывающих регионов России, как технологическое развитие их экономики, благосостояние населения и его численность.

Материалы и методы

Модель Kaya – IPAT Kaya (impact of human activity on the environment) представляет негативное влияние деятельности человека «I» (impact) на окружающую среду в виде мультипликативной зависимости от уровня развития технологий рассматриваемой системы «T» (technologies), численности ее населения «P» (population) и его достатка «A» (affluence) [8; 9]:

$$I = PAT. \quad (1)$$

Под «I» предлагается понимать суммарный региональный объем выбросов поллютантов в год. Под факторами (1), влияющими на выбросы поллютантов в атмосферу, предлагается понимать: «T» – годовой объем потребляемой РСЭС электрической энергии; «A» – годовой валовой региональный продукт (ВРП), приходящийся на душу населения региона; «P» – среднегодовая численность населения региона. Для оценки влияния изменений сомножителей мультипликативных выражений на изменение результирующего показателя в настоящее время широко используется метод LMDI, который по результатам исследований ряда авторов [10; 14; 15] является наиболее оптимальным с нулевыми остаточными ошибками разложения даже при неполном наборе значений сомножителей. Разложение выражения (1) для года «t» можно представить в следующем виде:

$$C(t) = \frac{C(t)}{E(t)} \times \frac{E(t)}{Y(t)} \times \frac{Y(t)}{P(t)} \times P(t) = CE(t) \times EnC(t) \times EO(t) \times P(t), \quad (2)$$

где $C(t)$ – общий объем эмиссии поллютантов в регионе; $E(t)$ – общее потребление электрической энергии в РСЭС; $Y(t)$ – валовой региональный продукт; $P(t)$ – среднегодовая численность населения; $CE(t)$ – удельный объем выбросов поллютантов, приходящийся на 1 кВт·час потребленной электроэнергии (удельная электроемкость эмиссии поллютантов); $EnC(t)$ – электроемкость производства ВРП; $EO(t)$ – подушевой валовой региональный продукт.

Элементы $CE(t)$ и $EnC(t)$ в совокупности характеризуют фактор «Т» (1), а $EO(t)$ и $P(t)$ – факторы «А» и «Р» соответственно.

Согласно методу LDMI изменение $DC(t, t-1)$ между годом «t» и «t-1» (подинтервал $(t, t-1)$) определяется выражением [14; 15]:

$$DC(t, t-1) = DCE(t, t-1) + DEnC(t, t-1) + DEO(t, t-1) + DP(t, t-1), \quad (3)$$

где

$$DCE(t, t-1) = U(C(t), C(t-1)) \times \ln\left(\frac{CE(t)}{CE(t-1)}\right) \quad (4)$$

$$DEnC(t, t-1) = U(C(t), C(t-1)) \times \ln\left(\frac{EnC(t)}{EnC(t-1)}\right) \quad (5)$$

$$DEO(t, t-1) = U(C(t), C(t-1)) \times \ln\left(\frac{EO(t)}{EO(t-1)}\right) \quad (6)$$

$$DP(t, t-1) = U(C(t), C(t-1)) \times \ln\left(\frac{P(t)}{P(t-1)}\right) \quad (7)$$

В выражениях (4–7) $U(C(t), C(t-1))$ является весовой функцией, значения которой определяются следующей зависимостью:

$$U(C(t), C(t-1)) = \begin{cases} \frac{C(t) - C(t-1)}{\ln(C(t)) - \ln(C(t-1))}, & (C(t) \cdot C(t-1) \neq 0); \\ C(t-1), & C(t) = C(t-1); \\ 0, & (C(t) \cdot C(t-1) = 0). \end{cases}$$

Для количественной оценки влияния выделенных факторов $CE(t)$, $EnC(t)$, $EO(t)$, $P(t)$ на

эмиссию поллютантов разделим выражение (3) на $DC(t, t-1)$:

$$RC(t, t-1) = \frac{DCE(t, t-1) + DEnC(t, t-1) + DEO(t, t-1) + DP(t, t-1)}{DC(t, t-1)} = \\ = \dots \frac{DCE(t, t-1)}{DC(t, t-1)} + \frac{DEnC(t, t-1)}{DC(t, t-1)} + \frac{DEO(t, t-1)}{DC(t, t-1)} + \frac{DP(t, t-1)}{DC(t, t-1)} = \\ = RCE(t, t-1) + REnC(t, t-1) + REO(t, t-1) + RP(t, t-1), \quad (8)$$

где $RCE(t, t-1)$, $REnC(t, t-1)$, $REO(t, t-1)$ и $RP(t, t-1)$ – вклады изменений выделенных факторов в изменение $RC(t, t-1)$.

В качестве источников данных о вредных выбросах, отходящих от стационарных источников и загрязняющих атмосферу в регионах Арктической и Субарктической зон России и их социально-экономическом развитии, выступали ежегодно публикуемые статистические справочники Росстата РФ [16], отчеты о состоянии окружающей среды РФ Минприроды РФ и МГУ им. М. В. Ломоносова [17], официальная статистика региональных управлений государственной статистики по Республике Коми [18], Архангельской области и Ненецкому автономному округу [19], Тюменской области, Ханты-Мансийскому автономному округу – Югре и Ямало-Ненецкому автономному округу [20], статистическая отчетность Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор) [21]. Рассматривался временной интервал с 2017 по 2022 г. Все стоимостные показатели были приведены к ценам 2017 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Выбросы поллютантов составляют только часть от региональных выбросов стационарными источниками загрязняющих веществ в атмосферу. В таблице 1 представлены значения долей суммарных объемов выбросов CO , SO_2 и $PM_{2.5}$ в общих объемах выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, отходящих от стационарных источников в Республике Коми, НАО, ХМАО-Югре и ЯНАО в период с 2017 по 2022 г.

Таблица 1. Доли объемов эмиссии поллютантов в общих объемах выбросов всех видов загрязняющих веществ в атмосферу для РК, НАО, ХМАО-Югры и ЯНАО с 2017 по 2022 г.

Год	РК	НАО	ХМАО-Югра	ЯНАО
2017	0,37	0,71	0,37	0,45
2018	0,31	0,67	0,46	0,49
2019	0,37	0,67	0,43	0,53
2020	0,36	0,60	0,44	0,49
2021	0,33	0,56	0,50	0,54
2022	0,29	0,61	0,54	0,53
Среднее значение	0,33	0,63	0,45	0,51
Коэффициент вариации	0,099	0,086	0,129	0,073

Доли суммарных объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников в РК, НАО, ХМАО-Югре и ЯНАО в период с 2017 по 2022 г. достаточно большие. Так, средние значения долей суммарных объемов выбросов загрязняющих веществ изменяются от 0,33 (РК) до 0,63 (НАО). Коэффициенты же вариации, в свою очередь, изменяются от 0,09 (ЯНАО) до 0,136 (ХМАО-Югра), что говорит о достаточно устойчивом характере генерации

объемов выбросов загрязняющих веществ экономическими системами регионов. Таким образом, исследование влияния основных экономических и социальных характеристик функционирования рассматриваемых РСЭС на объемы указанных выбросов в атмосферу достаточно актуально. В таблицах 2–5 приведены расчетные значения вкладов $RCE(t, t-1)$, $REnC(t, t-1)$, $REO(t, t-1)$, $RP(t, t-1)$ выделенных факторов (2, 8), оказывающих влияние на выбросы загрязняющих веществ в атмосферу рассматриваемых регионов.

Таблица 2. Расчетные значения $RCE(t, t-1)$, $REnC(t, t-1)$, $REO(t, t-1)$, $RP(t, t-1)$, характеризующих влияние выделенных факторов на выбросы загрязняющих веществ в Республике Коми с 2017 по 2022 г.

Подинтервал ($t, t-1$)	$RCE(t, t-1)$	$REnC(t, t-1)$	$REO(t, t-1)$	$RP(t, t-1)$
2018–2017	0,5974	0,1221	0,0627	0,2178
2019–2018	0,5637	0,0487	0,0558	0,3318
2020–2019	0,6578	0,1255	0,0684	0,1482
2021–2020	0,6437	0,1041	0,0813	0,1709
2022–2021	0,6560	0,1209	0,1056	0,1175
Среднее значение	0,6237	0,1043	0,0748	0,1973
Коэффициент вариации	0,07	0,31	0,26	0,42

Таблица 3. Расчетные значения $RCE(t, t-1)$, $REnC(t, t-1)$, $REO(t, t-1)$, $RP(t, t-1)$, характеризующих влияние выделенных факторов на выбросы загрязняющих веществ в Ненецком автономном округе с 2017 по 2022 г.

Подинтервал ($t, t-1$)	$RCE(t, t-1)$	$REnC(t, t-1)$	$REO(t, t-1)$	$RP(t, t-1)$
2018–2017	0,5130	0,0985	0,3705	0,0180
2019–2018	0,6180	0,0700	0,3008	0,0112
2020–2019	0,5778	0,0279	0,3842	0,0101
2021–2020	0,6230	0,0659	0,2938	0,0173
2022–2021	0,6579	0,0643	0,2753	0,0024
Среднее значение	0,598	0,0653	0,325	0,0118
Коэффициент вариации	0,09	0,38	0,15	0,53

Таблица 4. Расчетные значения $RCE(t, t-1)$, $REnC(t, t-1)$, $REO(t, t-1)$, $RP(t, t-1)$, характеризующих влияние выделенных факторов на выбросы загрязняющих веществ в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре с 2017 по 2022 г.

Подинтервал ($t, t-1$)	$RCE(t, t-1)$	$REnC(t, t-1)$	$REO(t, t-1)$	$RP(t, t-1)$
2018–2017	0,8672	0,0210	0,0211	0,0906
2019–2018	0,8357	0,0298	0,0841	0,0504
2020–2019	0,7299	0,1120	0,0984	0,0597
2021–2020	0,6340	0,0975	0,2100	0,0584
2022–2021	0,7040	0,0642	0,1690	0,0628
Среднее значение	0,7542	0,0649	0,1165	0,0644
Коэффициент вариации	0,13	0,62	0,64	0,24

Таблица 5. Расчетные значения $RCE(t, t - 1)$, $REnC(t, t - 1)$, $REO(t, t - 1)$, $RP(t, t - 1)$, характеризующих влияние выделенных факторов на выбросы загрязнителей в Ямало-Ненецком автономном округе с 2017 по 2022 г.

Подинтервал ($t, t - 1$)	$RCE(t, t - 1)$	$REnC(t, t - 1)$	$REO(t, t - 1)$	$RP(t, t - 1)$
2018–2017	0,3798	0,2569	0,3342	0,0290
2019–2018	0,3838	0,3659	0,2401	0,0103
2020–2019	0,3962	0,3408	0,2373	0,0257
2021–2020	0,3670	0,3295	0,2876	0,0159
2022–2021	0,4977	0,3123	0,1548	0,0351
Среднее значение	0,405	0,321	0,251	0,0232
Коэффициент вариации	0,13	0,13	0,27	0,43

Для РК, НАО и ХМАО-Югры (таблицы 2–5) вклад удельной электроемкости выбросов загрязнителей в атмосферу $RCE(t, t - 1)$ является наибольшим. Так, для Республики Коми диапазон значений $RCE(t, t - 1)$ составляет 0,56–0,66; для НАО – 0,51–0,66; для ХМАО-Югры – 0,64–0,86. Коэффициенты вариации значения $RCE(t, t - 1)$ не превышают 0,13 (ХМАО-Югра, ЯНАО), что указывает на устойчивость влияния затрат электроэнергии на выбросы загрязнителей для всех регионов. Наибольшим влиянием фактора удельной электроемкости производства ВРП характеризуется ЯНАО. Вторым по уровню влияния удельной электроемкости производства ВРП является Республика Коми, где $REnC(t, t - 1)$ за весь временной период в среднем равно 0,11. Наименее значим данный фактор для НАО и ХМАО-Югры. Расчетные значения $REnC(t, t - 1)$ для этих регионов изменяются от 0,02 до 0,06 в течение всего наблюдаемого временного периода, эпизодически увеличиваясь до 0,11. Однако для Республики Коми, НАО и ХМАО-Югры значения коэффициентов вариации значения $REnC(t, t - 1)$ очень большие, что говорит о нестабильности влияния данного фактора на эмиссию. Для ЯНАО (таблица 4) величина $REO(t, t - 1)$ сопоставима со значением вклада $RCE(t, t - 1)$. Значение $REO(t, t - 1)$ также оказывает существенное влияние на выбросы загрязнителей и в НАО, достигая от 40 % до 60 % от значений $RCE(t, t - 1)$ этого региона в течение всего рассматриваемого временного периода. Для остальных регионов значения $REO(t, t - 1)$ не превышают 0,11, только для ХМАО-Югры с 2020 по 2022 г. величина данного показателя больше 0,15. Коэффициенты вариации $REO(t, t - 1)$ достаточно велики и лежат в диапазоне от 0,15 (Республика Коми) до 0,64 (ХМАО-Югра). Для всех регионов значения $RP(t, t - 1)$ не превышают 0,06, что говорит о незначительном влиянии изменения среднегодовой численности населения региона на

выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Исключением является Республика Коми, для которой значения $RP(t, t - 1)$ колеблются от 0,11 (подпериод 2022–2021 гг.) до 0,38 (подпериод 2019–2018 гг.). Однако значения коэффициентов вариации $REO(t, t - 1)$ значительны, так, минимальное значение 0,24 для ХМАО-Югры и максимальное 0,53 для НАО.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

На основании использования модели IPAT Katya и метода LDMI были получены количественные оценки влияния основных социально-экономических показателей развития северных нефтегазодобывающих регионов России на эмиссию загрязнителей в период с 2017 по 2022 г. Во всех рассматриваемых регионах наибольшее влияние на эмиссию загрязнителей оказывают удельные затраты электроэнергии, связанные с их генерацией, и удельная электроемкость ВРП, т. е. фактор развития технологии региональной экономики «Т». Вторым по значимости фактором влияния на эмиссию у 50 % регионов является фактор благосостояния их населения «А». К таким регионам относятся НАО и ЯНАО, характеризующиеся наибольшими значениями ВРП. Для всех регионов, за исключением Республики Коми, среднегодовая численность населения не оказывает существенного влияния на эмиссию загрязнителей, несмотря на то, что население ХМАО-Югры более чем вдвое превосходит население РК, а население РК в полтора раза больше, чем население ЯНАО. Следует также отметить, что развитие ЯНАО характеризуется достаточно сбалансированным влиянием на эмиссию загрязнителей таких факторов, как благосостояние населения региона, удельные затраты электроэнергии как непосредственно на эмиссию, так и производство ВРП. Таким образом, комбинация модели IPAT Katya и метода LDMI позволяет представить влияние на экологию

в виде мультипликативной функции воздействия ключевых факторов антропогенной деятельности, обеспечивая при этом реализацию более детального анализа влияния этих факторов через декомпозицию данной функции с нулевыми остаточными ошибками на показатели, фиксируемые действующей системой государственной статистики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ambient air pollution: a global assessment of exposure and burden of disease. – Geneva : WHO, 2016. – 121 p.
2. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье населения (обзор литературы) / Р. А. Голиков, Д. В. Суржилов, В. В. Кислицына, В. А. Штайгер // Научное обозрение. Медицинские науки. – 2017. – № 5. – С. 20–31.
3. Рейс, Ж. Внешнесредовые риски для здоровья и проблемы здравоохранения в арктических и субарктических регионах / Ж. Рейс, Н. В. Зайцева, П. Спенсер // Анализ риска здоровью. – 2022. – № 3. – С. 21–38.
4. Салтыкова, М. М. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения арктического региона: обзор литературы / М. М. Салтыкова, И. П. Бобровнический, А. В. Балакаева // Экология человека. – 2020. – № 4. – С. 48–55.
5. Торцев, А. М. Внедрение экологических инноваций в регионах Арктической зоны Российской Федерации как инструмент реализации демографического потенциала / А. М. Торцев, И. И. Студёнов // Региональная экономика: теория и практика. – 2020. – Т. 18, № 5. – С. 992–1008.
6. Оценка влияния промышленного загрязнения атмосферного воздуха микрочастицами на здоровье населения Арктического региона (на примере Мурманской области): монография / В. В. Дядик, Н. В. Дядик, Е. М. Ключникова [и др.]. – Апатиты : Издательство ФИЦ КНЦ РАН, 2022. – 119 с.
7. Гигиеническая оценка влияния выбросов предприятий нефтехимии и нефтепереработки на онкологическую заболеваемость населения крупного промышленного центра / З. Б. Бактыбаева, Р. А. Сулейманов, Т. К. Валиев [и др.] // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2020. – № 1. – С. 84–95.
8. Kaya, Y. Impact of Carbon Dioxide Emission Control on GNP Growth: Interpretation of Proposed Scenarios / Y. Kaya // IPCC Energy and Industry Subgroup, Response Strategies Working Group. – Paris, France, 1989. – URL: https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_first_assessment_1990_wg3.shtml (date of application: 15.08.2025).
9. Hwang, Y. S. Evaluating the Mutual Relationship between IPAT/Kaya Identity Index and ODIAC-Based GOSAT Fossil-Fuel CO₂ Flux: Potential and Constraints in Utilizing Decomposed Variables / Y. S. Hwang, J.-S. Um, S. Schlüter // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2020. – Iss. 17. – P. 5976.
10. Ang, B. W. Decomposition of aggregate energy and gas emission intensities for industry: A refined Divisia index method / B. W. Ang, K. H. Choi // Energy Journal. – 1997. – Iss. 18. – P. 59–73.
11. Sun, J. Some properties of an exact energy decomposition model / J. Sun, B. Ang // Energy Journal. – 2000. – Iss. 25. – P. 1177–1188.
12. Xie, P. An analysis of the decoupling relationship between CO₂ emission in power industry and GDP in China based on LMDI method / P. Xie, S. Gao, F. Sun // Journal of Cleaner Production. – 2019. – Iss. 211. – P. 598–606.
13. Wang S., Zhang S., Cheng L. Drivers and Decoupling Effects of PM_{2.5} Emissions in China: An Application of the Generalized Divisia Index // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2023. – Iss. 20. – P. 921.
14. Ma, Y.-R. Spatial linkage analysis of the impact of regional economic activities on PM_{2.5} pollution in China / Y.-R. Ma, Q. Ji, Y. Fan // Journal of Cleaner Production. – 2016. – Iss. 139. – P. 1157–1167.
15. Zhang, Y. Socioeconomic factors of PM_{2.5} concentrations in 152 Chinese cities: Decomposition analysis using LMDI / Y. Zhang, C. Shuai, J. Bian // Journal of Cleaner Production. – 2019. – Iss. 218. – P. 96–107.
16. Регионы России. Социально-экономические показатели // Федеральная служба государственной статистики. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения: 21.10.2024).
17. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации : Государственный доклад // Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. URL: https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/ (дата обращения: 20.01.2025).
18. Официальная статистика // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Коми. – URL: https://11.rosstat.gov.ru/official_statistics (дата обращения: 25.02.2025).
19. Официальная статистика // Управление Федеральной службы государственной статистики по Архангельской области и Ненецкому автономному округу. – URL: <https://29.rosstat.gov.ru/ofstatistics111> (дата обращения: 28.11.2024).
20. Официальная статистика // Управление Федеральной службы государственной статистики по Тюменской области, Ханты-Мансийскому автономному округу – Югре и Ямало-Ненецкому автономному округу. – URL: https://72.rosstat.gov.ru/ofstat_ynao (дата обращения: 22.11.2024).
21. Информация о выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников. Форма 2-ТП (воздух) // Росприроднадзор : Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. – URL: <https://rpn.gov.ru/open-service/analytic-data/statistic-reports/air-protect/> (дата обращения: 14.12.2024).



ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОГЛОЩЕНИЯ ПО ТОЧЕЧНЫМ ДАННЫМ

Тукмачева Юлия Андреевна

аспирант 2 года обучения направления
«Математическое моделирование, численные
методы и комплексы программ»
Инженерной школы цифровых технологий,
Югорский государственный университет,
Ханты-Мансийск, Россия
E-mail: y_tukmacheva@ugrasu.ru

Пятков Сергей Григорьевич

доктор физико-математических наук, профессор
Инженерной школы цифровых технологий,
Югорский государственный университет,
Ханты-Мансийск, Россия
E-mail: s_pyatkov@ugrasu.ru

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда и Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (грант № 25-11-20026).

Предмет исследования: обратные задачи определения коэффициента поглощения в параболическом уравнении по точечным данным.

Цель исследования: установление корректности задачи определения младшего коэффициента в параболическом уравнении по точечным условиям переопределения, доказательство существования и единственности решения в пространствах Соболева.

Методы исследования: априорные оценки, теорема Шаудера, теория параболических операторов.

Объекты исследования: параболические уравнения с неизвестным коэффициентом поглощения, представляемым в виде линейной комбинации известных функций с неизвестными коэффициентами.

Основные результаты исследования: доказана теорема существования и единственности решений в пространствах Соболева, получены априорные оценки. Метод носит конструктивный характер и может служить основой для построения численного алгоритма приближённого решения обратной задачи.

Ключевые слова: обратная задача, коэффициент поглощения, параболическое уравнение, перенос, пространство Соболева.

DETERMINATION OF THE ABSORPTION COEFFICIENT FROM DISCRETE DATA

Julia A. Tukmacheva

Postgraduate student,
Engineering School of Digital Technologies,
Yugra State University,
Khanty-Mansiysk, Russia
E-mail: y_tukmacheva@ugrasu.ru

Sergey G. Pyatkov

Doctor of Physics and Mathematics, Professor
Engineering School of Digital Technologies,
Yugra State University,
Khanty-Mansiysk, Russia
E-mail: s_pyatkov@ugrasu.ru

This work was supported by the Russian Science Foundation and the Government of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra (Grant no. 25-11-20026).

Subject of research: inverse problems concerning the determination of an absorption coefficient in a parabolic equation from discrete (pointwise) data.

Purpose of research: establishing the well-posedness of the problem of determining the lower-order coefficient in a parabolic equation from pointwise overdetermination conditions; proving the existence and uniqueness of a solution in Sobolev spaces.

Research methods: a priori estimates, Schauder's fixed-point theorem, and the theory of parabolic operators.

Objects of research: parabolic equations with an unknown absorption coefficient represented as a linear combination of known functions with unknown coefficients.

Research findings: a theorem on the existence and uniqueness of solutions in Sobolev spaces is proven, and a priori estimates are derived. The method is constructive and can serve as a foundation for developing a numerical algorithm for the approximate solution of the inverse problem.

Keywords: inverse problem, absorption parameter, parabolic equation, heat and mass transfer, Sobolev spaces.

ВВЕДЕНИЕ

Мы исследуем обратные задачи об определении неизвестного коэффициента поглощения – младшего коэффициента в параболическом уравнении вида

$$Lu + g(t, x)u = u_t - L_0 u + g(t, x)u = f(t, x), \quad (t, x) \in Q = (0, T) \times G, \quad (1)$$

где $L_0 u = \sum_{i,j=1}^n a_{ij}(t, x) u_{x_i x_j} - \sum_{i=1}^n a_i(t, x) u_{x_i} - a_0(t, x) u$, $G \subset \mathbb{R}^n$ – ограниченная область с границей Γ . Функция g имеет вид $g(t, x) = \sum_{i=1}^r \alpha_i \Phi_i(t, x)$, где α_i – неизвестные постоянные и $\{\Phi_i\}$ – некоторый набор линейно независимых функций. Уравнение (1) дополняется начально-краевыми условиями:

$$Bu|_S = g_0(t, x) \quad (S = (0, T) \times \Gamma), \quad u|_{t=0} = u_0(x), \quad (2)$$

где $Bu = \sum_{i=1}^n \gamma_i(t, x) \frac{\partial u}{\partial x_i} + \sigma(t, x)u$ или $Bu = u$ и $\vec{\gamma}(t, x) -$

некасательное к Γ векторное поле, направленное вне области G и условиями переопределения,

$$u(t_i, y_i) = \psi_i, \quad i = 1, 2, \dots, r, \quad (3)$$

где $(t_i, y_i) \in \bar{Q}$, $y_i \in G$, $0 < t_i \leq T$ ($i = 1, 2, \dots, r$). Задача состоит в нахождении решения уравнения (1), удовлетворяющего условиям (2)–(3) и неизвестных параметров α_i , функции Φ_i считаются заданными.

Коэффициентные обратные задачи являются классическими. Они возникают в самых различных задачах математической физики: описание различных процессов переноса [1]–[4], фильтрации, экологии (определение потоков парниковых газов [5]–[7], описание процессов поглощения метана в



почвах [8]–[10] и др.). В частности, в работах [8]–[10] функция $g=g(x)$ – скорость поглощения метана в почвах. Соответствующая модель предложена в работе [8]. В работах [9], [10] рассмотрен вопрос о численном определении скорости поглощения в стационарном случае. Отметим, что изучение величин потребления (удельных потоков) CH_4 , понимание процессов, обуславливающих его временную и пространственную динамику, а также моделирование потребления необходимы для построения обоснованных климатических прогнозов. Как известно, потребление метана в почве за счет окисления метанотрофными бактериями в автоморфных почвах – единственный известный биологический механизм стока для атмосферного метана [11].

В настоящее время имеется большое количество работ, посвященных исследованию обратных задач об определении младшего коэффициента в параболическом уравнении в различных постановках, возникающих в приложениях. Прежде всего отметим работу [12], где рассмотрена задача об определении коэффициента $g=g(x)$ по условию финального переопределения, т. е. условие (3) заменяется на условие $u(T, x) = \varphi(x)$. Эта задача совпадает с классической задачей управления: перевести систему из заданного состояния u_0 в состояние $u(T, x)$ за счет изменения параметров системы. В этой работе получена теорема существования и единственности классических решений задачи. Доказательства основаны на принципе максимума, и коэффициент g ищется знакоопределенным. Эти результаты также изложены в монографии [4]. Теорема существования и единственности решений задачи об определении коэффициента $g=g(x)$ в случае финального переопределения имеется также в работе [15] (см. также [14]). В работе [16] требуется выполнение некоторых неравенств, связывающих между собой нормы данных, фактически эти условия – условия малости данных. Аналогичные условия требуются и в работе [17], где коэффициент g ищется в виде $g(t, x) = \sum_{i=1}^r g_i(x) \Phi_i(t, x)$ с неизвестными функциями $g_i(x)$ и дополнительно задаются значения решения $u(t_i, x)$ в некотором наборе точек $t=t_i$ ($i=1, \dots, r$). Здесь также получены теоремы существования и единственности решений. В работе [18] рассматривается одномерная задача, где коэффициент $g(x)$ определяется по данным Коши на боковой стороне прямоугольника. Отметим также работы [19; 13], [20], где рассматриваются вопросы корректности задачи определения функции $g(x)$ с использованием интегральных условий переопределения. Гораздо больше работ посвящено определению младшего коэффициента g , зависящего от времени. Мы сошлемся

только на работы [21]–[24], где можно найти библиографию. Сошлемся на работы [25]–[26], где коэффициент $g=g(t)$ определяется численно, хотя можно отметить, что таких работ очень много. Условия переопределения вида (3) использовались в ряде работ для определения различных параметров в уравнении (см., например, [27]).

Мы не нашли теоретических результатов, посвященных задаче (1)–(3), в литературе. Наши результаты наиболее близки к результатам работы [17]. В работе основное внимание посвящено условиям существования решения задачи (1)–(3) в классах Соболева. Полученные результаты допускают обобщение в том числе и на квазилинейный случай и могут послужить основой для создания численного алгоритма.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Определения и вспомогательные результаты. Пусть E – банахово пространство. Через $L_p(G; E)$ (G – область в $\mathbb{R}^n$) обозначается пространство сильно измеримых функций, определенных на G со значениями в E и конечной нормой $\|u(x)\|_{E, L_p(G)}$ [28]. Обозначения для пространств Соболева $W_p^s(G; E)$, $W_p^s(Q; E)$ и т. д. стандартные (см. [28], [34]). Если $E=\mathbb{R}$ или $E=\mathbb{R}^n$, то последнее пространство обозначаем просто через $W_p^s(Q)$. Определения пространств Гельдера $C^{\alpha, \beta}(\bar{Q})$, $C^{\alpha, \beta}(\bar{S})$ могут быть найдены, например, в [29]. Все рассматриваемые пространства и коэффициенты уравнения (1) мы считаем вещественными. Под нормой вектор-функции понимаем сумму норм координат. Для данного интервала $J=(0, T)$ положим $W_p^{s, r}(Q) = W_p^s(J; L_p(G)) \cap L_p(J; W_p^r(G))$. Соответственно, $W_p^s(J; L_p(\Gamma)) \cap L_p(J; W_p^r(\Gamma))$. Пусть $(u, v) = \int_G u(x)v(x)dx$. Определение границы класса C^s , $s \geq 1$ имеется в [29, гл. 1]. Рассматривая задачу (1)–(3), мы предполагаем, что $\Gamma \in C^2$.

Оператор L_0 считается эллиптическим, т. е. для некоторой постоянной $\delta_0 > 0$ выполнено неравенство

$$\sum_{i,j=1}^n a_{ij} \xi_i \xi_j \geq \delta_0 |\xi|^2 \quad \forall \xi \in \mathbb{R}^n, \quad \forall (t, x) \in Q.$$

Приведем условия на исходные данные. Считаем, что выполнены условия

$$a_i \in L_q(Q) \quad (q > n + 2), \quad a_{kl} \in C(\bar{Q}), \quad \sigma, \gamma_k \in W_{q_0}^{s_0, 2s_0}(S), \quad a_0 \in L_p(Q), \quad (4)$$

где

$$q_0 > 2(n+1)p/(p-1), \quad p > (n+2)/2, \quad s_0 = 1/2 - 1/2p, \quad i = 1, \dots, r, \quad k, l = 1, \dots, n;$$

$$u_0(x) \in W_p^{2-\frac{2}{p}}(G), \quad f \in L_p(Q), \quad \Phi_i(t, x) \in L_p(Q), \quad i = 1, \dots, r, \quad g_0 \in W_p^{k_0, 2k_0}(S), \quad (5)$$

где $k_0 = 1/2 - 1/2p$, если $Bu \neq u$ и $k_0 = 1 - 1/2p$, в противном случае;

$$g_0(0, x) = u_0|_{\Gamma}, \text{ если } Bu = u, \quad g_0(0, x) = B(0, x, D)u_0|_{\Gamma}, \text{ если } Bu \neq u, \quad p > 3. \quad (6)$$

Теорема 1. Пусть выполнены условия (4)–(6). Тогда существует единственное решение задачи (1)–(2) такое, что $u \in W_p^{1,2}(Q)$, причем справедлива оценка

$$\|u\|_{W_p^{1,2}(Q)} \leq c_0 (\|u_0\|_{W_p^{2-2/p}(G)} + \|f\|_{L_p(Q)} + \|g\|_{W_p^{s_0, 2s_0}(S)}).$$

Доказательство. Существование и единственность решений задачи (1), (2) вытекает из известных результатов о разрешимости параболических задач. Мы можем сослаться, например, на теоремы 2.1 в [30, 31] и на теорему 5.3 в [32]. Отметим, что стандартные результаты (см., например, теорему 10.4 параграфа 10 гл. 7 в [29]) не дают утверждения теоремы, поскольку там требуется, чтобы в последнем включении в (4) пространство Соболева было заменено на пространства Гельдера.

Обозначим через Φ решение задачи (1)–(2), где $\vec{\alpha} = 0$, а соответствующую постоянную c_0 в этом случае обозначим через C_0 .

Основные результаты. Вначале приведем некоторые построения. Сделаем замену $v = u + \Phi$ в уравнении (1). Функция v есть решение эквивалентной задачи

$$v_t - L_0 v + g(t, x)(v + \Phi) = 0, \quad Bv|_S = 0, \quad v|_{t=0} = 0, \quad (7)$$

$$v(t_i, y_i) = \tilde{\psi}_i = \psi_i - \Phi(t_i, y_i), \quad i = 1, 2, \dots, r. \quad (8)$$

Пусть u решение задачи (1)–(2) из класса, указанного в теореме 1. Тогда $v \in W_p^{1,2}(Q)$ и в силу теорем вложения $v \in C^{1-(n+2)/2p, 2-(n+2)/p}(\bar{Q}) \subset C(\bar{Q})$ (см. теоремы вложения в [34, теорема 2.6.6]). Обозначим через L^{-1} оператор, сопоставляющий функции $f \in L_p(Q)$ решения задачи $Lv = f$, $Bv|_S = 0$, $v|_{t=0} = 0$. Аналогичным образом определим оператор $(L+g)^{-1}f$.

Преобразуем уравнение (7). Выражая функцию v , придем к равенству $v = -(L+g)^{-1}g\Phi$. Далее имеем

$$v = -(L+g)^{-1}g\Phi = -L^{-1}L(L+g)^{-1}g\Phi = -L^{-1}g\Phi + L^{-1}g(L+g)^{-1}g\Phi. \quad (9)$$

Воспользовавшись определением функции g , получим, что $L^{-1}g\Phi = \sum_{i=1}^r \alpha_i L^{-1}\Phi_i \Phi$. Построим матрицу B с элементами $b_{ji} = L^{-1}\Phi_i \Phi(t_j, y_j)$. Взяв равенство (9) в точке (t_j, y_j) , придем к системе

$$\sum_{i=1}^r \alpha_i b_{ji} = -v(t_j, y_j) + L^{-1}g(L+g)^{-1}g\Phi(t_j, y_j), \quad j = 1, 2, \dots, r. \quad (10)$$

Если v есть решение обратной задачи (7), (8), то система (10) может быть записана в виде

$$\sum_{i=1}^r \alpha_i b_{ji} = -\tilde{\psi}_j + L^{-1}g(L+g)^{-1}g\Phi(t_j, y_j), \quad j = 1, 2, \dots, r. \quad (11)$$

В матричном виде эти равенства имеют вид

$$B\vec{\alpha} = \vec{\psi} + R(\alpha), \quad (12)$$

где $\vec{\psi} = (-\tilde{\psi}_1, -\tilde{\psi}_2, \dots, -\tilde{\psi}_r)^T$, $R = (R_1, \dots, R_r)^T$ с $R_j = L^{-1}g(L+g)^{-1}g\Phi(t_j, y_j)$, $j = 1, 2, \dots, r$. Тогда можно сформулировать следующее утверждение.

Лемма 1. Пусть выполнены условия (4)–(6). Если $\vec{\alpha}$ есть решение системы (12), то функция v , определяемая равенством (9), есть решение обратной задачи (7), (8). Наоборот, если v есть решение обратной задачи (7), (8), то $\vec{\alpha}$ есть решение системы (12).

Доказательство. Утверждение леммы в обратную сторону мы уже получили, выводя систему (12). Предположим, что $\vec{\alpha}$ есть решение системы (12). Построим функцию v как функцию, определяемую равенством (9). Как и ранее, после преобразований получим равенство (10). Покоординатная запись системы (12) имеет вид (11). Вычитая равенства (10), (11), получим, что $v(t_j, y_j) = \tilde{\psi}_j$. Таким образом, равенство (9) выполнено. Кроме того, по определению функция v есть решение задачи (7).

Чтобы исследовать разрешимость задачи (7), (8), мы наложим дополнительное условие корректности

$$\det B \neq 0. \quad (13)$$

Далее в качестве нормы числового вектора $\vec{e}$ используем максимум моделей координат, а в качестве нормы вектор-функции используем сумму норм координат. В частности, $\|\vec{\alpha}\| = \max_j |\alpha_j|$, $\|\Phi\|_{L_p(Q)} = \sum_{j=1}^r \|\Phi_j\|_{L_p(Q)}$. Тогда обозначим норму матрицы B^{-1} через C_1 .

Для удобства далее будем считать, что $T \leq 1$.

Лемма 2. Пусть $v \in W_p^{1,2}(Q)$ удовлетворяет начальным и краевым условиям (7). Тогда справедливо неравенство

$$\|v\|_{C(\bar{Q})} \leq C_2 T^{1-s} \|v\|_{W_p^{1,2}(Q)},$$

где постоянная C_2 не зависит от $T \in (0, 1]$ и $s \in (0, 1 - (n+2)/2p)$ произвольно.

Доказательство. Пусть $s < 1 - (n+2)/2p$. Мы имеем $v \in W_p^{s, 2s}(Q) \subset C(\bar{Q})$ при $s > (n+2)/2$ (см. [34, теорема 2.6.6]). Тогда, используя интерполяционные неравенства ([34, следствие 5.7.3, гл. 7]), получим оценку

$$\|v\|_{C(\bar{Q})} \leq c_1 \|v\|_{W_p^{s, 2s}(Q)} \leq c_1 c_2 \|v\|_{W_p^{1,2}(Q)} \|v\|_{L_p(Q)}^{1-s}.$$

Используя формулу Ньютона – Лейбница, получим неравенство

$\|v\|_{L_p(0, T; E)} \leq T \|v_t\|_{L_p(0, T; E)}$, где E – произвольное банахово пространство. Тогда предыдущее неравенство гарантирует оценку

$$\|v\|_{L_p(0, T; E)} \leq T \|v_t\|_{L_p(0, T; E)},$$

Таким образом, $C_2 = c_1 c_2$. Отметим, что обе постоянные c_1, c_2 ограничены при $T \rightarrow 0$. Последнее вытекает из того простого факта, что функцию v можно продолжить нулем при $t < 0$

на произвольный интервал, например, на интервал $(-1, T)$ с сохранением класса.

Положим $\vec{\Phi} = (\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_r)^T$ и потребуем выполнения неравенств

$$\|B^{-1}\vec{\psi}\| \leq \max(M_1, M_2), \quad M_1 = \frac{1}{2C_0C_2T^{1-s}\|\vec{\Phi}\|_{L_p(Q)}},$$

$$M_2 = \frac{1}{4C_0^2C_1C_2^2T^{2-2s}\|\vec{\Phi}\|_{L_p(Q)}^2\|\Phi\|_{L_\infty(Q)}}. \quad (14)$$

Теорема 2. Пусть выполнены условия (4)–(6), (13), (14). Тогда существует решение $(u, \vec{\alpha})$ задачи (1)–(3) такое, что $u \in W_p^{1,2}(Q)$.

Доказательство. Мы будем исследовать разрешимость системы (12), используя теорему Шаудера. Оценим норму оператора $B^{-1}R + B^{-1}\vec{\psi}$ и покажем, что он переводит некоторый шар $B_{R_0} = \{\vec{\alpha}: \|\vec{\alpha}\| \leq R_0\}$ в себя. Имеем, используя лемму 2 и теорему 1, что

$$\|B^{-1}R(\alpha)\| \leq C_3T^{1-s}\|g(L+g)^{-1}g\Phi\|_{L_p(Q)} \leq C_3T^{1-s}\|g\|_{L_p(Q)}\|$$

$$(L+g)^{-1}g\Phi\|_{C(\bar{Q})} \leq C_3T^{1-s}\|\vec{\alpha}\|\|\vec{\Phi}\|_{L_p(Q)}\|(L+g)^{-1}g\Phi\|_{C(\bar{Q})}, \quad C_3 = C_0C_1C_2. \quad (15)$$

Оценим $\|(L+g)^{-1}g\Phi\|_{C(\bar{Q})}$. Пусть $(L+g)^{-1}f_0 = w$, где $f_0 \in L_p(Q)$. Тогда $w - L_0^{-1}w + gw = f_0$. Это равенство можно записать в виде

$$w = -L^{-1}gw + L^{-1}f_0. \quad (16)$$

Оценим норму

$$\|L^{-1}gw\|_{C(\bar{Q})} \leq C_0C_2T^{1-s}\|gw\|_{L_p(Q)} \leq C_0C_2T^{1-s}\|g\|_{L_p(Q)}\|w\|_{C(\bar{Q})} \leq$$

$$C_0C_2T^{1-s}\|\vec{\alpha}\|\|\vec{\Phi}\|_{L_p(Q)}\|w\|_{C(\bar{Q})}.$$

Тогда, если

$$C_0C_2T^{1-s}\|\vec{\alpha}\|\|\vec{\Phi}\|_{L_p(Q)} \leq 1/2, \quad (17)$$

то уравнение (16) имеет единственное решение и справедлива оценка

$$\|w\|_{C(\bar{Q})} \leq 2\|L^{-1}f_0\|_{C(\bar{Q})} \leq 2C_0C_2T^{1-s}\|f_0\|_{L_p(Q)}. \quad (18)$$

Если мы возьмем $f_0 = g\Phi$, то получим оценку

$$\|(L+g)^{-1}g\Phi\|_{C(\bar{Q})} \leq 2C_0C_2T^{1-s}\|\vec{\alpha}\|\|\vec{\Phi}\|_{L_p(Q)}\|\Phi\|_{L_\infty(Q)}.$$

Окончательно из (15), (18) имеем оценку

$$\|B^{-1}R(\alpha)\| \leq 2C_0^2C_1C_2^2T^{2-2s}\|\vec{\alpha}\|^2\|\vec{\Phi}\|_{L_p(Q)}^2\|\Phi\|_{L_\infty(Q)}.$$

Положим, $R_0 = 2\|B^{-1}\vec{\psi}\|$, и пусть $\vec{\alpha} \in B_{R_0}$. Тогда при условии (17) и условии

$$C_0^2C_1C_2^2T^{2-2s}\|\vec{\alpha}\|^2\|\vec{\Phi}\|_{L_p(Q)}^2\|\Phi\|_{L_\infty(Q)} \leq R_0/4$$

множество значений оператора $B^{-1}\vec{\psi} + B^{-1}R(\vec{\alpha})$ лежит в B_{R_0} . Как следствие (17), (19), для того, чтобы оператор $B^{-1}\vec{\psi} + B^{-1}R(\vec{\alpha})$ переводил шар B_{R_0} в себя, необходимо потребовать, чтобы

$$R_0 \leq \frac{1}{2C_0C_2T^{1-s}\|\vec{\Phi}\|_{L_p(Q)}} = M_1, \quad R_0 \leq \frac{1}{4C_0^2C_1C_2^2T^{2-2s}\|\vec{\Phi}\|_{L_p(Q)}^2\|\Phi\|_{L_\infty(Q)}} = M_2.$$

Кроме того, в силу конечномерности шара этот оператор будет и вполне непрерывным (просто непрерывность оператора очевидна). Тогда по теореме Шаудера уравнение (12) имеет решение в этом шаре. Функция v найдется затем как решение задачи (7).

Следствие 1. Анализируя условие (14), легко заметить, что при выполнении условия (13) теорема существования 1 имеет место, если параметр T достаточно мал.

Далее мы приведем некоторые замечания по поводу условия корректности (13).

Вообще говоря, если мы строим приближение функции $g(t, x)$, используя данные (3), то систему линейно независимых функций Φ_i мы выбираем сами, исходя из каких-то соображений. Например, предположим, что функция $\Phi(t, x)$ обладает свойством:

найдется окрестность U множества точек $\{(t_i, y_i)\}$ такая, что

$$|\Phi| \geq \delta_1 > 0 \quad \text{для всех } (t, x) \in U \cap Q. \quad (19)$$

Не так трудно построить систему функций $\varphi_i \in C^2(Q)$ такую, что $\varphi_i(t_j, y_j) = \delta_{ij}$ – символ Кронекера, φ_i удовлетворяют однородным граничным и начальным условиям (2), $\text{supp } \varphi_i \subset U$ для всех i . Тогда система

$$\Phi_{1i} = \frac{1}{\Phi} L\varphi_i, \quad L^{-1}\Phi_{1i}\Phi = \varphi_i,$$

обладает тем свойством, что $\det\{L^{-1}\Phi_{1i}\Phi(t_j, y_j)\} = 1$, и таким образом условие корректности (13) выполнено.

Более того, справедливо следующее утверждение:

Лемма 3. Пусть выполнены условия (4)–(6), (19), и система функций $\{\Phi_i\}$ такова, что $\det\{L^{-1}\Phi_i\Phi(t_j, y_j)\} = 0$ ($i, j = 1, 2, \dots, r$). Тогда для любого $\varepsilon > 0$ найдется система $\Phi_{0i} \in L_p(Q)$ ($i = 1, 2, \dots, r$) такая, что $\|\vec{\Phi} - \vec{\Phi}_0\|_{L_p(Q)} < \varepsilon$ и $\det\{L^{-1}\Phi_{0i}\Phi(t_j, y_j)\} \neq 0$. Здесь $\vec{\Phi}_0 = (\Phi_{01}, \Phi_{02}, \dots, \Phi_{0r})^T$.

Доказательство. Рассмотрим систему функций $\Phi_{0i} = \Phi_i + \delta\Phi_{1i}$, где функции Φ_{1i} определены равенством (22). Тогда функция $\psi(\delta) = \det\{L^{-1}\Phi_{0i}\Phi(t_j, y_j)\}$ есть многочлен по параметру δ , и, более того, коэффициент перед старшей степенью равен $\det\{L^{-1}\Phi_{1i}\Phi(t_j, y_j)\} = 1$. Выберем $\delta_0 > 0$ так, чтобы $\|\vec{\Phi} - \vec{\Phi}_0\|_{L_p(Q)} < \varepsilon$ для всех $|\delta| < \delta_0$. Поскольку число нулей многочлена конечно, то в любой окрестности точки $\delta = 0$ найдутся точки, где $\psi(\delta) \neq 0$.

Рассмотрим вопрос о единственности решений задачи. Естественно утверждать, что теорема единственности имеет место в некотором шаре $\vec{\alpha} \in B_{R_1}$. Приведем условия единственности:

$$C_1(6C_0^2C_2^2T^{2-2s}R_1\|\vec{\Phi}\|_{L_p(Q)}^2\|\Phi\|_{L_\infty(Q)}+2C_0C_2T^{1-s}\|\vec{\Phi}\|_{L_p(Q)}\|\Phi\|_{L_\infty(Q)})<1, \quad (20)$$

$$R_1C_0C_2T^{1-s}\|\vec{\Phi}\|_{L_p(Q)}\leq 1/2. \quad (21)$$

Теорема 3. Пусть выполнены условия (4)–(6), (13), (14), (20), (21). Тогда если $(u_i, \vec{a}_i)$ ($i=1,2$) два решения задачи (1)–(3) и $\alpha_i \in B_{R_1}$, то $u_1=u_2$, $\alpha_1=\alpha_2$.

Доказательство. Мы предположим, что $\vec{a}_1, \vec{a}_2 \in B_{R_1}$ два различных решения системы (12), и v_1, v_2 – соответствующие решения задачи (7). Вычитая соответствующие уравнения системы (12), получим равенство

$$B(\vec{a}_1 - \vec{a}_2) = R(\vec{a}_1) - R(\vec{a}_2).$$

Отсюда имеем оценку

$$\|\vec{a}_0\| \leq C_1 \|R(\vec{a}_1) - R(\vec{a}_2)\|, \quad \vec{a}_0 = \vec{a}_1 - \vec{a}_2. \quad (22)$$

Имеет место представление

$$R_j(\vec{a}_1) - R_j(\vec{a}_2) = -L^{-1}g_1v_1(t_j, y_j) + L^{-1}g_2v_2(t_j, y_j) =$$

$$-\frac{1}{2}L^{-1}(g_1 - g_2)(v_1 + v_2)(t_j, y_j) - \frac{1}{2}L^{-1}(g_1 + g_2)(v_1 - v_2)(t_j, y_j) = I_{1j} + I_{2j},$$

пусть $\vec{I}_1 = (I_{11}, \dots, I_{1r})^T$, $\vec{I}_2 = (I_{21}, \dots, I_{2r})^T$. Оценим каждое из слагаемых, считая, что выполнено условие (24). Для первого слагаемого имеем

$$\|\vec{I}_1\| \leq C_0C_2T^{1-s}\|\alpha_0\|\|\vec{\Phi}\|_{L_p(Q)}\|v_1 + v_2\|_{C(\bar{Q})}/2.$$

По определению, $v_i = -(L+g)^{-1}g_i\Phi$. Используя оценку (18), получим

$$\|v_i\| \leq 2C_0C_2T^{1-s}\|g_i\Phi\|_{L_p(Q)} \leq 2C_0C_2T^{1-s}R_1\|\vec{\Phi}\|_{L_p(Q)}\|\Phi\|_{L_\infty(Q)}. \quad (23)$$

Таким образом,

$$\|\vec{I}_1\| \leq 2C_0^2C_2^2T^{2-2s}R_1\|\vec{\Phi}\|_{L_p(Q)}^2\|\Phi\|_{L_\infty(Q)}\|\alpha_0\|. \quad (24)$$

Оценим второе слагаемое

$$\|\vec{I}_2\| \leq C_0C_2T^{1-s}R_1\|\vec{\Phi}\|_{L_p(Q)}\|v_1 - v_2\|_{C(\bar{Q})}. \quad (25)$$

Функция $v_1 - v_2$ удовлетворяет уравнению

$$L(v_1 - v_2) + \frac{g_1 + g_2}{2}(v_1 - v_2) = -(g_1 - g_2)(\Phi + \frac{v_1 + v_2}{2}).$$

Используя оценку (23), получим

$$\|v_1 - v_2\|_{C(\bar{Q})} \leq 2C_0C_2T^{1-s}\|\vec{a}_0\|(\|\vec{\Phi}\|_{L_p(Q)}\|\Phi\|_{L_\infty(Q)} + 2C_0C_2T^{1-s}R_1\|\vec{\Phi}\|_{L_p(Q)}^2\|\Phi\|_{L_\infty(Q)}).$$

Из этой оценки и оценок (24), (25) выводим

$$\|\vec{I}_1\| + \|\vec{I}_2\| \leq (6C_0^2C_2^2T^{2-2s}R_1\|\vec{\Phi}\|_{L_p(Q)}^2\|\Phi\|_{L_\infty(Q)} + 2C_0C_2T^{1-s}\|\vec{\Phi}\|_{L_p(Q)}\|\Phi\|_{L_\infty(Q)})\|\vec{a}_0\|.$$

Это неравенство и (22) гарантируют, что $\vec{a}_0=0$. Тогда $v_1=v_2$ и, соответственно, $u_1=u_2$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОODY

В настоящей работе рассмотрена обратная задача определения коэффициента поглощения в параболическом уравнении, представленного в виде линейной комбинации известных функций с неизвестными параметрами. Проведен анализ корректности задачи в пространствах Соболева, доказаны теоремы существования и единственности решения задачи, получены априорные оценки решения. Предложенный подход может служить основой для построения численного алгоритма приближенного решения обратной задачи. Полученные результаты также допускают обобщение на более широкий класс задач, включая квазилинейные уравнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алифанов, О. М. Обратные задачи сложного теплообмена / О. М. Алифанов, Е. А. Артюхов, А. В. Ненароков. – Москва : Янус-К, 2009. – 299 с.
2. Ozisik, M. N. Inverse Heat Transfer / M. N. Ozisik, H. R. B. Orlande. – New York : Taylor & Francis, 2000. – 350 p.
3. Marchuk, G. I. Mathematical Models in Environmental Problems / G. I. Marchuk. – Amsterdam : Elsevier Science Publishers, 1986. – Vol. 16. – 216 p.
4. Prilepko, A. I. Methods for solving inverse problems in Mathematical Physics / A. I. Prilepko, D. G. Orlovsky, I. A. Vasin. – New-York : Marcel Dekker, Inc., 1999. – 744 p.
5. Glagolev, M. V. Determination of gas exchange on the border between ecosystem and atmosphere: inverse modeling / M. V. Glagolev, A. F. Sabrekov // Mathematical Biology and Bioinformatics. – 2012. – Vol. 7, № 1. – P. 81–101.
6. Sabrekov, A. F. Determination of the specific flux of methane from soil using inverse modeling based on conjugate equations / A. F. Sabrekov, M. V. Glagolev, I. E. Terentyeva // Reports of the International Conference «Mathematical Biology and Bioinformatics» / ed. V. D. Lakhno. – Pushchino : IMPB RAS, 2018. – Vol. 7. – P. e94.
7. Assessment of methane emission from measured concentrations in the atmospheric surface layer / A. I. Borodulin, B. D. Desyatkov, G. A. Makhov, S. R. Sarmanov // Russian meteorology and hydrology. – 1997. – № 1. – P. 49–55.
8. Soil Methanotrophy Model (MeMo v1.0): a process-based model to quantify global uptake of atmospheric methane by soil / F. Murguia-Flores, S. Arndt, A. L. Ganesan [et al.] // Geoscientific Model Development. – 2018. – Vol. 11. – P. 2009–2032.
9. Identification of the methane consumption rate in soils by the inverse problem method / A. F. Sabrekov, M. V. Glagolev, I. E. Terentyeva, S. Yu. Mochenov // Reports

- of the International Conference «Mathematical Biology and Bioinformatics» / ed. V. D. Lakhno. – Pushchino : IMPB RAS, 2018. – Vol. 7. – P. 951–955.
10. Идентификация скорости потребления метана в почвах методом обратной задачи / А. Ф. Сабреков, М. В. Глаголев, И. Е. Терентьева, С. Ю. Моченов // Материалы VI конференции «Математическое моделирование в экологии». – Пущино, 2019. – С. 179–180.
11. Prather, M. J. Overexplaining or underexplaining methane's role in climate change / M. J. Prather, C. D. Holmes // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. – 2017. – Vol. 114. – P. 5324–5326.
12. Прилепко, А. И. О разрешимости обратных краевых задач определения коэффициента перед младшей производной в параболическом уравнении / А. И. Прилепко, В. В. Соловьев // *Дифференциальные уравнения*. – 1987. – Т. 23, № 1. – С. 136–143.
13. Prilepko, A. I. Inverse Source and Coefficient Problems for Elliptic and Parabolic Equations in Holder and Sobolev Spaces / A. I. Prilepko, A. B. Kostin, V. V. Solov'ev // *Journal of Mathematical Sciences*. – 2019. – Vol. 237, № 3. – P. 576–594.
14. Choulli, M. Generic well-posedness of an inverse parabolic problem – the Hölder-space approach / M. Choulli, M. Yamamoto // *Inverse Problems*. – 1996. – Vol. 12. – P. 195–205.
15. Choulli, M. Inverse problem for a semilinear parabolic equation / M. Choulli // *Inverse Problems*. – 1994. – Vol. 10. – P. 1123–1132.
16. Kozhanov, A. I. Parabolic Equations with an Unknown Absorption Coefficient / A. I. Kozhanov // *Doklady Mathematics*. – 2006. – Vol. 74, № 1. – P. 573–576.
17. Кожанов, А. И. Параболические уравнения с неизвестным коэффициентом поглощения / А. И. Кожанов // Вестник Челябинского государственного университета. Математика. Механика. Информатика. – 2011. – № 13. – С. 5–19.
18. Hao, D. N. A noncharacteristic Cauchy problem for linear parabolic equation and related inverse problems / D. N. Hao // *Inverse Problems*. – 1994. – Vol. 10. – P. 295–315.
19. Beretta, E. Identifying a space dependent coefficient in a reaction-diffusion equation / E. Beretta // *Inverse Problems and Imaging*. – 2011. – Vol. 5, № 2. – P. 285–296.
20. Kamynin, V. L. The inverse problem of determining the lower-order coefficient in parabolic equations with integral observation / V. L. Kamynin // *Mathematical Notes*. – 2013. – Vol. 94, № 2. – P. 205–213.
21. Pyatkov, S. G. Identification of thermophysical parameters in mathematical models of heat and mass transfer / S. G. Pyatkov // *Journal of Computational and Engineering Mathematics*. – 2022. – Vol. 9, № 2. – P. 52–66.
22. Пятков, С. Г. О некоторых классах линейных обратных задач для параболических систем уравнений / С. Г. Пятков, Е. И. Сафонов // Сибирские электронные известия. – 2014. – Т. 11. – С. 777–799. – URL: <http://semr.math.nsc.ru/v11/p777-799.pdf> (дата обращения: 15.08.2025).
23. Pyatkov, S. G. Inverse problems of recovering lower-order coefficients from boundary integral data / S. G. Pyatkov, O. A. Soldatov // *Axioms*. – 2025. – Vol. 14, № 2. – P. 116.
24. Pyatkov, S. Coefficient inverse problems of identification of thermophysical parameters from boundary integral data / S. Pyatkov, T. Pronkina // *Journal of Mathematical Sciences*. – 2024. – Vol. 282, № 2. – P. 241–252.
25. Вабищевич, П. Н. Вычислительная идентификация младшего коэффициента параболического уравнения / П. Н. Вабищевич, В. И. Васильев // Доклады академии наук. Математика. – 2014. – Т. 455, № 3. – С. 258–260.
26. Hussein, M. S. Simultaneous determination of time-dependent coefficients and heat source / M. S. Hussein, D. Lesnic // *International Journal for Computational Methods in Engineering Science and Mechanics*. – 2016. – Vol. 17, № 5-6. – P. 401–411.
27. Mamonov, A. V. Point source identification in nonlinear advection-diffusion-reaction systems / A. V. Mamonov, Y-H. R. Tsai // *Inverse Problems*. – 2013. – Vol. 29, № 3. – P. 1–26.
28. Triebel, H. Interpolation theory. Functional spaces. Differential Operators / H. Triebel. – Berlin : VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1978. – 532 p.
29. Ladyzhenskaya, O. A. Linear and Quasilinear Equations of Parabolic Type / O. A. Ladyzhenskaya, N. N. Uraltseva, V. A. Solonnikov. – Providence : American Mathematical Society, 1968. – 648 p.
30. Denk, R. Optimal L_p - L_q -estimates for parabolic boundary value problems with inhomogeneous data / R. Denk, M. Hieber, J. Prüss // *Mathematische Zeitschrift*. – 2007. Vol. 257, № 1. – P. 193–224.
31. Meyries, M. Maximal regularity with temporal weights for parabolic problems with inhomogeneous boundary conditions / M. Meyries, R. Schnaubert // *Mathematische Nachrichten*. – 2012. – Vol. 285, № 8-9. – P. 1032–1051.
32. Hummel, F. Elliptic and parabolic boundary value problems in weighted function spaces / F. Hummel, N. Lindemulder // *Potential Analysis*. – 2022. – Vol. 57. – P. 601–669.
33. Lieberman, G. M. Second order parabolic differential equations / G. M. Lieberman. – Singapore : World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2005. – 452 p.
34. Linear and Quasilinear Parabolic Problems : Vol. II: Function Spaces / H. Amann. – Cham : Springer Nature Switzerland AG, 2019. – 462 p.



ЧИСЛЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ НА ГРАНИЦЕ ДВУХ СРЕД

Шергин Сергей Николаевич

кандидат физико-математических наук,
доцент Инженерной школы цифровых технологий,
Югорский государственный университет,
Ханты-Мансийск, Россия
E-mail: ssn@ugrasu.ru

Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (тема: «Аналитическое и численное исследование обратных задач об определении параметров источников атмосферного или водного загрязнения и (или) параметров среды», код темы: FENG-2023-0004).

Предмет исследования: математическая модель теплопередачи.

Цель исследования: разработать алгоритм численного решения обратной задачи об определении коэффициента теплопередачи на границе двух сред.

Методы исследования: в работе применяется метод конечных элементов, алгоритм базируется на специальной итерационной схеме.

Объект исследования: процесс теплопередачи на границе раздела двух сред при неидеальном контакте.

Основные результаты исследования: в работе описан алгоритм, позволяющий производить расчет коэффициента теплопередачи на границе двух сред, когда контакт не является идеальным. Алгоритм основывается на методе конечных элементов и специальной итерационной схеме, в которой решение ищется в виде конечного отрезка ряда. Представлен ряд экспериментов, полученные результаты проанализированы, и сделаны выводы по использованию алгоритма.

Ключевые слова: обратная задача, численные методы, коэффициент теплопередачи, точечный источник, тепломассоперенос.

NUMERICAL DETERMINATION OF THE HEAT TRANSFER COEFFICIENT AT THE BOUNDARY BETWEEN TWO MEDIA

Sergei N. Shergin

Candidate of Physics and Mathematics,
Associate Professor of the Engineering School
of Digital Technologies,
Yugra State University,
Khanty-Mansiysk, Russia
E-mail: ssn@ugrasu.ru

The research was carried out within the state assignment of Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (theme No. FENG-2023-0004, "Analytical and numerical study of inverse problems on recovering parameters of atmosphere or water pollution sources and (or) parameters of media").

Subject of research: mathematical model of heat transfer.

Purpose of research: to develop an algorithm for the numerical solution of the inverse problem of determining the heat transfer coefficient at the boundary of two media.

Research methods: the finite element method is used in the work, the algorithm is based on a special iterative scheme.

Object of research: the process of heat transfer at the interface of two media with imperfect contact.

Research findings: the work describes an algorithm that allows calculating the heat transfer coefficient at the boundary of two media when the contact is not ideal. The algorithm is based on the finite element method and a special iterative scheme, in which the solution is sought in the form of a finite segment of a series. A number of experiments are presented, the results are analyzed and conclusions are made on the use of the algorithm.

Keywords: inverse problem, numerical methods, heat transfer coefficient, point source, heat and mass transfer.

ВВЕДЕНИЕ

Рассматривается уравнение

$$Mu = u_t - Lu = u_t - \operatorname{div}(c(x, t) \nabla u) + b(x, t) \nabla u + a(x, t) u = f, \quad (1)$$

$$b(x, t) = (b_1(x, t), \dots, b_n(x, t))^T, \nabla u = \left(\frac{\partial u}{\partial x_1}, \dots, \frac{\partial u}{\partial x_n} \right)^T, n = 2, 3$$

в области $Q = (0, T) \times G$. Считаем, что пространственная область имеет вид $G = \Omega \times (0, Z)$ в случае $n=3$ и G – прямоугольник в случае $n=2$, т. е. $\Omega = (0, X)$. Считаем, что область G разделена на две части $G^\pm$, $G^+ = \Omega \times (l, Z)$, $G^- = \Omega \times (0, l)$, $0 < l < Z$. На плоскости $x_3 = l_0$ (прямой $x_2 = l$ в двумерном случае), т. е. на множестве $\Gamma_0 = \{(x', l_0), x' \in \Omega\}$ заданы условия сопряжения типа неидеально-го контакта

$$c_n^+ u_{x_n}^+ = \beta(u^+ - u^-) + g, c_n^+ u_{x_n}^+ = c_n^- u_{x_n}^-, x_n = l_0, \quad (2)$$

где $c_n u_{x_n}^\pm(t, x_0) = \lim_{x \in G^\pm, x \rightarrow x_0 \in \Gamma_0} u^\pm = \lim_{x \in G^\pm, x \rightarrow x_0 \in \Gamma_0} u(t, x)$. Далее иногда используем обозначение $u^\pm = u|_{G^\pm}$ и записываем функцию u в виде

вектора $u = (u^+, u^-)$. К условиям сопряжения мы добавляем условия переопределения вида

$$u^+(t, y_i) = \psi_i(t) (i = 1, 2, \dots, r_1), u^-(t, y_i) = \psi_i(t) (i = r_1 + 1, \dots, r), \quad (3)$$

где $y_i \in \bar{G}^\pm (i = 1, 2, \dots, r)$, т. е. возможен случай $y_i \in \Gamma_0$. На $S = (0, T) \times \partial G$ задаем какие-либо краевые условия: Дирихле, Робина или смешанные условия. Например, варианты:

$$c_3 u_{x_3}(t, x', Z) = g_1(t, x'), c_3 u_{x_3}(t, x', 0) = g_0(t, x'), \quad (4)$$

$$u|_{(0, T) \times \partial \Omega} = 0, u|_{t=0} = u_0(x),$$

$$u(t, x', Z) = 0, u(t, x', 0) = 0, u|_{(0, T) \times \partial \Omega} = 0, u|_{t=0} = u_0(x). \quad (5)$$

Условия могут быть как однородными, так и неоднородными. Задача состоит в нахождении решения уравнения (1), удовлетворяющего условиям (2)–(4) и неизвестной функции β вида $\beta = \sum_{j=1}^r \beta_j(t) \Phi_j(t, x')$, где функции Φ заданы, а функции β_j считаются неизвестными. Условия сопряжения (2) совпадают с известными в теории тепломассопереноса условиями на



границе двух сред, когда контакт не является идеальным. В этом случае β – коэффициент теплообмена.

Обратные задачи нахождения неизвестных граничных режимов, в частности задачи конвективного теплообмена, являются классическими. Они возникают в самых различных задачах математической физики: управление процессами теплообмена и проектирование тепловой защиты, диагностика и идентификация теплопередачи в сверхзвуковых гетерогенных потоках, идентификация и моделирование теплопереноса в теплозащитных материалах и покрытиях, моделирование свойств и тепловых режимов многофазовой тепловой защиты аэрокосмических аппаратов, исследование композитных материалов и т. п. (см. [1], [5]).

В настоящее время имеется большое количество работ, посвященных численному решению задач типа (1)–(5) в различных постановках, возникающих в приложениях; как правило, ищутся коэффициенты β , зависящие от времени или, наоборот, от пространственных переменных, точки β_j в (4) чаще всего являются внутренними точками областей G^+ , G^- . Отметим, например, работы [4], [7], [8], [10]–[14]. В качестве метода почти во всех работах используется сведение обратной задачи к некоторой задаче управления и минимизация соответствующего квадратичного функционала ([4], [8], [10], [11], [13], [14]). Опишем некоторые рассмотренные задачи. В работе [3] рассматриваются задачи определения коэффициента теплообмена на границе раздела сред. Полученные результаты и методы позволяют подойти к построению численных методов, но в работе получены теоретические результаты. В случае одной пространственной переменной зависящий от температуры коэффициент теплообмена по точечным условиям переопределения численно определяется в статье [8]. Двумерная обратная задача определения коэффициентов теплообмена (зависящих специальным образом от дополнительных параметров, которые и подлежат определению) по набору значений решений в заданных точках численно решается в работе [10]. В работах [7], [12] рассматриваются и численно решаются обратные задачи определения коэффициента теплообмена, зависящего от двух пространственных переменных с помощью метода Монте-Карло. В качестве условий переопределения берется значение решения на части границы области. Одновременное определение коэффициента, входящего в параболическое уравнение, и коэффициента теплообмена осуществляется в работе [13]. В качестве условий переопределения

используются значения замеров температур в точках на границе раздела слоев (как и в условии (4)). Точечные условия переопределения также используются в [4] и [11], в последней была рассмотрена одномерная обратная задача одновременного определения теплового потока на одной из боковых поверхностей цилиндра и термического контактного сопротивления на границе раздела сред. Численное определение коэффициента теплообмена по данным замеров на доступной части внешней границы рассматриваемой области осуществляется в работе [14]. Задачи численного определения точечных источников в обратных задачах тепломассопереноса рассмотрены в работе [6], где источники задаются в виде суммы дельта-функций Дирака с коэффициентами, зависящими от времени и характеризующими мощность соответствующего источника.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе работы будем основываться на результатах, полученных в работах [2] и [9], в которых получены и доказаны теоремы о существовании и единственности решения.

Рассмотрим случай $n=2$, $G=(0,X)\times(0,Z)$. Положим $\Gamma=\partial G$, $\Gamma_0=\{(x_1, l_0) : x_1 \in (0, X)\}$, $S=(0, T)\times \Gamma$, $S_0=(0, T)\times \Gamma_0$.

Условия согласования данных имеют вид:

$$u_0(x_1, 0) = u_0(x_1, Z) = 0, u_0(y_k) = \psi_k(0). \quad (6)$$

Опишем метод в случае $n=2$. Для численного решения используем метод конечных элементов. Далее для простоты рассматриваем условия (3) с условиями согласования (6).

Ищем функцию β в виде $\beta = \sum_{j=1}^r \beta_j(t) \Phi_j(x_1)$, где функции β_j подлежат определению, а функции Φ_j , g_0 известны. Считаем, что точки y_i с $i \leq r_1$ лежат во множестве $G^+ \cup \Gamma_0$, соответственно точки y_i с $i \geq r_1 + 1$ во множестве $G^- \cup \Gamma_0$.

Опишем метод решения прямой задачи. Задана триангуляция областей $G^\pm$ и соответствующие базисы метода конечных элементов $\{\varphi_i\}_{i=1}^S$, $\{\varphi_i\}_{i=S+1}^N$. Узлы сетки обозначим через $\{b_i\}$.

Ищем приближенное решение в виде

$$v = \sum_{i=1}^N C_i(t) \varphi_i.$$

Для удобства далее считаем, что точки $y_i (i \leq r_1)$ совпадают с узлами сетки $b_1, \dots, b_{r_1}$, а точки $y_i (r_1 + 1 \leq i \leq r)$ совпадают с узлами сетки $b_{s+1}, \dots, b_{s+r-r_1}$. Функции C_i определяем из системы

$$R_0 \vec{C}_t + R_1(t) \vec{C} = \vec{F} + \vec{f}, \vec{C} = (C_1, C_2, \dots, C_N)^T, \quad (7)$$

где координаты $\vec{f}$ имеют вид

$$f_i = \int_{G^+} f(t, x) \varphi_i(x) dx + \int_0^X g_1(t, x_1) \varphi_i(x_1, Z) dx_1 - \int_0^X g(t, x_1) \varphi_i(x_1, l_0) dx_1,$$

при $i \leq s$ и при $i > s$

$$f_i = \int_{G^-} f(t, x) \varphi_i(x) dx - \int_0^X g_0(t, x_1) \varphi_i(x_1, 0) dx_1 + \int_0^X g(t, x_1) \varphi_i(x_1, l_0) dx_1,$$

R_0 – матрица с элементами $r_{ij} = (\varphi_i, \varphi_j) = \int_{G^+} \varphi_i(x) \varphi_j(x) dx$ при $i, j \leq s$, $r_{ij} = (\varphi_i, \varphi_j) = \int_{G^-} \varphi_i(x) \varphi_j(x) dx$ при $i, j > s$, $r_{ij} = 0$, если $i \leq s$ и $j > s$ или $i > s$ и $j \leq s$.

R_1 – матрица с элементами:

$$R_{jk} = (c_1(t, x) \varphi_{kx_1}, \varphi_{jx_1})_{\pm} + (c_2(t, x) \varphi_{kx_2}, \varphi_{jx_2})_{\pm} + (b(t, x) \nabla \varphi_k, \varphi_j)_{\pm} + (a(t, x) \varphi_k, \varphi_j)_{\pm}, (u, v)_{\pm} = \int_{G_{\pm}} uv dx, \quad (8)$$

при $j, k \leq s$ (в этом случае интегралы берутся по G^+) или $k, j > s$ (в этом случае интегралы берутся по G^-), считаем, что $R_{kj} = 0$, если $k \leq s$ и $j > s$ или $k > s$ и $j \leq s$. Имеем, что $\vec{C}(0) = \vec{C}_0 = (u_0(b_l), \dots, u_0(b_N))$. Координаты вектора $\vec{F}$ имеют вид

$$F_i = - \int_0^X \beta(t, x_1) (v^+(t, x_1, l_0) - v^-(t, x_1, l_0)) \varphi_i(x_1, l_0) dx_1 \text{ при } i \leq s$$

$$F_i = \int_0^X \beta(t, x_1) (v^+(t, x_1, l_0) - v^-(t, x_1, l_0)) \varphi_i(x_1, l_0) dx_1 \text{ при } i > s.$$

Здесь $v^{\pm}(t, x, l_0) = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} v(t, x_1, l_0 \pm \varepsilon)$. Решение системы ищем методом конечных разностей. Пусть $\tau = T/M$ – шаг по времени. Заменяем уравнение (7) системой

$$R_0 \frac{\vec{C}_{i+1} - \vec{C}_i}{\tau} + A_{i+1} \vec{C}_{i+1} = \vec{F}_{i+1} + \vec{f}_{i+1}, \quad \vec{C}_i = (C_i^1, \dots, C_i^N)^T, \quad i = 0, 1, 2, \dots, M-1, \quad (9)$$

где $C_i^k \approx C_k(\tau i)$, $\vec{F}_i \approx \vec{F}(\tau i)$, $\vec{f}_i \approx \vec{f}(\tau i)$, $A_i = R_1(\tau i)$. Пусть $\vec{\Psi} = (\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_r)^T$, $\vec{\Psi}_i = \vec{\Psi}(\tau i)$. Положим $\psi_i^k = \psi_k(\tau i)$, $\vec{\beta}_i = (\beta_i^1, \dots, \beta_i^r)^T$, $\vec{\beta}_i \approx \vec{\beta}(\tau i)$, $\beta_i^k = \beta_k(\tau i)$.

Запишем координаты вектора $\vec{F}_{i+1}$. Возьмем

$$\begin{aligned} F_{i+1}^k = & - \sum_{j=1}^r \beta_{i+1}^j \left(\sum_{l=1}^{r_1} \psi_i^{l-s+r_1} \int_0^X \Phi_j(x_1) \varphi_l(x_1, l_0) \varphi_k(x_1, l_0) dx_1 + \right. \\ & \sum_{l=r_1+1}^s C_i^l \int_0^X \Phi_j(x_1) \varphi_l(x_1, l_0) \varphi_k(x_1, l_0) dx_1 - \\ & \sum_{l=s+1}^{s+r-r_1} \psi_i^{l-s+r_1} \int_0^X \Phi_j(x_1) \varphi_l(x_1, l_0) \varphi_k(x_1, l_0) dx_1 - \\ & \left. \sum_{l=s+r-r_1+1}^N C_i^l \int_0^X \Phi_j(x_1) \varphi_l(x_1, l_0) \varphi_k(x_1, l_0) dx_1 \right), k = 1, 2, \dots, s, \\ F_{i+1}^k = & \sum_{j=1}^r \beta_{i+1}^j \left(\sum_{l=1}^{r_1} \psi_i^{l-s+r_1} \int_0^X \Phi_j(x_1) \varphi_l(x_1, l_0) \varphi_k(x_1, l_0) dx_1 + \right. \\ & \left. \sum_{l=r_1+1}^s C_i^l \int_0^X \Phi_j(x_1) \varphi_l(x_1, l_0) \varphi_k(x_1, l_0) dx_1 - \right. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \sum_{l=s+1}^{s+r-r_1} \psi_i^{l-s+r_1} \int_0^X \Phi_j(x_1) \varphi_l(x_1, l_0) \varphi_k(x_1, l_0) dx_1 - \\ & \left. \sum_{l=s+r-r_1+1}^N C_i^l \int_0^X \Phi_j(x_1) \varphi_l(x_1, l_0) \varphi_k(x_1, l_0) dx_1 \right), k = s+1, s+2, \dots, N. \end{aligned}$$

Опишем ситуацию более подробно. Положим

$$\begin{aligned} a_{kj}^{i+1} = & - \sum_{l=1}^s C_i^l \int_0^X \Phi_j(x_1) \varphi_l(x_1, l_0) \varphi_k(x_1, l_0) dx_1 \\ & + \sum_{l=s+1}^N C_i^l \int_0^X \Phi_j(x_1) \varphi_l(x_1, l_0) \varphi_k(x_1, l_0) dx_1 \end{aligned}$$

при $k \leq s$ и

$$\begin{aligned} a_{kj}^{i+1} = & \sum_{l=1}^s C_i^l \int_0^X \Phi_j(x_1) \varphi_l(x_1, l_0) \varphi_k(x_1, l_0) dx_1 \\ & - \sum_{l=s+1}^N C_i^l \int_0^X \Phi_j(x_1) \varphi_l(x_1, l_0) \varphi_k(x_1, l_0) dx_1 \end{aligned}$$

при $k > s$.

Здесь $C_i^l = \psi_i^l (l \leq r_1)$, $C_i^l = \psi_i^{l-s+r_1} (l = s+1, \dots, s+r-r_1)$. Тогда

$$\vec{F}_{i+1}^k = \sum_{j=1}^r \beta_{i+1}^j a_{kj}^{i+1} \quad (k = 1, \dots, r_1, s+1, \dots, s+r-r_1), \quad \vec{F}_{i+1} = A^{i+1} \vec{\beta}_{i+1},$$

где матрица A^{i+1} имеет размерность $N \times r$. Перепишем равенство (9) в виде

$$\vec{F}_{i+1}^k = \sum_{j=1}^r \beta_{i+1}^j a_{kj}^{i+1} \quad (k = 1, \dots, r_1, s+1, \dots, s+r-r_1), \quad \vec{F}_{i+1} = A^{i+1} \vec{\beta}_{i+1}, \quad (10)$$

Построим $r \times N$ матрицу D_0 такую, что $d_{ii} = 1$ при $i = 1, \dots, r_1$, $d_{ii+s-r_1} = 1$ при $i = r_1+1, \dots, r$, а остальные элементы матрицы D_0 равны нулю. Обращая матрицу R_{i+1} из (10), получим

$$\vec{C}_{i+1} = \tau R_{i+1}^{-1} A^{i+1} \vec{\beta}_{i+1} + \tau R_{i+1}^{-1} \vec{f}_{i+1} + R_{i+1}^{-1} R_0 \vec{C}_i, \quad i = 0, 1, 2, \dots, M-1, \quad (11)$$

Применив матрицу D_0 и используя условия переопределения, получим

$$\vec{\Psi}_{i+1} = \tau D_0 R_{i+1}^{-1} A^{i+1} \vec{\beta}_{i+1} + \tau D_0 R_{i+1}^{-1} \vec{f}_{i+1} + D_0 R_{i+1}^{-1} R_0 \vec{C}_i, \quad i = 0, 1, 2, \dots, M-1. \quad (12)$$

Обозначим $B_{i+1} = D_0 R_{i+1}^{-1} A^{i+1}$ (матрица имеет размерность $r \times r$).

Отсюда, из равенства (12), находим вектор $\vec{\beta}_{i+1}$:

$$\tau \vec{\beta}_{i+1} = B_{i+1}^{-1} \vec{\Psi}_{i+1} - \tau B_{i+1}^{-1} D_0 R_{i+1}^{-1} \vec{f}_{i+1} - B_{i+1}^{-1} D_0 R_{i+1}^{-1} R_0 \vec{C}_i, \quad i = 0, 1, \dots, M-1. \quad (13)$$

Определим начальные данные. Имеем $C_0^k = u_0(b_k)$. При $i=0$ правая часть системы (13) известна, тем самым найдем $\vec{\beta}_1$, используя

равенство (11), найдем вектор $\tilde{C}_1$. Далее повторяем рассуждения: на i -м шаге известны $\tilde{\beta}_i$, $\tilde{C}_i$. Используя равенство (13), найдем $\tilde{\beta}_{i+1}$, затем из (11) найдем вектор $\tilde{C}_{i+1}$. Матрица B_{i+1} может быть сингулярной, поэтому для улучшения сходимости используем регуляризацию и заменяем в формуле (13) матрицу B_{i+1}^{-1} матрицей $(B_{i+1} B_{i+1}^* + \varepsilon)^{-1} B_{i+1}^*$.

Сходимость алгоритма. Исходя из построения, легко увидеть, что система (8) эквивалентна системе:

$$\int_{G^+} \sum_{k=1}^s \frac{(C_i^k - C_{i-1}^k)}{\tau} \varphi_k(x) \varphi_l(x) dx + \int_{G^+} \sum_{m=1}^2 c_m \sum_{k=1}^s C_i^k \varphi_{kx_m}(x) \varphi_{lx_m}(x) dx +$$

$$\int_{G^+} \sum_{k=1}^s C_i^k (\vec{b} \nabla \varphi_k + a \varphi_k) \varphi_l(x) dx = \int_{G^+} f \varphi_l dx + \quad (14)$$

$$\int_0^X g(t, x_1) \varphi_l(x_1, Z) dx_1 - \int_0^X g(t, x_1) \varphi_l(x_1, l_0) dx_1 -$$

$$\int_0^X \tilde{\beta}_i^N \left(\sum_{k=1}^s C_{i-1}^k \varphi_k(x_1, l_0) - \sum_{k=1+s}^N C_{i-1}^k \varphi_k(x_1, l_0) \right) \varphi_l(x_1, l_0) dx_1$$

$$\int_{G^-} \sum_{k=1+s}^N \frac{(C_i^k - C_{i-1}^k)}{\tau} \varphi_k(x) \varphi_l(x) dx +$$

$$\int_{G^-} \sum_{m=1}^2 c_m \sum_{k=1+s}^N C_i^k \varphi_{kx_m}(x) \varphi_{lx_m}(x) dx =$$

$$\int_{G^-} \sum_{k=1+s}^N C_i^k (\vec{b} \nabla \varphi_k + a \varphi_k) \varphi_l(x) dx - \int_0^X g_0(t, x_1) \varphi_l(x_1, 0) dx_1 +$$

$$\int_0^X g(t, x_1) \varphi_l(x_1, l_0) dx_1 + \int_{G^-} f \varphi_l dx +$$

$$\int_0^X \tilde{\beta}_i^N \left(\sum_{k=1}^s C_{i-1}^k \varphi_k(x_1, l_0) - \sum_{k=1+s}^N C_{i-1}^k \varphi_k(x_1, l_0) \right) \varphi_l(x_1, l_0) dx_1,$$

где $\tilde{\beta}_i^N = \sum_{k=1}^r \beta_{N_i}^k \Phi_k(x_1)$ (мы добавили индекс N в определении функции $\beta_i = \sum_{k=1}^r \beta_i^k \Phi_k(x_1)$). Кроме того, здесь $C_{i-1}^l = \psi_{i-1}^l (1 \leq l \leq r_1)$, $C_{i-1}^l = \psi_{i-1}^{l-s+r_1}$ ($l = s+1, \dots, s+r-r_1$). Положим также, что $\tilde{\beta}_N(t, x) = \tilde{\beta}_i^N$ при $x \in G$, $t \in [(i-1)\tau, i\tau]$, $i = 1, 2, \dots, M$. Умножим равенства (14), (15) на постоянные v_i^l и суммируем по l (в соответствующих диапазонах). Получим

$$\int_{G^+} \sum_{k=1}^s \frac{(C_i^k - C_{i-1}^k)}{\tau} \varphi_k(x) v_i^+ dx + \int_{G^+} \sum_{m=1}^2 c_m \sum_{k=1}^s C_i^k \varphi_{kx_m}(x) v_{ix_m}^+(x) dx +$$

$$\int_{G^+} \sum_{k=1}^s C_i^k (\vec{b} \nabla \varphi_k + a \varphi_k) v_i^+(x) dx = \int_0^X g_1(t, x_1) v_i^+(x_1, Z) dx_1 -$$

$$\int_0^X g(t, x_1) v_i^+(x_1, l_0) dx_1 + \int_{G^+} f v_i^+ dx - \int_0^X \tilde{\beta}_i^N \left(\sum_{k=1}^s C_{i-1}^k \varphi_k(x_1, l_0) - \sum_{k=1+s}^N C_{i-1}^k \varphi_k(x_1, l_0) \right) v_i^+(x_1, l_0) dx_1,$$

$$\int_{G^-} \sum_{k=1+s}^N \frac{(C_i^k - C_{i-1}^k)}{\tau} \varphi_k(x) v_i^-(x) dx +$$

$$\int_{G^-} \sum_{m=1}^2 c_m \sum_{k=1+s}^N C_i^k \varphi_{kx_m}(x) v_{ix_m}^-(x) dx +$$

$$\int_{G^-} \sum_{k=1+s}^N C_i^k (\vec{b} \nabla \varphi_k + a \varphi_k) v_i^-(x) dx = - \int_0^X g_0(t, x_1) v_i^-(x_1, 0) dx_1 + \quad (17)$$

$$\int_0^X g(t, x_1) v_i^-(x_1, l_0) dx_1 + \int_{G^-} f v_i^- dx + \int_0^X \tilde{\beta}_i^N \left(\sum_{k=1}^s C_{i-1}^k \varphi_k(x_1, l_0) - \sum_{k=1+s}^N C_{i-1}^k \varphi_k(x_1, l_0) \right) v_i^-(x_1, l_0) dx_1,$$

где $v_i^+ = \sum_{l=1}^s v_i^l \varphi_l$, $v_i^- = \sum_{l=1+s}^N v_i^l \varphi_l$. Суммируя равенства (16), (17) по i и меняя суммирование в первом слагаемом (используем равенства

$$\sum_{i=1}^M (a_i - a_{i-1}) b_i = \sum_{i=1}^r a_i (b_i - b_{i+1}) - a_M b_{M+1} + a_0 b_1,$$

где полагаем $b_{M+1} = 0$), получим

$$\sum_{i=1}^M \left[\int_{G^+} \sum_{k=1}^s C_i^k \varphi_k(x) \frac{(v_i^+ - v_{i+1}^+)}{\tau} dx + \int_{G^+} \sum_{m=1}^2 c_m \sum_{k=1}^s C_i^k \varphi_{kx_m}(x) v_{ix_m}^+(x) dx + \right.$$

$$\left. \int_{G^+} \sum_{k=1}^s C_i^k (\vec{b} \nabla \varphi_k + a \varphi_k) v_i^+(x) dx \right] = \int_{G^+} \sum_{k=1}^s C_0^k \varphi_k(x) v_1^+ dx +$$

$$\int_0^X g_1(t, x_1) v_i^+(x_1, Z) dx_1 - \int_0^X g(t, x_1) v_i^+(x_1, l_0) dx_1 \sum_{i=1}^M \left[\int_{G^+} f \varphi_l dx - \right.$$

$$\left. \int_0^X \tilde{\beta}_i^N \left(\sum_{k=1}^s C_{i-1}^k \varphi_k(x_1, l_0) - \sum_{k=1+s}^N C_{i-1}^k \varphi_k(x_1, l_0) \right) v_i^+(x_1, l_0) dx_1 \right],$$

$$\sum_{i=1}^M \left[\int_{G^-} \sum_{k=1+s}^N C_i^k \varphi_k(x) \frac{(v_i^- - v_{i+1}^-)}{\tau} dx + \int_{G^-} \sum_{m=1}^2 c_m \sum_{k=1+s}^N C_i^k \varphi_{kx_m}(x) v_{ix_m}^-(x) dx \right.$$

$$\left. + \int_{G^-} \sum_{k=1+s}^N C_i^k (\vec{b} \nabla \varphi_k + a \varphi_k) v_i^-(x) dx \right] =$$

$$- \int_0^X g_0(t, x_1) v_i^-(x_1, 0) dx_1 + \int_0^X g(t, x_1) v_i^-(x_1, l_0) dx_1 + \quad (19)$$

$$\sum_{k=1+s}^N C_0^k \varphi_k(x) v_1^- dx + \sum_{i=1}^M \left[\int_{G^-} f v_i^- dx + \right.$$

$$\left. \int_0^X \tilde{\beta}_i^N \left(\sum_{k=1}^s C_{i-1}^k \varphi_k(x_1, l_0) - \sum_{k=1+s}^N C_{i-1}^k \varphi_k(x_1, l_0) \right) v_i^-(x_1, l_0) dx_1 \right].$$

Положим $\bar{v}_N^+(t, x) = \sum_{l=1}^s (v_{i-1}^l \frac{(t-\tau)}{\tau} + v_i^l \frac{(t-\tau(i-1))}{\tau}) \varphi_l(x)$ при $x \in G$, $t \in [(i-1)\tau, i\tau]$, $i = 1, 2, \dots, M$. $\bar{v}_N^+(t, x) = \sum_{l=1}^s v_i^l \varphi_l(x)$

при $x \in G$, $t \in [(i-1)\tau, i\tau)$, $i=1, 2, \dots, M$, $\bar{v}_N^-(t, x) = \sum_{l=1+s}^N (v_{i-1}^l \frac{(i-1)\tau - t}{\tau} + v_i^l \frac{t - (i-1)\tau}{\tau}) \varphi_l(x)$ при $x \in G$, $t \in [(i-1)\tau, i\tau)$, $i=1, 2, \dots, M$, $\bar{v}_N^-(t, x) = \sum_{l=1+s}^N v_i^l \varphi_l(x)$ при $x \in G$, $t \in [(i-1)\tau, i\tau)$, $i=1, 2, \dots, M$. Аналогичным образом определяем функции $\tilde{u}_N^+$, $\tilde{u}_N^-$, например, $\tilde{u}_N^-(t, x) = \sum_{l=1+s}^N C_i^l \varphi_l(x)$ при $x \in G$, $t \in [(i-1)\tau, i\tau)$, $i=1, 2, \dots, M$. Используя эти определения, можно переписать равенства (19), (18) в виде:

$$\begin{aligned} & \int_0^T \left[\int_{G^+} \tilde{u}_N^+ \bar{v}_N^+ dx + \int_{G^+} \sum_{m=1}^2 c_m \tilde{u}_{N_{x_m}}^+ \bar{v}_{N_{x_m}}^+(t, x) dx + \right. \\ & \left. \int_{G^+} (\bar{b} \nabla \tilde{u}_N^+ + a \tilde{u}_N^+) \bar{v}_N^+(t, x) dx \right] dt = \int_0^T \int_0^X g_1(t, x_1) v_N^+(t, x_1, Z) dx_1 - \\ & \int_0^X g(t, x_1) v_N^+(t, x_1, l_0) dx_1 dt + \int_{G^+} u_{0N}^+(x) \bar{v}_N^+(t, x) dx + \int_0^T \left[\int_{G^+} f v_N^+ dx - \right. \\ & \left. \int_0^X \tilde{\beta}^N (u_N^+(t - \tau, x_1, l_0) - u_N^-(t - \tau, x_1, l_0)) \bar{v}_N^+(t, x_1, l_0) dx_1 \right] dt, \\ & \int_0^T \left[\int_{G^-} \tilde{u}_N^- \bar{v}_N^- dx + \int_{G^-} \sum_{m=1}^2 c_m \tilde{u}_{N_{x_m}}^-(x) \bar{v}_{N_{x_m}}^-(x) dx + \right. \\ & \left. \int_{G^-} (\bar{b} \nabla u_N^- + a u_N^-) \bar{v}_N^-(x) dx \right] dt = - \int_0^T \left(\int_0^X g_0(t, x_1) v_N^-(x_1, 0) dx_1 + \right. \\ & \left. \int_0^X g(t, x_1) v_N^-(x_1, l_0) dx_1 \right) dt + \int_{G^-} u_{0N}^-(x) \bar{v}_N^-(t, x) dx + \int_0^T \left[\int_{G^-} f v_N^- dx + \right. \\ & \left. \int_0^X \tilde{\beta}_i^N (u_N^-(t - \tau, x_1, l_0)^+ - u_N^-(t - \tau, x_1, l_0)) \bar{v}_N^-(t, x_1, l_0) dx_1 \right] dt, \end{aligned} \quad (20)$$

где $u_{0N}^+ = \sum_{k=1}^s C_0^k \varphi_k$, $u_{0N}^- = \sum_{k=1+s}^N C_0^k \varphi_k$.
Предполагаем, что найдутся постоянные $c_i > 0$ такие, что

$$c_1 \|u\|_{W_2^1(G)}^2 \leq (Au, u) \leq c_2 \|u\|_{W_2^1(G)}^2 \quad \forall u \in W_2^1(G), u|_I = 0.$$

Также предположим, что найдется постоянная C_1 , не зависящая от сетки по пространственным переменным и времени, такая, что $\max_t \|\tilde{u}_N\|_{L_2(G)} + \|\tilde{u}_N\|_{L_2(0,T;W_2^1(G))} \leq C_1$, $\|\beta_N\|_{L_2(0,T;L_2(0,X))} \leq C_1$. (22)

Считаем, что функции Φ_i линейно независимы. Тогда найдется постоянная C_2 , не зависящая от N , такая, что

$$\tau \sum_{i=1}^M \sum_{k=1}^r |\beta_{Ni}^k|^2 \leq C_2 \|\beta_N\|_{L_2(0,T;L_2(0,X))}^2 \leq (C_1)^2 C_2. \quad (23)$$

Поскольку число r фиксировано, то оценка (23) влечет также оценку вида

$$\|\beta_N\|_{L_2(0,T;W_2^s(0,X))} \leq C_3, \quad (24)$$

где s определяется из условия $\Phi_i \in W_2^s(0,X)$. Оценка (22) гарантирует также оценку

$$\|\tilde{u}_N(t, x_1, l_0)\|_{L_2(0,T;W_2^{1/2}(0,X))} \leq C_3. \quad (25)$$

Фиксируем $s > 0$ и предположим, что $\Phi_i \in W_2^s(0,X)$ для всех i . Оценки (22)–(25) влекут, что найдутся подпоследовательности u_{N_k} , β_{N_k} такие, что

$$\tilde{u}_{N_k} \rightarrow u \in L_2(0, T; W_2^1(G)), \tilde{u}_{N_k} \rightarrow u \in L_\infty(0, T; L_2(G)),$$

$$\tilde{u}_{N_k}(t, x_1, l_0) \rightarrow u(t, x_1, l_0) \in L_2\left(0, T; W_2^{\frac{1}{2}}(0, X)\right),$$

$$\tilde{\beta}_{N_k} \rightarrow \tilde{\beta} \in L_2((0, T; W_2^s(0, X)))$$

слабо, *-слабо и по норме.

Если мы дополнительно предположим, что у нас есть оценка вида

$$\|\tilde{u}_N(x_1, l_0)\|_{W_2^{s_0}(0,T;W_2^{s_1}(0,X))} \leq C_4 \quad (26)$$

или вида

$$\|\beta_N\|_{W_2^{s_0}(0,T;W_2^{s_1}(0,X))} \leq C_5, \quad (27)$$

где s_l произвольно (в том числе возможно, что $s_1 < 0$) и $s_0 > 0$, то стандартные утверждения о компактности влекут, что существует подпоследовательность u_{N_k} такая, что $u_{N_k}(t, x_1, l_0) \rightarrow u(t, x_1, l_0)$, или $\beta_{N_k} \rightarrow \tilde{\beta}^k$ сильно в $L_2(0, T; L_2(0, X))$.

При выполнении этих оценок можно сформулировать следующее утверждение:

Лемма 1. Пусть имеют место оценки (22)–(25) и одна из оценок (26), (27). Тогда в равенствах (30), (31) можно перейти к пределу по N , и предельное решение есть обобщенное решение задачи сопряжения из класса $u \in L_2(Q)$, $u_i \in L_2(0, T; W_2^{-1}(G))$, $u^\pm \in L_2(0, T; W_2^1(G^\pm))$.

Доказательство. Рассмотрим равенства (20), (21). Взяв $N = N_k$, фиксируя функции $v_N^\pm$ и переходя к пределу по k , получим равенства:

$$\begin{aligned} & \int_0^T \left[\int_{G^+} u^+ \bar{v}_N^+ dx + \int_{G^+} \sum_{m=1}^2 c_m u_{N_{x_m}}^+ \bar{v}_{N_{x_m}}^+(t, x) dx + \right. \\ & \left. \int_{G^+} (\bar{b} \nabla u^+ + a u^+) \bar{v}_N^+(t, x) dx \right] dt = \int_{G^+} u_0^+(x) \bar{v}_N^+(t, x) dx + \end{aligned} \quad (28)$$

$$\int_0^T \left[\int_{G^+} f \bar{v}_N^+ dx - \int_0^X \tilde{\beta} (u^+(t, x_1, l_0) - u^-(t, x_1, l_0)) \bar{v}_N^+(t, x_1, l_0) dx_1 \right] dt,$$

$$\int_0^T \left[\int_{G^-} \tilde{u}^- \bar{v}_N^- dx + \int_{G^-} \sum_{m=1}^2 c_m \tilde{u}_{N_{x_m}}^-(x) \bar{v}_{N_{x_m}}^-(x) dx + \right.$$

$$\left. \int_{G^-} (\bar{b} \nabla u^- + a u^-) \bar{v}_N^-(x) dx \right] dt = \int_{G^-} u_0^-(x) \bar{v}_N^-(t, x) dx + \int_0^T \left[\int_{G^-} f \bar{v}_N^- dx + \right. \quad (29)$$

$$\left. \int_0^X \tilde{\beta} (u(t, x_1, l_0)^+ - u^-(t, x_1, l_0)) \bar{v}_N^-(t, x_1, l_0) dx_1 \right] dt.$$

Далее берем произвольную функцию $v \in W_2^1(Q^\pm) \cap L_2(Q)$, удовлетворяющую однородным условиям Дирихле на боковой поверхности области G и такую, что $v|_{I=T} = 0$. Построив

приближение функции v в норме $W_2^1(Q^\pm)$, перейдем к пределу и из (28), (29) получим равенства:

$$\begin{aligned} & \int_0^T \left[\int_{G^+} u^+ v_t^+ dx + \int_{G^+} \sum_{m=1}^2 c_m u_{x_m}^+ v_{x_m}^+(t, x) dx + \right. \\ & \left. \int_{G^+} (\vec{b} \nabla u^+ + a u^+) v^+(t, x) dx \right] dt = \int_{G^+} u_0^+(x) v^+(0, x) dx + \int_0^T \left[\int_{G^+} f v^+ dx - \right. \\ & \left. \int_0^X \tilde{\beta} (u^+(t, x_1, l_0) - u^-(t, x_1, l_0)) v^+(t, x_1, l_0) dx_1 \right] dt, \\ & \int_0^T \left[\int_{G^-} u^- v_t^- dx + \int_{G^-} \sum_{m=1}^2 c_m u_{x_m}^- v_{x_m}^-(t, x) dx + \right. \\ & \left. \int_{G^-} (\vec{b} \nabla u^- + a u^-) v^-(t, x) dx \right] dt = \int_{G^-} u_0^-(x) v^-(0, x) dx + \int_0^T \left[\int_{G^-} f v^- dx + \right. \\ & \left. \int_0^X \tilde{\beta} (u^-(t, x_1, l_0) - u^+(t, x_1, l_0)) v^-(t, x_1, l_0) dx_1 \right] dt, \end{aligned} \quad (30)$$

справедливые для всех $v^\pm \in W_2^1(Q^\pm)$, таких, что $v^\pm(T, x) = 0$, и удовлетворяющих условиям Дирихле в (4). Используя определение обобщенной производной, получим, что существуют обобщенные производные $u_t^\pm \in L_2(0, T; W_2^{-1}(G^\pm))$ и $u^\pm(0, x) = u_0^\pm(x)$. Таким образом, мы пришли к определению

обобщенного решения задачи сопряжения из класса $u \in LL_2(Q)$, $u_t \in L_2(0, T; W_2^{-1}(G))$, $u^\pm \in L_2(0, T; W_2^1(G^\pm))$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ЭКСПЕРИМЕНТЫ

Перейдем к рассмотрению численных экспериментов и анализу их результатов. Полученный программный комплекс был зарегистрирован, и получено соответствующее свидетельство. Получаемые результаты вычислений напрямую зависят от характеристик производительности компьютера. Характеристики компьютера, на котором были получены описываемые далее данные, следующие: процессор Intel(R) Core(TM) i5-9500F CPU @ 3.00GHz 3.00GHz, 16.00 GB RAM.

В описываемом эксперименте τ – время выполнения расчета в секундах, ε_0 – рассчитанная точность полученных вычислений, δ – уровень случайного шума, r , функции Φ :

$$\begin{aligned} \Phi_1 &= x^2 - 2x \\ \Phi_2 &= x * \sin\left(3 * \frac{x}{4}\right) - 2 \\ \Phi_3 &= x^3 - 2x^2. \end{aligned}$$

В следующей таблице представлены результаты расчетов при $\varepsilon = 10^{-3}$.

Таблица 1. Расчеты при $\varepsilon = 10^{-3}$

Но эксп.	Φ	r	δ	ε_0	τ
1	Φ_1	3	0	0,0107	6,95
2	Φ_1	4	0	0,0136	7,39
3	Φ_1	5	0	0,0166	7,2
4	Φ_2	3	0	0,0094	7,15
5	Φ_2	4	0	0,0126	6,2
6	Φ_2	5	0	0,0165	7,18
7	Φ_3	3	0	0,01	6,07
8	Φ_3	4	0	0,0135	8,35
9	Φ_3	5	0	0,0171	6,07

Далее представлены результаты при $\varepsilon=10^{-4}$.

Таблица 2. Расчеты при $\varepsilon=10^{-4}$

Но эксп.	Φ	r	δ	ε_0	τ
1	Φ_1	3	0	0,00102	9,75
2	Φ_1	4	0	0,00124	9,79
3	Φ_1	5	0	0,00154	10,52
4	Φ_2	3	0	0,00099	9,61
5	Φ_2	4	0	0,00121	9,71
6	Φ_2	5	0	0,00159	8,22
7	Φ_3	3	0	0,00091	10,42
8	Φ_3	4	0	0,012	9,78
9	Φ_3	5	0	0,0164	11,77

И результаты при увеличении точности до $\varepsilon=10^{-5}$.

Таблица 3. Расчеты при $\varepsilon=10^{-5}$

Но эксп.	Φ	r	δ	ε_0	τ
1	Φ_1	3	0	0,000099	13,9
2	Φ_1	4	0	0,000135	12,14
3	Φ_1	5	0	0,000166	13,32
4	Φ_2	3	0	0,000109	11,56
5	Φ_2	4	0	0,000121	13,03
6	Φ_2	5	0	0,000163	13,53
7	Φ_3	3	0	0,0001	12,91
8	Φ_3	4	0	0,000119	12,36
9	Φ_3	5	0	0,000165	11,96

Также для проверки устойчивости решения на условия переопределения накладывались случайные возмущения данных. $\psi_{new}(0)=\psi(x)(1+\delta(2\sigma-1))$, где $\sigma \in [0,1]$, а δ задается пользователем. В ходе экспериментов случайный шум был равен 5 и 10 %, соответственно $\delta=5$ или $\delta=10$.

Далее были произведены расчеты при различных ε при добавлении случайного шума в 5 и 10 %, в таблице 4 приведены расчеты при $\varepsilon=10^{-3}$.

Таблица 4. Расчеты при изменениях δ при $\varepsilon=10^{-3}$

Но exp.	Φ	r	δ	ε_0	τ
2	Φ_1	3	5	0,0103	11,04
3	Φ_1	3	10	0,015	10,54
5	Φ_1	4	5	0,0155	11,98
6	Φ_1	4	10	0,015	14,57
8	Φ_1	5	5	0,0171	11,63
9	Φ_1	5	10	0,0187	18,63
11	Φ_2	3	5	0,013	8,8
12	Φ_2	3	10	0,0117	11,19
14	Φ_2	4	5	0,0153	9,88
15	Φ_2	4	10	0,0148	12,79
17	Φ_2	5	5	0,0166	11,92
18	Φ_2	5	10	0,0186	18,79
20	Φ_3	3	5	0,0127	10,69
21	Φ_3	3	10	0,0134	13,03
23	Φ_3	4	5	0,016	13,46
24	Φ_3	4	10	0,0169	12,82
26	Φ_3	5	5	0,0186	12,13
27	Φ_3	5	10	0,0188	17,16

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

В результате вычислений отчетливо видно увеличение времени работы программы при повышении точности и при достаточно серьезных изменениях входных данных (при увеличении ошибки до 15 и 20 % расчеты могут выполняться с ошибками или занять кратко больше времени). Также стоит отметить, что увеличение времени работы при $\varepsilon=10^{-5}$ не так заметно повышает точность вычислений, соответственно для большей эффективности и дальнейших вычислений и проверки алгоритма было решено остановиться на $\varepsilon=10^{-4}$ в связи с небольшими временными потерями, но достаточно точных вычислениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алифанов, О. М. Обратные задачи в исследовании сложного теплообмена / О. М. Алифанов, Е. А. Артюхин, А. В. Ненарокомов. – Москва : Янус-К, 2009. – 299 с.
- Белоногов, В. А. О некоторых классах обратных задач определения коэффициента теплообмена в слоистых средах / В. А. Белоногов, С. Г. Пятков // Сибирский математический журнал. – 2022. – Т. 63, № 2(372). – С. 252–271. – DOI 10.33048/smzh.2022.63.202.
- Белоногов, В. А. О разрешимости задач сопряжения с условиями типа неидеального контакта / В. А. Белоногов, С. Г. Пятков // Известия высших учебных заведений. Математика. – 2020. – № 7. – С. 18–32. – DOI 10.26907/0021-3446-2020-7-18-32.
- К решению нестационарных нелинейных граничных обратных задач теплопроводности / Ю. М. Мацевитый, А. О. Костиков, Н. А. Сафонов, В. В. Ганчин // Проблемы машиностроения. – 2017. – Т. 20, № 4. – С. 15–23.
- Ткаченко, В. Н. Математическое моделирование, идентификация и управление технологическими процессами тепловой обработки материалов / В. Н. Ткаченко. – Киев : Наукова думка, 2008. – 243 с.
- Шморган, С. А. Об определении точечных источников в обратных задачах тепломассопереноса / С. А. Шморган, Л. В. Неустроева // Вестник Югорского государственного университета. – 2024. – Т. 20, № 4. – С. 82–91. – DOI 10.18822/byusu20240482-91.
- A comparison of two inverse problem techniques for the identification of contact failures in multi-layered composites / L. A. S. Abreu, M. J. Colaco, C. J. S. Alves [et al.] // 22nd International Congress of Mechanical Engineering (COBEM 2013) November 3–7. – Ribeirao Preto, Brasil : ABCM 2013. – С. 5422–5432.
- Artyukhin, E. A. Deriving the thermal contact resistance from the solution of the incerce heat-conduction problem /

- E. A. Artyukhin, A. V. Nenarokomov // Journal of Engineering Physics. – 1984. – T. 46, № 4. – С. 495–499.
9. Belonogov, V. A. On solvability of Some Classes of Transmission Problems in a Cylindrical Space Domain / V. A. Belonogov, S. G. Pyatkov // Siberian Electronic Mathematical Reports. – 2021. – Vol. 18, No. 1. – P. 176–206. – DOI 10.33048/semi.2021.18.015.
10. Drenchev, L. B. Inverse heat conduction problems and application to estimate of heat paramters in 2-D experiments / L. B. Drenchev, J. Sobczak // Proc. Int. Conf. High Temperature Capillarity, Cracow, Poland, 29 June – 2 July 1997. – Krakow (Poland) : Foundry Research Institute, 1998. – С. 355–361.
11. Huang, C. An inverse problem of simultaneously estimating contact conductance and heat transfer coefficient of exhaust gases between engine's exhaust valve and seat / C. Huang, T. Ju // International journal for numerical methods in engineering. – 1995. – № 38. – С. 735–754.
12. Identification of contact failures in multi-layered composites / A. Abreu, H. R. B. Orlande, C. P. Naveira-Cotta [et al.] // Proceedings of the ASME 2011 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference IDETC/CIE 2011 August 28–31. – Washington, DC, USA : ASME, 2011. – С. 1–9.
13. Loulou, T. An inverse heat conduction problem with heat flux measurements / T. Loulou, E. Scott // International Journal for Numerical Methods in Engineering. – 2006. – T. 67, № 11. – С. 1587–1616.
14. Zhuo, L. Reconstruction of the heat transfer coefficient at the interface of a bi-material / L. Zhuo, D. Lesnic // Inverse Problems in Science and Engineering. – 2020. – T. 28, № 3. – С. 374–401.



РАСЧЕТ ИЗГИБА ПЛАСТИНЫ ПРИ ПРОДОЛЬНО-ПОПЕРЕЧНОЙ НАГРУЗКЕ

Эбель Светлана Ивановна

инженер кафедры математического
и компьютерного моделирования
Института естественных и точных наук,
Южно-Уральский государственный университет,
Челябинск, Россия
E-mail: ebelsi@susu.ru

Ушаков Андрей Леонидович

доктор физико-математических наук, доцент,
профессор кафедры математического
и компьютерного моделирования
Института естественных и точных наук,
Южно-Уральский государственный университет,
Челябинск, Россия
E-mail: ushakoal@susu.ru

Предмет исследования: математическая модель изгиба пластины при продольно-поперечной нагрузке.

Цель исследования: разработать асимптотически оптимальный метод решения эллиптической краевой задачи четвертого порядка в области геометрически сложной формы при наличии краевого условия Дирихле.

Метод исследования: в работе развивается метод итерационных расширений для нахождения изгиба пластины при продольно-поперечной нагрузке на упругом основании.

Объект исследования: изгиб пластины, описываемый математической моделью в виде эллиптической краевой задачи четвертого порядка в области геометрически сложной формы при обязательном наличии краевого условия Дирихле.

Основные результаты исследования: был разработан метод, асимптотически оптимальный по количеству операций, на основе метода итерационных расширений для расчета изгиба пластины при продольно-поперечной нагрузке. Решаемая задача фиктивно продолжалась, продолженная задача аппроксимировалась методами конечных элементов и аппроксимации по частям. Решение дискретной продолженной задачи итерационно приближалось решениями расширенных задач. Асимптотическая оптимальность предложенного метода экспериментально подтверждена при расчетах на ЭВМ.

Ключевые слова: изгиб пластины, метод итерационных расширений.

CALCULATION OF PLATE BENDING UNDER LONGITUDINAL-TRANSVERSE LOAD

Svetlana I. Ebel

Engineer of the Department of Mathematical
and Computer Modeling Institute of Natural
and Exact Sciences,
South Ural State University,
Chelyabinsk, Russia
E-mail: ebelsi@susu.ru

Andrey L. Ushakov

Doctor of Physics and Mathematics,
Associate Professor,
Professor of the Department of Mathematical
and Computer Modeling Institute of Natural
and Exact Sciences,
South Ural State University,
Chelyabinsk, Russia
E-mail: ushakoal@susu.ru

Subject of research: mathematical model of plate bending under longitudinal-transverse load.

Purpose of research: to develop an asymptotically optimal method for solving a fourth-order elliptic boundary value problem in a geometrically complex domain in the presence of a Dirichlet boundary condition.

Research method: the paper develops a method of iterative extensions to find the bending of a plate under longitudinal and transverse load on an elastic base.

Object of research: the bending of a plate described by a mathematical model in the form of an elliptical boundary value problem of the fourth order in a field of geometrically complex shape with the obligatory presence of a Dirichlet boundary condition.

Research findings: a method was developed that is asymptotically optimal in terms of the number of operations, based on the iterative expansion method for calculating plate bending under longitudinal-transverse load. The problem being solved continued fictitiously, the continued problem was approximated by finite element methods and partial approximation. The solution of a discrete extended problem was iteratively approached by solutions of extended problems. The asymptotic optimality of the proposed method has been experimentally verified by computer calculations.

Keywords: plate bending; iterative extension method.

ВВЕДЕНИЕ

Асимптотически оптимальный метод фиктивных областей был разработан в [1] для решения эллиптического уравнения второго порядка при краевом условии Неймана. Актуальна необходимость разработки асимптотически оптимального метода решения эллиптического уравнения четвертого порядка при наличии краевого условия Дирихле в области со сложной геометрией, что теоретически считается возможным [2]. Такого типа задача Дирихле для уравнения, только второго порядка, была асимптотически оптимально решена, но достаточно сложным методом

фиктивного пространства [3]. В данной работе метод итерационных расширений развивается для решения эллиптической краевой задачи четвертого порядка, применяемой при моделировании изгиба пластины при продольно-поперечной нагрузке, используя работы [4; 5].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Постановки задачи: смешанная краевая задача для эллиптического уравнения четвертого порядка, которая описывает изгиб пластины при продольно-поперечной нагрузке при обязательном наличии краевого условия Дирихле.



$$u: \Delta^2 \ddot{u} + \rho \Delta \ddot{u} + a \ddot{u} = \check{f} | \Omega, \Omega \subset \mathbb{R}^2, a, \rho \geq 0, \quad (1)$$

$$\ddot{u} = \frac{\partial \ddot{u}}{\partial \vec{v}} | \gamma_0 = 0, \ddot{u} = l_1 \ddot{u} | \gamma_1 = 0, \frac{\partial \ddot{u}}{\partial \vec{v}} = l_2 \ddot{u} | \gamma_2 = 0, l_1 \ddot{u} = l_2 \ddot{u} | \gamma_3 = 0,$$

если граница области Ω является замыканием объединения открытых и непересекающихся частей

$$\partial \Omega = s, s = \overline{\gamma_0 \cup \gamma_1 \cup \gamma_2 \cup \gamma_3}, \gamma_i \cap \gamma_j = \emptyset, i \neq j, i, j = 0, 1, 2, 3,$$

здесь используем дифференциальные операторы

$$l_1 \ddot{u} = \Delta \ddot{u} + (1 - \sigma) n_1 n_2 \ddot{u}_{xy} - n_2^2 \ddot{u}_{xx} - n_1^2 \ddot{u}_{yy},$$

$$l_2 \ddot{u} = \frac{\partial \Delta \ddot{u}}{\partial \vec{v}} + (1 - \sigma) \frac{\partial}{\partial \vec{s}} (n_1 n_2 (\ddot{u}_{yy} - \ddot{u}_{xx}) + (n_1^2 - n_2^2) \ddot{u}_{xy}) + \rho \frac{\partial \ddot{u}}{\partial \vec{v}}$$

и

$$n_1 = -\cos(\vec{v}, x), n_2 = -\cos(\vec{v}, y), \sigma \in [0; 1).$$

В механике решение задачи u – функция прогиба пластины, правая часть в уравнении $\check{f}$ – нагрузка при поперечном давлении, коэффициенты в приведенном уравнении $a, \rho \geq 0$, σ – коэффициент Пуассона, Ω – ограниченная область, $\vec{v}$ – внешняя нормаль к $\partial \Omega$, $\vec{s}$ – касательная к $\partial \Omega$.

Краевая задача рассматривается в вариационной формулировке:

$$\ddot{u} \in \check{H}: \Lambda(\ddot{u}, \check{v}) = F(\check{v}) \forall \check{v} \in \check{H}, F \in \check{H}', \quad (2)$$

а пространство ее решений есть функции в пространстве Соболева

$$\check{H} = \check{H}(\Omega) = \left\{ \check{v} \in W_2^2(\Omega): \check{v}|_{\gamma_0 \cup \gamma_1} = 0, \frac{\partial \check{v}}{\partial \vec{v}} | \gamma_0 \cup \gamma_2 = 0 \right\},$$

билинейная форма

$$\Lambda(\ddot{u}, \check{v}) = \int_{\Omega} (\sigma \Delta \ddot{u} \check{v} + (1 - \sigma)(\ddot{u}_{xx} \check{v}_{xx} + 2 \ddot{u}_{xy} \check{v}_{xy} + \ddot{u}_{yy} \check{v}_{yy}) - \rho(\ddot{u}_x \check{v}_x + \ddot{u}_y \check{v}_y) + a \ddot{u} \check{v}) d\Omega,$$

правая часть задачи при $\check{f} \in L_2(\Omega)$ – линейный функционал

$$F(\check{v}) = (\ddot{u}, \check{v}) = \int_{\Omega} \check{f} \check{v} d\Omega.$$

Для задачи из (2) достаточно обычно предположение, что билинейная форма порождает эквивалентную нормировку в пространстве решений:

$$\exists c_1, c_2 \in (0; +\infty): c_1 \|\check{v}\|_{W_2^2(\Omega)}^2 \leq \Lambda(\check{v}, \check{v}) \leq c_2 \|\check{v}\|_{W_2^2(\Omega)}^2 \forall \check{v} \in \check{H}.$$

Это предположение обеспечивает существование единственности решения этой задачи [6].

Рассматриваем при навешиваемом индексе $\omega=1$ решаемую краевую задачу в вариационном виде, а при навешиваемом индексе

$\omega=II$ вводим фиктивную краевую задачу в вариационном виде

$$\ddot{u}_{\omega} \in \check{H}_{\omega}: \Lambda_{\omega}(\ddot{u}_{\omega}, \check{v}_{\omega}) = F_{\omega}(\check{v}_{\omega}) \forall \check{v}_{\omega} \in \check{H}_{\omega}, F_{\omega} \in \check{H}'_{\omega}, \omega \in \{1, II\}, \Omega_{\omega} \subset \mathbb{R}^2, \quad (3)$$

если правые части у приведенных выше задач, когда заданные функции $\check{f}_{\omega} \in L_2(\Omega_{\omega})$ задаются как функционалы

$$F_{\omega}(\check{v}_{\omega}) = \int_{\Omega_{\omega}} \check{f}_{\omega} \check{v}_{\omega} d\Omega_{\omega} \forall \check{v}_{\omega} \in \check{H}_{\omega}, \check{f}_{II1} = 0,$$

билинейные формы

$$\Lambda_{\omega}(\ddot{u}_{\omega}, \check{v}_{\omega}) = \int_{\Omega_{\omega}} (\sigma_{\omega} \Delta \ddot{u}_{\omega} \check{v}_{\omega} + (1 - \sigma_{\omega})(\ddot{u}_{\omega xx} \check{v}_{\omega xx} + 2 \ddot{u}_{\omega xy} \check{v}_{\omega xy} + \ddot{u}_{\omega yy} \check{v}_{\omega yy}) - \rho_{\omega}(\ddot{u}_{\omega x} \check{v}_{\omega x} + \ddot{u}_{\omega y} \check{v}_{\omega y}) + a_{\omega} \ddot{u}_{\omega} \check{v}_{\omega}) d\Omega_{\omega},$$

пространства их решений есть функции из пространств Соболева

$$\check{H}_{\omega} = \check{H}_{\omega}(\Omega_{\omega}) = \left\{ \check{v}_{\omega} \in W_2^2(\Omega_{\omega}): \check{v}_{\omega}|_{\gamma_{\omega,0} \cup \gamma_{\omega,1}} = 0, \frac{\partial \check{v}_{\omega}}{\partial \vec{v}_{\omega}} | \gamma_{\omega,0} \cup \gamma_{\omega,2} = 0 \right\},$$

причем эти пространства рассматриваются на ограниченных областях Ω_{ω} , которые имеют следующие границы, являющиеся замыканиями объединений открытых и непересекающихся частей

$$\partial \Omega_{\omega} = s_{\omega}, s_{\omega} = \overline{\gamma_{\omega,0} \cup \gamma_{\omega,1} \cup \gamma_{\omega,2} \cup \gamma_{\omega,3}},$$

$$\gamma_{\omega,i} \cap \gamma_{\omega,j} = \emptyset, \text{ если } i \neq j, i, j = 0, 1, 2, 3,$$

внешние нормали $\vec{v}_{\omega}$ к $\partial \Omega_{\omega}$, заданные и выбираемые коэффициенты $a_{\omega}, \rho_{\omega} \geq 0$, коэффициенты Пуассона $\sigma_{\omega} \in [0; 1)$. Полагается, что также выполняются неравенства, обеспечивающие для каждой из приведенных задач существование и единственность ее решения

$$\exists c_1, c_2 \in (0; +\infty): c_1 \|\check{v}_{\omega}\|_{W_2^2(\Omega_{\omega})}^2 \leq \Lambda(\check{v}_{\omega}, \check{v}_{\omega}) \leq c_2 \|\check{v}_{\omega}\|_{W_2^2(\Omega_{\omega})}^2 \forall \check{v}_{\omega} \in \check{H}_{\omega}.$$

Решаемая задача и фиктивная задача формулируются совместно как продолженная задача

$$\ddot{u} \in \check{V}: \Lambda_1(\ddot{u}, I_1 \check{v}) + \Lambda_{II}(\ddot{u}, \check{v}) = F_1(I_1 \check{v}) \forall \check{v} \in \check{V}, \quad (4)$$

пространство решений этой задачи в расширенном пространстве функций из пространства Соболева

$$\check{V} = \check{V}(II) = \left\{ \check{v} \in W_2^2(II): \check{v}|_{\Gamma_0 \cup \Gamma_1} = 0, \frac{\partial \check{v}}{\partial \vec{N}} |_{\Gamma_0 \cup \Gamma_2} = 0 \right\},$$

где данная выбираемая область Ω_I, Ω_{II} такие $\Omega_I \cup \Omega_{II} = II, \Omega_I \cap \Omega_{II} = \emptyset$. ∂II является замыканием объединения открытых непересекающихся частей

$$\partial II = \Gamma, \Gamma = \overline{\Gamma_0 \cup \Gamma_1 \cup \Gamma_2 \cup \Gamma_3}, \Gamma_i \cap \Gamma_j = \emptyset, i \neq j, i, j = 0, 1, 2, 3,$$

пересечение $\partial \Omega_I, \partial \Omega_{II}$ является замыканием пересечения $\gamma_{1,0}$ и $\gamma_{II,3}$

$$\partial\Omega_1 \cap \partial\Omega_{II} = \overline{\gamma_{1,0} \cap \gamma_{II,3}}, \gamma_{1,0} \cap \gamma_{II,3} \neq \emptyset,$$

$\vec{N}$ – теперь внешняя нормаль к $\partial\Pi$.

Расширенное пространство содержит в качестве подпространства продолженное пространство решений

$$\check{V}_1 = \check{V}_1(\Pi) = \{\check{v}_1 \in \check{V}: \check{v}_1|_{\Pi \setminus \Omega_1} = 0\}.$$

Вводятся операторы проектирования на продолженное пространство из расширенного пространства

$$I_1: \check{V} \mapsto \check{V}_1, \check{V}_1 = im I_1, I_1 = I_1^2.$$

Расширенное пространство содержит подпространства

$$\check{V}_2 = \check{V}_2(\Pi) = \{\check{v}_2 \in \check{V}: \check{v}_2|_{\Pi \setminus \Omega_{II}} = 0\}, \check{V}_0 = \check{V}_1 \oplus \check{V}_2,$$

$$\check{V}_3 = \check{V}_3(\Pi) = \{\check{v}_3 \in \check{V}: \Lambda(\check{v}_3, \check{v}_0) = 0 \forall \check{v}_0 \in \check{V}_0\}.$$

Имеют место разложения

$$\check{V} = \check{V}_1 \oplus \check{V}_2 \oplus \check{V}_3 = \check{V}_1 \oplus \check{V}_{II}$$

и

$$\check{V}_I = \check{V}_1 \oplus \check{V}_3, \check{V}_{II} = \check{V}_2 \oplus \check{V}_3,$$

а разложение в прямые суммы получается при использовании скалярного произведения билинейной формы

$$\Lambda(\check{u}, \check{v}) = \Lambda_1(\check{u}, \check{v}) + \Lambda_{II}(\check{u}, \check{v}) \forall \check{u}, \check{v} \in \check{V}.$$

Как и ранее, достаточно обычно предположить, что билинейная форма порождает эквивалентную нормировку пространства функций Соболева в расширенном пространстве

$$\exists c_1, c_2 > 0: c_1 \|\check{v}\|_{W_2^2(\Pi)}^2 \leq \Lambda(\check{v}, \check{v}) \leq c_2 \|\check{v}\|_{W_2^2(\Pi)}^2 \forall \check{v} \in \check{V}.$$

Как обычно в рамках используемого направления, полагаем, что в расширенном пространстве, являющемся пространством функций Соболева, имеют место положения о продолжении функций в следующем виде:

$$\exists \check{\beta}_1 \in (0; 1], \check{\beta}_2 \in [\check{\beta}_1; 1]: \check{\beta}_1 \Lambda(\check{v}_3, \check{v}_3) \leq \Lambda_{II}(\check{v}_3, \check{v}_3) \leq \check{\beta}_2 \Lambda(\check{v}_3, \check{v}_3) \forall \check{v}_3 \in \check{V}_3.$$

Указанные выше положения и предположения обеспечивают существование и единственность решения задачи (4). Функцию и ее продолжение удобно обозначать одинаково на соответствующих областях

$$\check{H}_\omega(\Omega_\omega) = \check{V}_\omega(\Omega_\omega), \omega \in \{1, II\}.$$

При исследовании продолженной задачи можно применить модифицированный метод фиктивных компонент:

$$\check{u}^k \in \check{V}: \Lambda(\check{u}^k - \check{u}^{k-1}, \check{v}) = -\tau_{k-1}(\Lambda_1(\check{u}^{k-1}, I_1 \check{v}) + \Lambda_{II}(\check{u}^{k-1}, \check{v}) - F_1(I_1 \check{v})) \forall \check{v} \in \check{V},$$

$$\tau_0 = 1, \tau_{k-1} = \tau = \frac{2}{\check{\beta}_1 + \check{\beta}_2}, k \in \mathbb{N} \setminus \{1\}, \forall \check{u}^0 \in \check{V}_1 \subset \check{V}. \quad (5)$$

Определим норму в пространстве $\check{V}$ через скалярное произведение

$$\|\check{v}\|_{\check{V}} = \sqrt{\Lambda(\check{v}, \check{v})}.$$

Теорема 1. В итерационном процессе (5) выполняются оценки сходимости для относительных ошибок

$$\|\check{u}^k - \check{u}\|_{\check{V}} \leq \varepsilon \|\check{u}^0 - \check{u}\|_{\check{V}}, k \in \mathbb{N},$$

где

$$\varepsilon = \check{\delta}_1 \check{q}^{k-1}, \check{\delta}_1 = \sqrt{\|I_1\|_{\check{V}}^2 - 1}, 0 \leq \check{q} = \frac{(\check{\beta}_2 - \check{\beta}_1)}{(\check{\beta}_1 + \check{\beta}_2)} < 1.$$

Продолженную задачу на прямоугольной области рассмотрим на конечномерном подпространстве пространства Соболева. Для аппроксимации продолженной задачи применим метод конечных элементов, используя в нем кусочно-параболические функции, полагая, что

$$\Pi = (0; b_1) \times (0; b_2), \Gamma_0 = \emptyset, \Gamma_1 = \{b_1\} \times (0; b_2) \cup (0; b_1) \times \{b_2\},$$

$$\Gamma_2 = \{0\} \times (0; b_2) \cup (0; b_1) \times \{0\}, \Gamma_3 = \emptyset, b_1, b_2 \in (0; +\infty).$$

В прямоугольной области определяем сетку с выбираемыми узлами

$$(x_i, y_j) = ((i-1.5)h_1, (j-1.5)h_2),$$

$$h_1 = b_1/(m-1.5), h_2 = b_2/(n-1.5), i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n, m-2, n-2 \in \mathbb{N}.$$

На множестве выбранных узлов рассматриваем сеточные функции

$$v_{i,j} = v(x_i, y_j) \in \mathbb{R}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n, m-2, n-2 \in \mathbb{N}.$$

По сеточным функциям проводим их восполнения с использованием кусочно-параболических функций, определив следующие базисные функции

$$\Phi^{i,j}(x, y) = \Psi^{1,i}(x) \Psi^{2,j}(y), i = 2, \dots, m-1, j = 2, \dots, n-1, m-2, n-2 \in \mathbb{N},$$

$$\Psi^{1,i}(x) = \left[\frac{2}{i}\right] \Psi\left(\frac{x}{h_1} - i + 4\right) + \Psi\left(\frac{x}{h_1} - i + 3\right) - \left[\frac{(i+1)}{m}\right] \Psi\left(\frac{x}{h_1} - i + 1\right),$$

$$\Psi^{2,j}(y) = \left[\frac{2}{j}\right] \Psi\left(\frac{y}{h_2} - j + 4\right) + \Psi\left(\frac{y}{h_2} - j + 3\right) + \left[\frac{(j+1)}{n}\right] \Psi\left(\frac{y}{h_2} - j + 1\right),$$

при

$$\Psi(t) = \begin{cases} 0.5t^2, & t \in [0; 1], \\ -t^2 + 3t - 1.5, & t \in [1; 2], \\ 0.5t^2 - 3t + 4.5, & t \in [2; 3], \\ 0, & t \notin (0; 3), \end{cases}$$

$[\bullet]$ – функция взятия целой части числа, функции $\Phi^{i,j}(x, y)$ нулевые вне Π .

$$\Phi^{i,j}(x, y) = 0, (x, y) \notin \Pi, i = 2, \dots, m-1, j = 2, \dots, n-1, m-2, n-2 \in \mathbb{N}.$$

В расширенном пространстве базисные функции образуют подпространство

$$\tilde{V} = \left\{ \tilde{v} = \sum_{i=2}^{m-1} \sum_{j=2}^{n-1} v_{i,j} \Phi^{i,j}(x; y) \right\} \subset \tilde{V}.$$

Продолженная ранее задача аппроксимируется по методу конечных элементов, и получается задача в матричной записи

$$\tilde{u} \in \mathbb{R}^N: \hat{B}\tilde{u} = \tilde{f}, \tilde{f} \in \mathbb{R}^N. \quad (6)$$

Выбирается оператор проектирования на конечномерном подпространстве, который полагает равными нулю коэффициенты у базисных функций, если их носители не содержатся в $\tilde{\Omega}_1$. При аппроксимации продолженной задачи задаются продолженные матрица и правая часть следующими формулами:

$$\langle \hat{B}\tilde{u}, \tilde{v} \rangle = \Lambda_1(\tilde{u}, l_1 \tilde{v}) + \Lambda_{II}(\tilde{u}, \tilde{v}) \forall \tilde{u}, \tilde{v} \in \tilde{V}, \langle \tilde{f}, \tilde{v} \rangle = F_1(l_1 \tilde{v}) \forall \tilde{v} \in \tilde{V},$$

$$\langle \tilde{f}, \tilde{v} \rangle = (\tilde{f}, \tilde{v})_{h_1 h_2} = \tilde{f} \tilde{v}_{h_1 h_2}, \tilde{v} = (v_1, v_2, \dots, v_N)' \in \mathbb{R}^N, N = (m-2)(n-2).$$

Последовательно занумеруем коэффициенты, базисные функции. Коэффициенты, базисные функции с носителями, содержащимися в $\tilde{\Omega}_1$, занумеруем первыми. Коэффициенты, базисные функции с носителями, содержащимися в $\tilde{\Omega}_{II}$, занумеруем вторыми. Остальные коэффициенты, базисные функции занумеруем третьими. При таком упорядочивании коэффициентов векторы, состоящие из коэффициентов у базисных функций, будут иметь следующий блочный вид $\tilde{v} = (\tilde{v}_1', \tilde{v}_2', \tilde{v}_3)'$, например,

$$\tilde{u} = (\tilde{u}_1', \tilde{0}', \tilde{0}')', \tilde{f} = (\tilde{f}_1', \tilde{0}', \tilde{0}')'.$$

Продолженная матрица приобретает следующую блочную форму:

$$\hat{B} = \begin{bmatrix} \hat{\Lambda}_{11} & 0 & \hat{\Lambda}_{13} \\ 0 & \hat{\Lambda}_{22} & \hat{\Lambda}_{23} \\ 0 & \hat{\Lambda}_{32} & \hat{\Lambda}_{03} \end{bmatrix}.$$

Продолженная задача после аппроксимации записывается в следующей форме:

$$\begin{bmatrix} \tilde{u}_1 \\ \tilde{u}_2 \\ \tilde{u}_3 \end{bmatrix} \in \mathbb{R}^N: \begin{bmatrix} \hat{\Lambda}_{11} & 0 & \hat{\Lambda}_{13} \\ 0 & \hat{\Lambda}_{22} & \hat{\Lambda}_{23} \\ 0 & \hat{\Lambda}_{32} & \hat{\Lambda}_{03} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tilde{u}_1 \\ \tilde{u}_2 \\ \tilde{u}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tilde{f}_1 \\ \tilde{0} \\ \tilde{0} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \tilde{f}_1 \\ \tilde{0} \\ \tilde{0} \end{bmatrix} \in \mathbb{R}^N, \text{ где } \begin{bmatrix} \tilde{u}_1 \\ \tilde{u}_2 \\ \tilde{u}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tilde{u}_1 \\ \tilde{0} \\ \tilde{0} \end{bmatrix}.$$

Исходная задача после аппроксимации записывается в следующей форме:

$$\Lambda_{11} \tilde{u}_1 = \tilde{f}_1.$$

Фиктивная задача после аппроксимации записывается в следующей форме:

$$\begin{bmatrix} \hat{\Lambda}_{22} & \hat{\Lambda}_{23} \\ \hat{\Lambda}_{32} & \hat{\Lambda}_{03} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tilde{u}_2 \\ \tilde{u}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tilde{0} \\ \tilde{0} \end{bmatrix}, \text{ где } \begin{bmatrix} \tilde{u}_2 \\ \tilde{u}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tilde{0} \\ \tilde{0} \end{bmatrix}.$$

Задаем матрицы, определяемые из скалярных произведений:

$$\langle \hat{\Lambda}_I \tilde{u}, \tilde{v} \rangle = \Lambda_1(\tilde{u}, \tilde{v}), \langle \hat{\Lambda}_{II} \tilde{u}, \tilde{v} \rangle = \Lambda_{II}(\tilde{u}, \tilde{v}) \forall \tilde{u}, \tilde{v} \in \tilde{V}.$$

Эти матрицы принимают следующую блочную форму:

$$\hat{\Lambda}_I = \begin{bmatrix} \hat{\Lambda}_{11} & 0 & \hat{\Lambda}_{13} \\ 0 & 0 & 0 \\ \hat{\Lambda}_{31} & 0 & \hat{\Lambda}_{30} \end{bmatrix}, \hat{\Lambda}_{II} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & \hat{\Lambda}_{22} & \hat{\Lambda}_{23} \\ 0 & \hat{\Lambda}_{32} & \hat{\Lambda}_{03} \end{bmatrix}.$$

Вводим векторные подпространства:

$$\tilde{V}_1 = \{ \tilde{v} = (\tilde{v}_1', \tilde{v}_2', \tilde{v}_3)' \in \mathbb{R}^N: \tilde{v}_2 = \tilde{0}, \tilde{v}_3 = \tilde{0} \},$$

$$\tilde{V}_2 = \{ \tilde{v} = (\tilde{v}_1', \tilde{v}_2', \tilde{v}_3)' \in \mathbb{R}^N: \tilde{v}_1 = \tilde{0}, \tilde{v}_3 = \tilde{0} \}.$$

Еще дополнительно определяем векторное подпространство:

$$\tilde{V}_3 = \{ \tilde{v} = (\tilde{v}_1', \tilde{v}_2', \tilde{v}_3)' \in \mathbb{R}^N: \hat{\Lambda}_{11} \tilde{v}_1 + \hat{\Lambda}_{13} \tilde{v}_3 = \tilde{0}, \hat{\Lambda}_{22} \tilde{v}_2 + \hat{\Lambda}_{23} \tilde{v}_3 = \tilde{0} \}.$$

Можно отметить, что

$$\mathbb{R}^N = \tilde{V}_1 \oplus \tilde{V}_2 \oplus \tilde{V}_3 = \tilde{V}_1 \oplus \tilde{V}_{II}$$

при

$$\tilde{V}_I = \tilde{V}_1 \oplus \tilde{V}_3, \tilde{V}_{II} = \tilde{V}_2 \oplus \tilde{V}_3.$$

Определим расширенную матрицу

$$\hat{C} = \hat{\Lambda}_I + \hat{\mu} \hat{\Lambda}_{II},$$

$$\begin{bmatrix} \hat{C}_{11} & 0 & \hat{C}_{13} \\ 0 & \hat{C}_{22} & \hat{C}_{23} \\ \hat{C}_{31} & \hat{C}_{32} & \hat{C}_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{\Lambda}_{11} & 0 & \hat{\Lambda}_{13} \\ 0 & 0 & 0 \\ \hat{\Lambda}_{31} & 0 & \hat{\Lambda}_{30} \end{bmatrix} + \hat{\mu} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & \hat{\Lambda}_{22} & \hat{\Lambda}_{23} \\ 0 & \hat{\Lambda}_{32} & \hat{\Lambda}_{03} \end{bmatrix}, \hat{\mu} \in (0; +\infty).$$

Зададим положения, достаточные для сходимости приводимого далее итерационного процесса в развиваемом методе итерационных расширений:

$$\exists \hat{\delta}_1 \in (0; +\infty), \hat{\delta}_2 \in [\hat{\delta}_1; +\infty): \hat{\delta}_1^2 \langle \hat{C} \tilde{v}_3, \hat{C} \tilde{v}_3 \rangle \leq \langle \hat{\Lambda}_{II} \tilde{v}_3, \hat{\Lambda}_{II} \tilde{v}_3 \rangle \leq \hat{\delta}_2^2 \langle \hat{C} \tilde{v}_3, \hat{C} \tilde{v}_3 \rangle \forall \tilde{v}_3$$

$$\in \tilde{V}_3, \exists \hat{\alpha} \in (0; +\infty): \langle \hat{\Lambda}_I \tilde{v}_3, \hat{\Lambda}_I \tilde{v}_3 \rangle \leq \hat{\alpha}^2 \langle \hat{\Lambda}_{II} \tilde{v}_3, \hat{\Lambda}_{II} \tilde{v}_3 \rangle \forall \tilde{v}_3 \in \tilde{V}_3.$$

Для нахождения приближенного решения исходной задачи после ее редукции к системе линейных алгебраических уравнений приведем развиваемый метод итерационных расширений. В этом методе используем дополнительные параметры, минимизируем ошибку в более сильной норме, т. е. выбираем итерационный параметр при минимизации невязок:

$$\tilde{u}^k \in \mathbb{R}^N: \hat{C}(\tilde{u}^k - \tilde{u}^{k-1}) = -\tau_{k-1}(\hat{B}\tilde{u}^{k-1} - \tilde{f}), k \in \mathbb{N},$$

$$\forall \tilde{u}^0 \in \tilde{V}_1, \hat{\alpha} < \hat{\mu}, \tau_0 = 1, \tau_{k-1} = \frac{\langle \tilde{f}^{k-1}, \tilde{\eta}^{k-1} \rangle}{\langle \tilde{\eta}^{k-1}, \tilde{\eta}^{k-1} \rangle}, k \in \mathbb{N} \setminus \{1\}, \quad (7)$$

Здесь при вычислении оптимального итерационного параметра необходимо

поитерационно вычислять векторы невязок, векторы поправок и так называемые векторы эквивалентных невязок

$$\bar{r}^{k-1} = \hat{B}\bar{u}^{k-1} - \bar{f}, \bar{w}^{k-1} = \hat{C}^{-1}\bar{r}^{k-1}, \bar{\eta}^{k-1} = \hat{B}\bar{w}^{k-1}, k \in \mathbb{N}.$$

Задаем норму

$$\|\bar{v}\|_{\hat{C}^2} = \sqrt{\langle \hat{C}^2 \bar{v}, \bar{v} \rangle} \forall \bar{v} \in \mathbb{R}^N.$$

Теорема 2. В методе итерационных расширений из (7) при решении задачи в (6)

$$\|\bar{u}^k - \bar{u}\|_{\hat{C}^2} \leq \hat{\varepsilon} \|\bar{u}^0 - \bar{u}\|_{\hat{C}^2}, \hat{\varepsilon} = 2\left(\delta \frac{2}{\delta_1}\right)\left(\frac{\hat{\alpha}^{k-1}}{\hat{\mu}}\right), k \in \mathbb{N}.$$

Данный результат получается аналогично с результатами в [4; 5].

А теперь продолженную задачу аппроксимируем в соответствии с применяемым выше методом конечных элементов, но по смешанному методу аппроксимации по частям [6], тогда получаем в матричной форме систему линейных алгебраических уравнений, записываемую в соответствующем виде

$$\bar{u} \in \mathbb{R}^N: B\bar{u} = \bar{f}, \bar{f} \in \mathbb{R}^N. \quad (8)$$

Полагаем, что при аппроксимации области Ω_I и Ω_{II} аппроксимируются областями $\Omega_{h,I}$, $\Omega_{h,II}$, границы которых проходят/совпадают с линиями сетки.

Здесь также выбираем конкретный оператор проектирования, который во введенном конечномерном подпространстве зануляет коэффициенты при базисных функциях с носителями, не содержащимися в замыкании первой области. Нумеруем в первом блоке коэффициенты при базисных функциях с носителями, содержащимися в $\Omega_{h,I}$. Нумеруем во втором блоке коэффициенты при базисных функциях с носителями, содержащимися в $\Omega_{h,II}$. И нумеруем в последнем, третьем блоке остальные коэффициенты при остальных базисных функциях. При этой нумерации коэффициентов при базисных функциях тремя блоками рассматриваемые векторы из коэффициентов перед базисными функциями принимают такую блочную форму:

$$\bar{v} = (\bar{v}_1', \bar{v}_2', \bar{v}_3)', \bar{u} = (\bar{u}_1', \bar{0}', \bar{0}'), \bar{f} = (\bar{f}_1', \bar{0}', \bar{0}').$$

Продолженная матрица принимает следующую блочную форму:

$$B = \begin{bmatrix} \Lambda_{11} & 0 & \Lambda_{13} \\ 0 & \Lambda_{22} & \Lambda_{23} \\ 0 & \Lambda_{32} & \Lambda_{03} \end{bmatrix}.$$

Продолженная задача после аппроксимации записывается в следующей форме:

$$\begin{bmatrix} \bar{u}_1 \\ \bar{u}_2 \\ \bar{u}_3 \end{bmatrix} \in \mathbb{R}^N: \begin{bmatrix} \Lambda_{11} & 0 & \Lambda_{13} \\ 0 & \Lambda_{22} & \Lambda_{23} \\ 0 & \Lambda_{32} & \Lambda_{03} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{u}_1 \\ \bar{u}_2 \\ \bar{u}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{f}_1 \\ \bar{0} \\ \bar{0} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \bar{f}_1 \\ \bar{0} \\ \bar{0} \end{bmatrix} \in \mathbb{R}^N, \text{ где } \begin{bmatrix} \bar{u}_1 \\ \bar{u}_2 \\ \bar{u}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{0} \\ \bar{0} \\ \bar{0} \end{bmatrix}.$$

Исходная задача после аппроксимации записывается в форме:

$$\Lambda_{11}\bar{u}_1 = \bar{f}_1.$$

Фиктивная задача после аппроксимации записывается в форме:

$$\begin{bmatrix} \Lambda_{22} & \Lambda_{23} \\ \Lambda_{32} & \Lambda_{03} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{u}_2 \\ \bar{u}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{0} \\ \bar{0} \end{bmatrix}, \text{ где } \begin{bmatrix} \bar{u}_2 \\ \bar{u}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{0} \\ \bar{0} \end{bmatrix}.$$

Задаем матрицы, определяемые из скалярных произведений:

$$\langle \Lambda_I \bar{u}, \bar{v} \rangle = \Lambda_1(\bar{u}, \bar{v}), \langle \Lambda_{II} \bar{u}, \bar{v} \rangle = \Lambda_{II}(\bar{u}, \bar{v}) \forall \bar{u}, \bar{v} \in \tilde{V}.$$

Эти матрицы принимают следующую блочную форму:

$$\Lambda_I = \begin{bmatrix} \Lambda_{11} & 0 & \Lambda_{13} \\ 0 & 0 & 0 \\ \Lambda_{31} & 0 & \Lambda_{30} \end{bmatrix}, \Lambda_{II} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & \Lambda_{22} & \Lambda_{23} \\ 0 & \Lambda_{32} & \Lambda_{03} \end{bmatrix}.$$

Вводим векторные подпространства:

$$\tilde{V}_1 = \{\bar{v} = (\bar{v}_1', \bar{v}_2', \bar{v}_3)' \in \mathbb{R}^N: \bar{v}_2 = \bar{0}, \bar{v}_3 = \bar{0}\},$$

$$\tilde{V}_2 = \{\bar{v} = (\bar{v}_1', \bar{v}_2', \bar{v}_3)' \in \mathbb{R}^N: \bar{v}_1 = \bar{0}, \bar{v}_3 = \bar{0}\}.$$

Еще дополнительно определяем векторное подпространство:

$$\tilde{V}_3 = \{\bar{v} = (\bar{v}_1', \bar{v}_2', \bar{v}_3)' \in \mathbb{R}^N: \Lambda_{11}\bar{v}_1 + \Lambda_{13}\bar{v}_3 = \bar{0}, \Lambda_{22}\bar{v}_2 + \Lambda_{23}\bar{v}_3 = \bar{0}\}.$$

Можно отметить, что

$$\mathbb{R}^N = \tilde{V}_1 \oplus \tilde{V}_2 \oplus \tilde{V}_3 = \tilde{V}_I \oplus \tilde{V}_{II},$$

при

$$\tilde{V}_I = \tilde{V}_1 \oplus \tilde{V}_3, \tilde{V}_{II} = \tilde{V}_2 \oplus \tilde{V}_3.$$

Определим расширенную матрицу

$$C = \Lambda_I + \mu \Lambda_{II},$$

$$\begin{bmatrix} C_{11} & 0 & C_{13} \\ 0 & C_{22} & C_{23} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Lambda_{11} & 0 & \Lambda_{13} \\ 0 & 0 & 0 \\ \Lambda_{31} & 0 & \Lambda_{30} \end{bmatrix} + \mu \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & \Lambda_{22} & \Lambda_{23} \\ 0 & \Lambda_{32} & \Lambda_{03} \end{bmatrix}, \mu \in (0; +\infty).$$

Зададим положения, достаточные для сходимости приводимого далее итерационного процесса в развиваемом методе итерационных расширений:

$$\begin{aligned} \exists \delta_1 \in (0; +\infty), \delta_2 \in [\delta_1; +\infty): \delta_1^2 \langle C \bar{v}_3, C \bar{v}_3 \rangle &\leq \langle \Lambda_{II} \bar{v}_3, \Lambda_{II} \bar{v}_3 \rangle \\ &\leq \delta_2^2 \langle C \bar{v}_3, C \bar{v}_3 \rangle \forall \bar{v}_3 \in \tilde{V}_3, \exists \alpha \in (0; +\infty): \langle \Lambda_I \bar{v}_3, \Lambda_I \bar{v}_3 \rangle \\ &\leq \alpha^2 \langle \Lambda_{II} \bar{v}_3, \Lambda_{II} \bar{v}_3 \rangle \forall \bar{v}_3 \in \tilde{V}_3. \end{aligned}$$

Для нахождения приближенного решения исходной задачи после ее редукции к системе линейных алгебраических уравнений

приведем развиваемый метод итерационных расширений. В этом методе используем дополнительные параметры, минимизируем ошибку в более сильной норме, т. е. выбираем итерационный параметр при минимизации невязок.

$$\bar{u}^k \in \mathbb{R}^N: C(\bar{u}^k - \bar{u}^{k-1}) = -\tau_{k-1}(B\bar{u}^{k-1} - \bar{f}), k \in \mathbb{N},$$

$$\forall \bar{u}^0 \in \bar{V}_1, \alpha < \mu, \tau_0 = 1, \tau_{k-1} = \frac{\langle \bar{r}^{k-1}, \bar{\eta}^{k-1} \rangle}{\langle \bar{\eta}^{k-1}, \bar{\eta}^{k-1} \rangle}, k \in \mathbb{N} \setminus \{1\}. \quad (9)$$

Здесь при вычислении оптимального итерационного параметра необходимо поитерационно вычислять векторы невязок, векторы поправок и так называемые векторы эквивалентных невязок

$$\bar{r}^{k-1} = B\bar{u}^{k-1} - \bar{f}, \bar{w}^{k-1} = C^{-1}\bar{r}^{k-1}, \bar{\eta}^{k-1} = B\bar{w}^{k-1}, k \in \mathbb{N}.$$

Задаем норму

$$\|\bar{v}\|_{C^2} = \sqrt{\langle C^2 \bar{v}, \bar{v} \rangle} \forall \bar{v} \in \mathbb{R}^N.$$

Теорема 3. В методе итерационных расширений из (9) при решении задачи в (1), (2), (3), (8)

$$\|\bar{u}^k - \bar{u}\|_{C^2} \leq \varepsilon \|\bar{u}^0 - \bar{u}\|_{C^2}, \varepsilon = 2(\delta \frac{2}{\delta_1}) (\frac{\alpha}{\mu})^{k-1}, k \in \mathbb{N}.$$

Данный результат получается аналогично с результатами в [4; 5].

Выпишем алгоритм, в котором реализуем развиваемый метод итерационных расширений.

1. Начальное приближение, начальный параметр

$$\forall \bar{u}^0 \in \bar{V}_1, \tau_0 = 1.$$

2. Вектор невязки

$$\bar{r}^{k-1} = B\bar{u}^{k-1} - \bar{f}, k \in \mathbb{N}.$$

3. Норма абсолютной ошибки в квадрате

$$e_{k-1} = \langle \bar{r}^{k-1}, \bar{r}^{k-1} \rangle, k \in \mathbb{N}.$$

4. Вектор поправки

$$\bar{w}^{k-1}: C\bar{w}^{k-1} = \bar{r}^{k-1}, k \in \mathbb{N}.$$

5. Вектор эквивалентной невязки

$$\bar{\eta}^{k-1} = B\bar{w}^{k-1}, k \in \mathbb{N} \setminus \{1\}.$$

6. Оптимальный итерационный параметр

$$\tau_{k-1} = \frac{\langle \bar{r}^{k-1}, \bar{\eta}^{k-1} \rangle}{\langle \bar{\eta}^{k-1}, \bar{\eta}^{k-1} \rangle}, k \in \mathbb{N} \setminus \{1\}.$$

7. Вектор приближения

$$\bar{u}^k = \bar{u}^{k-1} - \tau_{k-1} \bar{w}^{k-1}, k \in \mathbb{N}.$$

8. Критерий остановки итераций

$$e_{k-1} \leq \delta^2 e_0, k \in \mathbb{N} \setminus \{1\}, \delta \in (0; 1).$$

Пример 1. Рассматривалось численное решение задачи при условиях, что константы $a_1, \rho_1 = 1$, исходная L-образная область дополнялась до квадратной области

$$\Omega_1 = (0; 3,5) \times (0; 3,5) \setminus [1; 3,5] \times [1; 3,5], \Omega_{II} = (1; 3,5) \times (1; 3,5), \Pi = (0; 3,5) \times (0; 3,5),$$

границы областей имели следующие части:

$$\gamma_{1,0} = \{1\} \times (1; 3,5) \cup (1; 3,5) \times \{1\},$$

$$\gamma_{1,1} = \{3,5\} \times (0; 1) \cup (0; 1) \times \{3,5\}, \gamma_{1,2} = \{0\} \times (0; 3,5) \cup (0; 3,5) \times \{0\},$$

$$\gamma_{II,1} = \{3,5\} \times (1; 3,5) \cup (1; 3,5) \times \{3,5\}, \gamma_{II,3} = \{1\} \times (1; 3,5) \cup (1; 3,5) \times \{1\},$$

$$\Gamma_1 = \{3,5\} \times (0; 3,5) \cup (0; 3,5) \times \{3,5\}, \Gamma_2 = \{0\} \times (0; 3,5) \cup (0; 3,5) \times \{0\},$$

функции решения и правой части задачи:

$$\check{u}_1 = (x^2 - 1)^5 (y^2 - 1)^5, (x; y) \in (0; 1) \times (0; 1), \check{u}_1 = 0, (x; y) \in \Omega_1 \setminus (0; 1) \times (0; 1),$$

$$\check{f}_1 = (240(x^2 - 1)^3 (y^2 - 1)^5 + 2880x^2 (x^2 - 1)^2 (y^2 - 1)^5 + 1920x^4 (x^2 - 1) (y^2 - 1)^5 +$$

$$+ 200(x^2 - 1)^4 (y^2 - 1)^4 + 1600(x^2 - 1)^4 y^2 (y^2 - 1)^3 +$$

$$+ 1600x^2 (x^2 - 1)^3 (y^2 - 1)^4 + 12800x^2 (x^2 - 1)^3 y^2 (y^2 - 1)^3 + 240(y^2 - 1)^3 (x^2 -$$

$$- 1)^5 + 2880y^2 (y^2 - 1)^2 (x^2 - 1)^5 + 1920y^4 (y^2 - 1) (x^2 - 1)^5 +$$

$$+ 10(x^2 - 1)^4 (y^2 - 1)^5 + 80x^2 (x^2 - 1)^3 (y^2 - 1)^5 + 10(y^2 - 1)^4 (x^2 - 1)^5$$

$$+ 80y^2 (y^2 - 1)^3 (x^2 - 1)^5 + (x^2 - 1)^5 (y^2 - 1)^5),$$

$$(x; y) \in (0; 1) \times (0; 1), \check{f}_1 = 0, (x; y) \in \Omega_1 \setminus (0; 1) \times (0; 1).$$

Использовалась сетка с узлами

$$(x_i; y_j) = ((i - 1,5)h; (j - 1,5)h), h = 3,5/(n - 1,5),$$

$$i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, n.$$

В вычислительных экспериментах

$$n = 40, 75, 110, 145, 180,$$

$$N = 1444, 5329, 11664, 20449, 31684.$$

Вектор начального приближения был нулевым. Если $n = 180$, то развиваемый метод итерационных расширений при заданной оценке для ошибки $\delta = 0,001$ останавливался на пятой итерации.

При этом в норме максимума модуля выполнялась оценка.

$$\frac{\max_{2 \leq i, j \leq n-1} |u_{i,j}^5 - \check{u}_{i,j}|}{\max_{2 \leq i, j \leq n-1} |\check{u}_{i,j}|} \leq 0,03, \check{u}_{i,j} = \check{u}(x_i; y_j).$$

Таблица числа итераций в зависимости от числа неизвестных решаемых систем следующая.

Таблица 1. Зависимость количества итераций от количества неизвестных

N	1444	5329	11664	20449	31684
k	9	8	7	6	6

График точного решения для продолженной задачи:

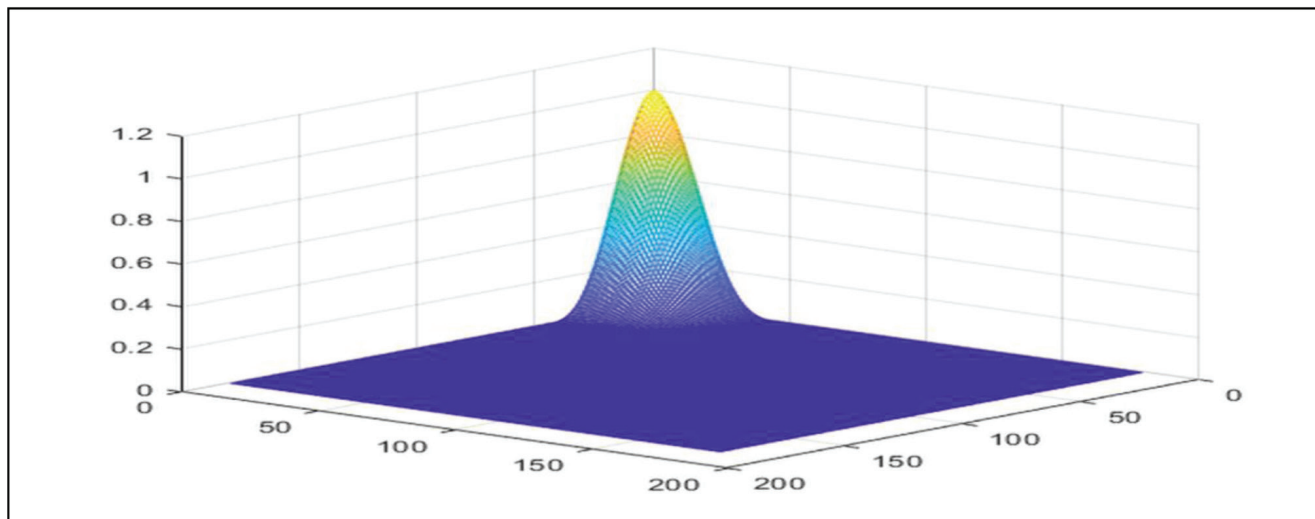


Рисунок 1. График точного решения для продолженной задачи

Затем при вычислительных экспериментах получался график приближенного решения на самой мелкой из рассматриваемых сеток, который визуально не отличался

от графика точного решения, поэтому, чтобы практически не дублировать предыдущий рисунок, на следующем рисунке оси координат Ox , Oy повернуты в обратную сторону:

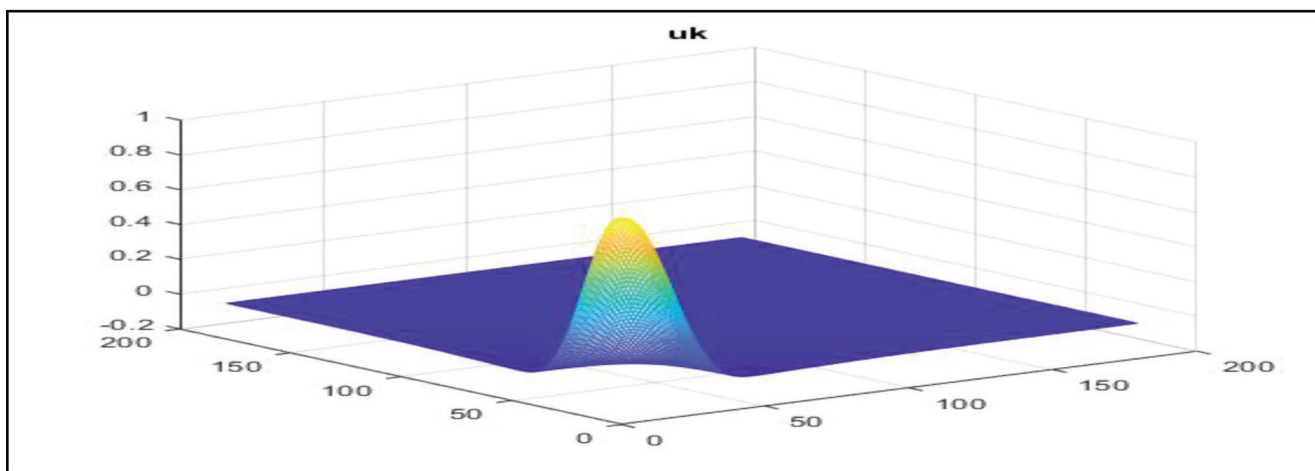


Рисунок 2. График приближенного решения для продолженной задачи

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОоды

Разработан асимптотически оптимальный метод при решении эллиптической краевой задачи с условием Дирихле для моделирования изгиба пластины при продольно-поперечной нагрузке в области сложной геометрической формы. Этот метод имеет простую реализацию по сравнению с методом фиктивного пространства [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Астраханцев, Г. П. Метод фиктивных областей для эллиптического уравнения второго порядка с естественными граничными условиями / Г. П. Астраханцев // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 1978. – Т. 18, № 1. – С. 118–125.
2. Дьяконов, Е. Г. Минимизация вычислительной работы. Асимптотически оптимальные алгоритмы для эллиптических задач / Е. Г. Дьяконов. – Москва : Наука, 1989. – 272 с.
3. Мацокин, А. М. Метод фиктивного пространства и явные операторы продолжения / А. М. Мацокин, С. В. Непомнящих // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 1993. – Т. 33, № 1. – С. 52–68.
4. Ushakov, A. L. Analysis of Biharmonic and Harmonic Models by the Methods of iterative Extensions /

- A. L. Ushakov, E. A. Meltsaykin // Bulletin of the South Ural State University. Series: Mathematical Modelling, Programming and Computer Software. – 2022. – V. 15, № 3. – P. 51–66.
5. Ushakov, A. L. A Analysis of Shielded Harmonic and Biharmonic Systems by the Iterative Extension Method / A. L. Ushakov, S. V. Aliukov, E. A. Meltsaykin, M. P. Eremchuk // Mathematics. – 2023. – V. 12, № 918. – 15 p.
6. Обэн, Ж. П. Приближённое решение эллиптических краевых задач / Ж. П. Обэн. – Москва : Мир, 1977. – 383 с.



Научное издание

ВЕСТНИК

ЮГОРСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА

BULLETIN

YUGRA STATE UNIVERSITY

том 21, выпуск 3 (2025)

Сетевое издание

16+

Учредитель и издатель:
ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации Эл № ФС77-87757 от 12 июля 2024 г.

Дата выхода в свет: 30.09.2025

Адрес учредителя, издателя и редакции:
628012, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра,
г. Ханты-Мансийск, ул. Чехова, 16

Главный редактор – Лапшин Валерий Федорович,
тел. +7 (3467) 377-000 (доб. 559)