ВЕСТНИК ЮГОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

ВЫПУСК 4(63)/2021

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС 77-73606 от 31 августа 2018 г.

г. Ханты-Мансийск
2021 г.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА «ВЕСТНИК ЮГОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА»

Лапшин Валерий Федорович – главный редактор, доктор юридических наук, проректор по научной работе ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет», v_lapshin@ugrasu.ru, +7 (3467) 377-000 (доб. 559);
Шарова Полина Сергеевна – ответственный секретарь редакционной коллегии, заведующий единой редакцией научных журналов ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет», p_sharova@ugrasu.ru, +7 (3467) 377-000 (доб. 421).

05.13.00 Информатика, вычислительная техника и управление по специальности 05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки):
Пятков Сергей Григорьевич – доктор физико-математических наук, профессор Института цифровой экономики ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет», ответственный редактор по научной отрасли/специальности;
Быстров Виталий Викторович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник Института информатики и математического моделирования – обособленное подразделение ФГБУН ФИЦ «Кольский научный центр Российской академии наук» (по согласованию);
Вохминцев Александр Владимирович – кандидат технических наук, заведующий научно-исследовательской лабораторией «Интеллектуальные информационные технологии и системы» ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет» совместно с ФИЦ «Информатика и управление Российской академии наук Института системного анализа» (по согласованию);
Попков Юрий Соломонович – доктор технических наук, профессор, академик РАН, директор Института системного анализа Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук»; ведущий научный сотрудник кафедры систем обработки информации, моделирования и управления ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»;
Мельников Андрей Витальевич – доктор технических наук, профессор базовой кафедры ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет» на базе АУ «Югорский научно-исследовательский институт информационных технологий», 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» (по согласованию);
Кожанов Александр Иванович – доктор физико-математических наук, профессор ФГБУН «Институт математики имени С. Л. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук»;
Халиуллина Дарья Николаевна – кандидат технических наук, научный сотрудник Института информатики и математического моделирования – обособленное подразделение ФГБУН ФИЦ «Кольский научный центр Российской академии наук» (по согласованию).

05.16.00 Металлургия и материаловедение по специальности 05.16.09 Материаловедение (по отраслям) (технические науки):
Гуляев Павел Юрьевич – доктор технических наук, ведущий научный сотрудник Института нефти и газа» ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет», ответственный редактор по научной отрасли/специальности;
Баев Владимир Константинович – доктор технических наук, главный научный сотрудник ФГБУН «Институт теоретической и прикладной механики имени С. А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук» (по согласованию);
Бороненко Марина Петровна – кандидат технических наук, доцент Института нефти и газа ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»;
Долматов Алексей Викторович – кандидат технических наук, доцент Института цифровой экономики ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»;
Иордан Владимир Иванович – кандидат физико-математических наук, доцент Института цифровых технологий, электроники и физики ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет» (по согласованию);
Алымов Михаил Иванович – доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, Директор ФГБУН «Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения (ИСМАН) РАН;
Котванова Маргарита Кондратьевна – кандидат химических наук, доцент Института нефти и газа ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»;
Милюкова Ирина Васильевна – кандидат физико-математических наук, доцент Института нефти и газа ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет».

12.00.00 Юридические науки по специальности 12.00.08 Уголовное право и криминология; уголовно-исполнительное (юридические науки):
Розенко Станислав Васильевич – кандидат юридических наук, директор Юридического института ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет», ответственный редактор по научной отрасли/специальности;
Авдеев Вадим Авдеевич – доктор юридических наук, профессор кафедры уголовного права и уголовного процесса Юридического института ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»;
Козаченко Иван Яковлевич – доктор юридических наук, профессор, заведующий кафедрой уголовного права ФГБОУ ВО «Уральский государственный юридический университет» (по согласованию);
Рарог Алексей Иванович – доктор юридических наук, профессор научный руководитель кафедры уголовного права ФГБОУ ВО «Московский государственный Юридический университет имени О. Е. Кутафина» (по согласованию);
Кибальник Алексей Григорьевич – доктор юридических наук, профессор заведующий кафедрой уголовного права и процесса ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» (по согласованию);
Шеслер Александр Викторович – доктор юридических наук, профессор кафедры уголовного права ФКОУ ВО «Кузбасский институт Федеральной службы исполнения наказаний», профессор кафедры уголовного права ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет»;
Наваан Гантулга – кандидат юридических наук, профессор, начальник Института исполнения судебных решений МНР (по согласованию);
Сергевнин Владимир Анатольевич – доктор юридических наук, профессор, директор Центра прикладного уголовного правосудия, профессор Школы правоохранения и управления юстицией Западного Иллинойского университета (по согласованию);
Понятовская Татьяна Григорьевна – доктор юридических наук, профессор, профессор кафедры уголовного права ФГБОУ ВО «Московский государственный юридический университет имени О. Е. Кутафина» (по согласованию);
Анисимов Валерий Филиппович – доктор юридических наук, профессор кафедры правоохранительной деятельности и адвокатуры Юридического института ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет».

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

РОССИЙСКИЙ ИНДЕКС НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ
Science Index

ISSN 1816-9228 (печатная версия)
ISSN 2078-9114 (электронная версия)
Журнал издается с 2005 года
Журнал включен в РИНЦ

© ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет», 2021

СОДЕРЖАНИЕ

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ 7

Готлиб Е. М., Валеева А. Р., Ямалеева Е. С., Твердов И. Д., Долгова А. В.
Сравнение модифицирующего действия золы рисовой и гречневой шелухи
в эпоксидных антифрикционных покрытиях..... 9

Снитовский Ю. П.
Фазовый состав и концентрации иттрия в пленках при осаждении алюминия
и алюминиевых сплавов из газовой фазы..... 16

ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ 33

Долматов А. В.
Сетевая архитектура калибровочного стенда тепловизионных
и спектральных приборов для контроля высокотемпературного синтеза материалов..... 35

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 45

Годовников Е. А., Петухова О. А., Пронькина Т. В., Усманов Р. Т., Шицелов А. В.
Разработка автоматизированной системы определения транспортного потока
на видеозаписи с использованием нейронной сети 47

Годовников Е. А., Петухова О. А., Пронькина Т. В., Усманов Р. Т.,Шицелов А. В.
Автоматизированная система определения теплопотерь учебной аудитории.
Аппаратная часть 55

Коротков М. Г., Петров А. А., Куркина М. В.
О применимости моделей АРПСС при моделировании и прогнозировании
динамики новых случаев заражения COVID-19..... 63

Сафонов Е. И., Парунов Д. А., Синягин А. Д.
Разработка тренажера виртуальной реальности
замены обратного клапана на фонтанной арматуре..... 71

Сафонов Е. И., Соколков О. И.
Разработка программной среды для генерации ландшафта по карте биомов..... 84

Шергин С. Н., Денисов Н. В., Лука В. В.
Веб-инструмент управления банком тестовых заданий
с синхронизацией с системой Moodle..... 95

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ УГОЛОВНОГО НАКАЗАНИЯ НА НАЦИОНАЛЬНОМ И МЕЖДУНАРОДНОМ УРОВНЯХ 101

Карпович О. Г.
Международно-правовые проблемы экстрадиции в США: теория и практика 103

Теохаров А. К., Бондарь А. Я., Батболд Г.
Эффективность исполнения уголовного наказания 111

Трунцевский Ю. В.
Цели наказания лишением свободы 120

УГОЛОВНО-ПРАВОВЫЕ И КРИМИНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ПРЕСТУПНОСТИ С УЧЕТОМ ЛИЧНОСТИ ПРЕСТУПНИКА 127

Асеев А. Ю., Чекмезова Е. И.
Уголовно-правовая политика противодействия жестокому обращению с животными: компаративистский аспект 129

Хохрин С. А.
Теоретико-методологические формирования концепции личности пенитенциарного преступника 140

Наши авторы 150

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

ВЕСТНИК ЮГОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
2021 г. Выпуск 4 (63). С. 9–15

DOI: 10.17816/byusu20210409-15
УДК 66:539

Е. М. Готлиб, А. Р. Валеева, Е. С. Ямалеева, И. Д. Твердов, А. В. Долгова

СРАВНЕНИЕ МОДИФИЦИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ ЗОЛЫ РИСОВОЙ И ГРЕЧНЕВОЙ ШЕЛУХИ В ЭПОКСИДНЫХ АНТИФРИКЦИОННЫХ ПОКРЫТИЯХ

В данной работе рассматривается вопрос утилизации рисовой и гречневой шелухи, сравнение их модифицирующего эффекта в эпоксидных антифрикционных покрытиях, для этого определен элементный состав этих наполнителей при помощи рентгенофлуоресцентного анализа, проведен анализ их структуры методом сканирующей электронной микроскопии, определение кислотно-основных характеристик поверхности наполнителей pH-методом, вычислена площадь поверхности пор золы рисовой и гречневой шелухи, их маслоемкость, проведен золь-гель анализ для оценки густоты пространственной сетки наполненных эпоксидных покрытий, а также определена их износостойкость и твердость

В ходе исследований установлена оптимальная температура получения золы из шелухи риса и гречихи, способствующая увеличению износостойкости, твердости и уменьшению коэффициента статического трения наполненных эпоксидных покрытий. Показано, что оптимальной температурой получения золы рисовой шелухи является 500 °С, а золы шелухи гречихи – 800 °С.

При этом зола рисовой шелухи является более эффективным наполнителем эпоксидных полимеров, чем зола гречневой шелухи, поскольку она повышает твердость материалов и обеспечивает большее снижение коэффициента их трения.

Ключевые слова: гречневая и рисовая шелуха, зола гречневой и рисовой шелухи, коэффициент трения, износостойкость, твердость.

E. M. Gotlib, A. R. Valeeva, E. S. Yamaleeva, I. D. Tverdov, A. V. Dolgova

COMPARISON OF THE MODIFYING EFFECT OF RICE ASH AND BUCKWHEAT HUSK IN EPOXY ANTIFRICTION COATINGS

This paper discusses the issue of utilization of rice and buckwheat husks, a comparison of their modifying effect in epoxy antifriction coatings, for this, the elemental composition of these fillers was determined using X-ray fluorescence analysis, their structure was analyzed by scanning electron microscopy, and the acid-base characteristics of the filler surface were determined by the pH method., the surface area of the pores of the ash of rice and buckwheat husks, their oil absorption were calculated, a sol-gel analysis was carried out to assess the density of the spatial network of filled epoxy coatings, and their wear resistance and hardness were determined.

In the course of the research, the optimal temperature for obtaining ash from rice and buckwheat husks was established, which contributes to an increase in wear resistance, hardness and a decrease in the static friction coefficient of filled epoxy coatings. It is shown that the optimal temperature for obtaining rice husk ash is 500 °C, and buckwheat husk ash – 800 °C.

At the same time, rice husk ash is a more effective filler for epoxy polymers than buckwheat husk ash, since it increases the hardness of materials and provides a greater decrease in their friction coefficient.

Keywords: buckwheat and rice husks, buckwheat and rice husk ash, coefficient of friction, wear resistance, hardness.

Введение

Современный уровень развития народного хозяйства страны, сырьевой базы отраслей промышленности требует кардинально нового подхода к проблеме применения ресурсов. Сущность данного подхода заключается в необходимости создания системы ресурсосбережения, комплексной переработки сырья, расширения сырьевой базы путем вторичного использования ресурсов, путем внедрения безотходных экологически чистых технологий, позволяющих минимизировать количество отходов, загрязняющих окружающую среду.

В перерабатывающей промышленности из многокомпонентного сельскохозяйственного сырья растительного происхождения для получения основного продукта перерабатывается только 15–30 % сырья, остальное переходит в отходы и побочные продукты. Они являются вторичными сырьевыми ресурсами, содержащими ценнейшие вещества – витамины, белки, клетчатку, микроэлементы, которые могут быть использованы в дальнейшем либо в натуральном виде в качестве сырья для других отраслей промышленности, либо после переработки – в качестве продукции пищевого, кормового и технического назначения [5].

Особый интерес, благодаря своему химическому составу, в качестве наполнителей эпоксидных композиций представляют рисовая (далее – РШ) и гречневая шелуха (далее – ГШ), а также их зола. Так в составе золы РШ (далее – ЗРШ) содержится до 95–98 % диоксида кремния, обеспечивающего увеличение износостойкости, твердости и уменьшения коэффициента статического трения эпоксидных покрытий [2]. Наличие в составе золы ГШ (далее – ЗГШ) оксидов калия обеспечивает высокую механическую прочность, снижение коэффициента трения и увеличение термостойкости эпоксидных материалов [6].

В связи с тем, что рисовая культура произрастает только на территории Краснодарского края, транспортные расходы по перевозке РШ сильно возрастают. В тоже время Россия занимает второе место в мире после Китая по объемам производства гречневой крупы [9] и посевы гречихи более равномерно распределены по территории России.

В Республике Татарстан гречиха считается традиционной крупяной культурой, которой засеваются значительные площади, – 40–55 тыс. га. Ежегодные объемы производства колеблются от 35 до 45 тыс. тонн. При этом 18–22 % от общей массы исходного сырья при переработке зерна в крупу составляет оболочка гречихи, которая десятками тонн накапливается в местах переработки [7]. Так, в России в год образуется до 62,7 тыс. тонн шелухи гречихи, а в Республике Татарстан – до 15 тыс. тонн, ее стоимость составляет 4000–5000 руб. за тонну. Малая часть этого количества отходов находит свое практическое применение, то есть подвергается вторичному использованию.

Результаты и обсуждение

Химический состав лузги может колебаться в широких пределах и зависит как от сорта гречихи и риса, условий их выращивания, так и от характеристики технологического процесса переработки зерна (табл. 1–3) [10]. Оболочки зерна гречихи как представителя семейства гречишных по количественному составу занимают промежуточное положение между пленками хлебных и просовидных злаков. Их отличительная особенность – низкая зольность и повышенное содержание лигнина.

Данные рентгенофлуоресцентного анализа показали (табл. 1), что элементный состав минеральной части золы гречневой и рисовой шелухи практически не зависит от температуры их получения.

Из таблицы 1 видно, что состав ЗГШ заметно отличается от состава ЗРШ. Так, в составе ЗГШ обнаружено высокое содержание калия, которое снижается с увеличением температуры сжигания золы от 500 до 800 °С. В составе ЗРШ этого элемента в несколько раз меньше, зато на порядок больше концентрация кремния, кальция больше содержится в ЗГШ.

Таблица 1 – Содержание минеральных компонентов
в составе золы гречневой и рисовой шелухи, полученных при различных температурах

Наполни-тель	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn	Rb	Sr
ЗГШ 350℃	-	9,59	0,75	2,10	3,21	1,87	1,96	51,17	20,18	1,13	1,50	0,30	5,99	0,25	-
ЗГШ 500℃	0,25	10,65	0,32	0,93	3,51	1,78	2,04	65,63	13,46	0,56	0,54	0,05	0,06	0,15	0,03
ЗГШ 800℃	4,83	17,51	0,55	1,51	5,02	1,77	8,26	40,04	18,57	0,07	0,72	0,8	0,02	0,08	0,04
ЗРШ 350 °С	0,14	0,70	0,28	76,27	2,61	1,04	1,35	11,95	4,66	0,49	0,51	-	-	-	-
ЗРШ 500 °С	0,44	0,44	0,48	83,96	0,31	0,92	0,74	1,83	8,38	0,31	0,4	-	0,02	-	-
ЗГШ 800 °С	0,12	0,63	0,41	76,78	2,35	1,04	0,75	13,02	3,67	0,55	0,68	-	-	-	-

Анализ структуры ЗГШ методом сканирующей электронной микроскопии показал (рис. 1), что она характеризуется негладкой, имеющей рельефные выступы поверхностью, образованной ориентированными в продольном и трансверсальном направлении фибриллами. В целом формируется объёмная макропористая волокнистая структура [8]. Зола ГШ имеет вытянутые, лепестковые включения (рис 1), что может обеспечивать ее микроармирующий эффект при применении в качестве наполнителя эпоксидных материалов.

В связи с тем, что частицы ГШ имеют небольшую толщину 0,13–0,18 мм при достаточно больших размерах, она обладает высокой удельной поверхностью, что должно обеспечить хорошую смачиваемость эпоксидным связующим, при использовании ее в качестве наполнителя.

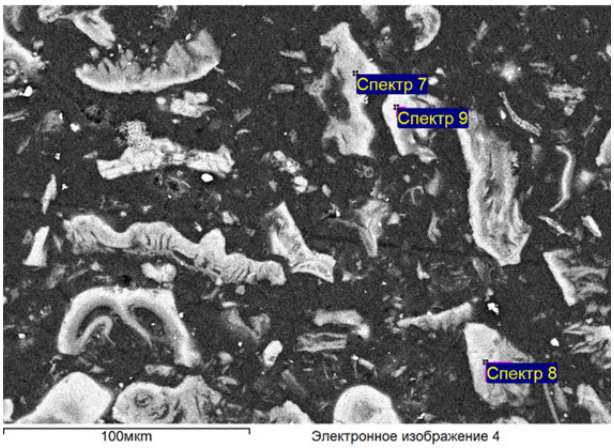
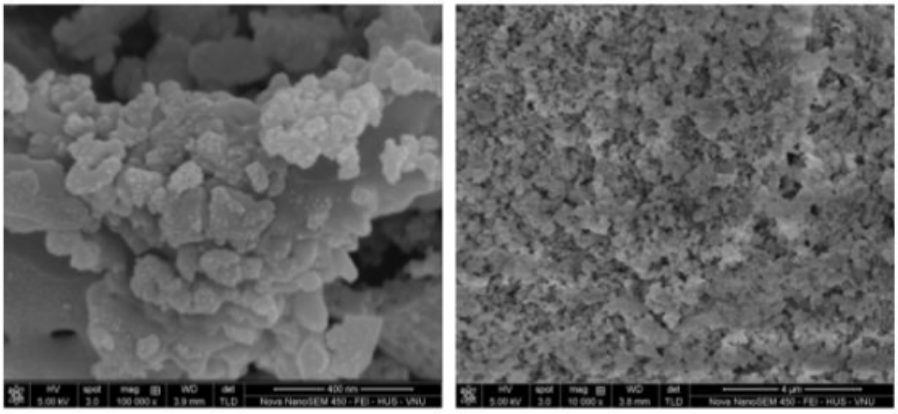


Рисунок 1. Электронно-микроскопический снимок золы шелухи гречихи

Шелуха гречихи составляет 16–22 % массы зерна, она окрашена в темно-коричневый цвет и состоит из грубых толстостенных клеток, частично заполненных коричневыми пигментами – фагопирином.

На рисунке 2 представлена микроструктура ЗРШ, частицы которой имеют сферическую форму. Из этого рисунка видно, что меньший размер частиц характерен для ЗРШ, полученной при 800 °С.



а) б)

Рисунок 2. Микроструктура ЗРШ 350 ºС (а) и ЗРШ 800 ºС (б), при помощи электронно-сканирующего микроскопа (увеличение 10^6)

Важным методом определения полноты отверждения эпоксидного материала является золь-гель анализ. Исследования показали, что содержание гель-фракции в эпоксидных композициях с ЗШГ уменьшается с 84 % до 74 % масс. ч. по сравнению с ненаполненным эпоксидным полимером (табл. 2).

Таким образом, в присутствии ЗШГ формируется менее плотная сетчатая структура. Однако стоит отметить, что увеличение температуры сжигания гречневой шелухи с 350 °С до 800 °С повышает содержание гель-фракции в наполненных ей эпоксидных композициях, то есть способствует более полному отверждению эпоксидного материала. Это может быть связано как с уменьшением содержания органической фазы в составе золы шелухи гречихи, так и с активацией процесса раскрытия эпоксидного кольца, за счет присутствия на поверхности ЗШГ гидроксилсодержащих групп.

В то же время модификация ЗРШ повышает содержание геля, то есть способствует формированию более плотно сшитой эпоксидной композиции.

Этот эффект, как и в случае ЗГШ, также зависит от температуры получения золы.

Зола шелухи как риса, так и гречихи имеет щелочную природу поверхности (табл. 2). При этом, ЗГШ, полученная при 800 °С, характеризуется более высокими значениями pH ее водных дисперсий.

Интересно отметить, что с ростом температуры получения pH ЗГШ закономерно растет, а ЗРШ – уменьшается.

Таблица 2 – pH водных дисперсий золы РШ и ШГ и характеристики сетчатой структуры наполненных ими эпоксидных композиций

№ п/п	Наполнитель	pH	Содержание геля, %
1	контроль	-	84,58
2	ЗГШ 350 °С	9,91	74,64
3	ЗГШ 500 °С	9,98	77,64
4	ЗГШ 800 °С	11,41	79,52
5	ЗРШ 350 °С	10,32	86,10
6	ЗРШ 500 °С	8,92	**92,22**
7	ЗГШ 800 °С	9,02	87,40

Одним из важных методов определения полноты отверждения эпоксидного материала является золь-гель анализ. Исследования показали, что содержание гель-фракция в эпоксидных композициях, содержащих золу шелухи гречихи, уменьшается с 84 % до 74 % масс. ч. (табл. 2). Таким образом, в присутствии ЗШГ формируется менее плотная сетчатая структура.

За счет того, что удельная поверхность пор ЗГШ во много раз меньше, чем у ЗРШ, то и маслоемкость ее, соответственно, тоже меньше. Самая высокая маслоемкость наблюдается у ЗРШ, полученной при температуре 350 °С (табл. 3).

Таблица 3 – Маслоемкость и удельная поверхность образцов золы РШ и ШГ

№ п/п	Наполнитель	Удельная поверхность пор БЭТ, $м^2/г$	Маслоемкость, г/г
1	ЗГШ 350 °С	0,719	53
2	ЗГШ 500 °С	1,045	61
3	ЗГШ 800 °С	3,564	68
4	ЗРШ 350 °С	48,93	146
5	ЗРШ 500 °С	24,85	126
6	ЗГШ 800 °С	3,74	110

Установлено, что введение в рецептуру эпоксидных материалов золы гречневой и рисовой шелухи, полученной при различных температурах, заметно снижает их износ (табл. 4). При этом, с ростом температуры получения как ЗГШ, так и ЗРШ их модифицирующий эффект по повышению износостойкости увеличивается. Максимальное снижение износа эпоксидных покрытий имеет место при применении золы обоих культур, полученной при 800 °С.

Таблица 4 – Эксплуатационные характеристики эпоксидных композиций

№ п/п	**Наполнитель**	**Износ, $x10^{-6}$ м**	**Твердость, HSD**	**Коэффициент статического трения**	**Прочность при изгибе ($б_f$), МПа**
1	контроль	19	46,01	0,39	64,49
2	ЗГШ 350 °С	13,5	38,86	0,78	16,60
3	ЗГШ 500 °С	12,5	43,22	0,19	-
4	ЗГШ 800 °С	11,9	47,37	0,18	24,70
5	ЗРШ 350 °С	12,5	47,64	0,18	34,78
6	ЗРШ 500 °С	12,2	50,16	0,12	52,74
7	ЗГШ 800 °С	11,2	48,55	0,17	54,34

Эффект снижения износа обусловлен тем, что частицы оксидов металлов, входящие в состав золы гречневой и рисовой шелухи, препятствуют развитию деформаций в полимерной матрице, играя роль «шипов», скрепляющих структурные элементы сетчатого полимера, что затрудняет скольжение вдоль плоскостей сдвига [1, 3, 4].

В то же время ЗГШ, полученная при 350 °С и 500 °С, в отличие от ЗРШ, снижает твердость наполненных ею эпоксидных материалов. В случае применения в качестве наполнителя ЗШГ, полученной при 800 °С, имеет место небольшой рост твердости эпоксидных материалов (табл. 4). ЗРШ, полученная при 500 °С, заметно повышает твердость покрытий.

Исследуемые наполнители, полученные на основе гречневой и рисовой шелухи при температурах 500 и 800 °С, улучшают антифрикционные свойства, то есть значительно снижают коэффициент статистического трения эпоксидных покрытий (табл. 4), причем в большей степени при наполнении ЗРШ. Максимальный эффект снижения этого показателя достигается при применении ЗШГ в 2 раза, а ЗРШ – в 3 раза. ЗГШ, полученная при 350 °С, напротив, повышает коэффициент трения эпоксидных материалов (табл. 4).

Прочность при изгибе эпоксидных материалов при наполнении золой шелухи риса и гречихи снижается, причем в большей степени при применении ЗГШ.

Таким образом, наиболее эффективно использовать в качестве наполнителя эпоксидных покрытий ЗГШ, полученную при температуре 800 °С, а ЗРШ – при 500 °С.

При этом зола рисовой шелухи является более эффективным наполнителем эпоксидных полимеров, чем зола гречневой шелухи, поскольку она повышает твердость материалов и обеспечивает большее снижение коэффициента их трения.

Это может быть связано с большей пористостью ЗРШ, по сравнению с ЗГШ, так как наличие развитой пористой структуры является одним из ключевых факторов, определяющих эффективность использования наполнителей при производстве полимерных материалов. Это обусловлено тем, что взаимодействие наполнителя и связующего происходит в значительной степени за счёт сорбционных процессов, что обеспечивает повышение эксплуатационных характеристик наполненных композиций.

В то же время, и использование ЗГШ в рецептуре эпоксидных материалов является достаточно перспективным, так как позволяет получать покрытия с повышенной износостойкостью и улучшенными трибологическими свойствами.

Выводы

1. Применение в качестве наполнителей эпоксидных композиций золы гречневой и рисовой шелухи, способствует увеличению их физико-механических свойств: износостойкости на 37 и 41%, твердости на 3 и 9 %, уменьшению коэффициента статического трения на 54 и 69 % соответственно.

2. Показано, что оптимальной температурой получения, способствующей обеспечению максимального модифицирующего эффекта, для золы гречневой шелухи является 800 °С, а для золы рисовой шелухи – 500 °С.

3. Экспериментально установлено, что зола рисовой шелухи является более эффективным наполнителем эпоксидных полимеров, чем зола гречневой шелухи. Так зола рисовой шелухи способствует большему повышению твердости материалов на 6%, чем зола гречихи, и обеспечивает большее снижение коэффициента их трения на 15%.

Литература

1. Ахметзянов, Р. Р. Разработка составов и технологии изготовления дисперсно наполненных композиционных материалов для узлов трения / Р. Р. Ахметзянов, Т. Н. Вагизов, Э. Р. Галимов // Вестник казанского государственного технического университета им. А. Н. Туполева. – 2019. – Т. 75, № 2. – С. 61–65.

2. Anti-friction epoxy coatings modified with rice husk / A. R. Valeeva, A. R. Gimranova, E. M. Gotlib, E. R. Galimov // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – № 3. – P. 1-8.

3. Земнухова, Л. А. Изучение сорбционных свойств шелухи риса и гречихи по отношению к нефтепродуктам / Л. А. Земнухова, Е. Д. Шкорина, И. А. Филиппова. – Текст : непосредственный // Химия растительного сырья. – 2005. – № 2. – С. 51–54.

4. Зола рисовой шелухи как наполнитель эпоксидных материалов / Е. М. Готлиб, Е. С. Ямалеева, И. М. Твердов [и др.]. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы науки о полимерах : сборник трудов Всероссийской научной конференции (с международным участием) преподавателей и студентов вузов / Казанский национальный исследовательский технологический. – Казань, 2020. – С. 7.

5. Исследование состава липидов в отходах производства риса и гречихи / Л. А. Земнухова, С. В. Исай, Е. Д. Шкорина [и др.]. – Текст : непосредственный // Журнал прикладной химии. – 2006. – Т. 79, № 9. – С. 1554–1557.

6. Комаров, В. И. Проблема использования вторичных ресурсов отраслей пищевой и перерабатывающей промышленности и их влияние на окружающую среду / В. И. Комаров, Е. И. Лебедев, Т. А. Мануйлова. – Текст : непосредственный // Пищевая промышленность. – 1998. – № 2. – С. 6–10.

7. Мостовой, А. С. Разработка составов, технологии и определение свойств микро- и нанонаполненных эпоксидных композитов функционального назначения : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук : 05.17.06 / А. С. Мостовой. – Саратов, 2014. – 153 с. – Текст : непосредственный.

8. Полисахариды из отходов производства гречихи / Л. А. Земнухова, С. В. Томшич, Е. Д. Шкорина, А. Г. Клыков. – Текст : непосредственный // Журнал прикладной химии. – 2004. – Т. 77, № 7. – С. 1192–1196.

9. Получение наполнителей эпоксидных материалов на основе рисовой шелухи / Е. М. Готлиб, Т. Н. Ф. Ха, Г. Г. Исламова [и др.]. – Текст : непосредственный // Полимеры в строительстве. – 2019. – № 1 (7). – С. 26–35.

10. Холодилина, Т. Н. Исследование возможностей повышения питательной ценности гречневой лузги / Т. Н. Холодилина, С. В. Антимонов, В. П. Ханин. – Текст : непосредственный // Вестник Оренбургского Государственного Университета. – 2004. – № 10 (35). – С. 153–156.

ВЕСТНИК ЮГОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
2021 г. Выпуск 4 (63). С. 16–31

DOI: 10.17816/byusu20210416-31
УДК 669:546.6

Ю. П. Снитовский

ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И КОНЦЕНТРАЦИИ ИТТРИЯ В ПЛЕНКАХ ПРИ ОСАЖДЕНИИ АЛЮМИНИЯ И АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ

Работа посвящена изучению стабилизирующего влияния добавок иттрия при осаждении тонких пленок алюминия, которые используются для изготовления элементов микро- и наноэлектронных приборов. Исследованы поверхности пленок Al, легированных окисью алюминия с помощью растрового электронного микроскопа до и после отжига в течение 300–420 с при температуре 500 ℃. Показано, что на поверхности пленок равномерно распределены мелкодисперсные частицы окиси алюминия при термическом испарении проволоки из сплава $Al–Al_2O_3$. Методом количественной металлографии было определено содержание фазы Al_xO_y в пленках Al: при распылении проволоки из сплава $Al–Al_2O_3$ содержание ее составило 10–12 % массовой доли; при распылении проволоки из сплава $Al–Al_2O_3$ и проволоки Al в соотношении 50:50 – 1 % массовой доли.

Ключевые слова: плазменное нанесение покрытий, сплавы алюминия, добавки иттрия, кремниевые эпитаксиальные структуры, рентгенофазовый анализ, твердый сплав.

Yu. P. Snitovsky

PHASE COMPOSITION AND CONCENTRATION OF YTTRIUM IN FILMS DURING THE DEPOSITION OF ALUMINUM AND ALUMINUM ALLOYS FROM THE GAS PHASE

The work is devoted to the study of the stabilizing effect of yttrium additions during the deposition of thin aluminum films, which are used for the manufacture of elements of micro- and nanoelectronic devices. The surfaces of Al films doped with aluminum oxide were investigated using a scanning electron microscope before and after annealing for 300–420 s at a temperature of 500 ℃. It is shown that fine alumina particles are uniformly distributed on the surface of the films during thermal evaporation of a wire made of an $Al – Al_2O_3$ alloy. By the method of quantitative metallography, the content of the Al_xO_y phase in the Al films was determined: when spraying wire from the $Al – Al_2O_3$ alloy, its content was 10–12% of the mass fraction; when spraying wire made of $Al – Al_2O_3$ alloy and Al wire in a ratio of 50:50 – 1% mass fraction.

Keywords: plasma coating, aluminum alloys, yttrium additives, silicon epitaxial structures, X-ray phase analysis, hard alloy.

Введение

К настоящему времени, большое значение приобретает качество тонких пленок, используемых для изготовления элементов микро- и наноэлектронных приборов [1]. Наличие дефектов субмикронных и даже нанометровых размеров может оказывать катастрофическое влияние на надежность таких приборов [2]. Свойства пленок должны быть как можно более близкими к свойствам массивного материала [3–5]. Это позволит использовать материалы микро- и наноэлектроники наиболее эффективно.

Ряд авторов [6, 7] выявил комплекс проблем, которые будут возникать или усугубляться при субмикронной металлизации. Сопротивление проводника будет расти обратно пропор-

ционально его толщине независимо от уменьшения масштаба. Поэтому, чтобы поддерживать разумные значения сопротивления, соотношение сторон проводника, то есть отношение толщины к ширине, должно увеличиваться. Из-за этого размер зерна и рост бугорков должны тщательно контролироваться [8]. Не ясно, будет ли оптимальным очень маленький или относительно большой размер зерна.

При этом будут востребованы однородные пленки, чтобы свести к минимуму некоторые проблемы, такие как управление профилем травления и необходимость очистки осадков таких как кремний [9]. Таким образом, необходимо минимизировать и тщательно контролировать состав сплава, а возможно и разработать новые сплавы. Распространение примеси в результате диффузии в кристалле на незначительные расстояния, возникающие в результате уменьшения масштаба, потребует, чтобы уровни примесей были даже ниже, чем в настоящее время. Границы раздела и контакты станут критическими. Если S – коэффициент линейного масштабирования, площадь контакта уменьшается как $1/S^2$, как и мощность на устройство, если удельная плотность мощности остается неизменной. Сопротивление контакта должно быть как можно меньше. Специальные методы очистки перед нанесением пленок на подложки, такие как «короткая» плазма, распыление или травление ионным пучком могут потребоваться. Упор должен быть сделан и на газовую среду при отжиге пленок [10]. Поскольку переходы станут еще более мелкими, чем в настоящее время, контактная граница раздела должна быть сохранена резкой, а радиационные повреждения минимизированы. Потребуются точный контроль состава сплава или диффузионных барьерных слоев [7, 27, 28], энергии бомбардирующих частиц [29, 30], контроль температуры подложки и вероятно новые методы отжига [31, 33], такие как лазером или пучком электронов [34, 35, 37]. Если области контактных площадок и выводов также масштабируются, механические напряжения будут расти как S^2. Таким образом, особое внимание следует обратить на адгезионную прочность металлизации, но пределы текучести материалов могут быть ограничивающим фактором. Например, Ti–W часто используется в качестве адгезионного слоя. И есть доказательства [11–13], что пленки Ti–W, изготовленные методом магнетронного распыления, имеют пониженное содержание Ti. Было обнаружено, что увеличение содержания Ti в мишени приводит к улучшению адгезии в отдельных случаях [11, 14].

Отношение поверхности к объему увеличивается линейно как масштабный коэффициент. Поскольку латеральные размеры уменьшаются, необходимо учитывать диффузию легирующих элементов и загрязняющих веществ (примесей) на свободные поверхности, созданные травлением. Возможно также, что профили проводника могут измениться во время отжига, чтобы минимизировать свободную поверхностную энергию.

Анализ влияния добавок на физико-механические свойства алюминия, проведенный в [15, 16, 38] показал, что наиболее перспективными с точки зрения повышения электромиграционной стойкости сплавов алюминия должны быть добавки, значительно повышающие температуру рекристаллизации алюминия (иттрий, окись алюминия).

Цель работы – совершенствование условий и режимов осаждения легированных пленок алюминия из газовой фазы, в частности, увеличение температуры подложки, которая позволит получить крупнозернистую структуру пленок. Последнее приводит к уменьшению числа отказов приборов, вызванных процессом электромиграции и увеличению их надежности при модификации структуры границ зерен за счет сегрегации на них соединения $YAlO_3$ или Al_2O_3. Так можно объяснить кажущееся противоречие, связанное с тем, что более мелкозернистые пленки легированного алюминия (размер зерен в 5–6 раз меньше, чем в нелегированных!) позволяют снизить отказы мощных СВЧ-транзисторов, вызванные электромиграцией.

Методика исследования

Введение кремния в состав проводника омического контакта уменьшает градиент концентрации кремния между подложкой и контактом, что значительно снижает массоперенос кремния в проводник путем диффузии. Это в свою очередь увеличивает устойчивость кон-

такта к электромиграции [17]. Исходя из диаграммы состояния системы алюминий–кремний были выбраны следующие границы введения кремния – 0,5–1,5 %.

Верхняя граница – 1,5 % была выбрана потому, что она отвечает пределу растворимости кремния в алюминии при температуре ~577 °С [18].

Сплав алюминия с добавкой меди и кремния выплавляли в высокочастотной индукционной печи. Введение окиси алюминия в сплав алюминия с добавками меди и кремния осуществлялось по способу, разработанному в (ФТИ НАНБ) [19].

Образцы представляли собой заготовки диаметром 35 мм и длиной 60 мм. Исходными материалами для приготовления данного сплава служили алюминий марки А995, медь 99,999 и кремний полупроводниковой чистоты 99,9999.

В таблице 1 приведены составы четверных сплавов алюминия для металлизации СВЧ-транзисторов.

Так как температура испарения окиси алюминия и чистого алюминия отличаются почти на 2000 °С, то получение тонких пленок алюминий–окись алюминия представляет техническую проблему.

Таблица 1 – Составы сплавов алюминия для металлизации СВЧ-транзисторов

Сплав	**Состав сплавов, масс. %**			
	Медь	**Окись алюминия**	**Кремний**	**Алюминий**
1	1	4	1	Остальное
2	8	0,1	1	– " –
3	4	8	0,5	– " –
4	4	4	1,5	– " –

Поэтому для создания металлизации, устойчивой к электромиграции, целесообразно использовать сплавы алюминий – субокись алюминия, поскольку температура испарения и упругость пара субокиси алюминия близка к таковой алюминия [20]:

$$Al_2O_{3(тв)} + Al_{(ж)} \rightleftarrows 3AlO_{(газ)} \quad (1)$$

Сплав алюминия с массовой долей легирующей добавки иттрия 1 % относится к сплаву, имеющему высокие механические свойства при повышенных температурах [21, 22], поэтому с учетом данных работы [23] следует считать, что этот сплав является перспективным с точки зрения создания металлизации, имеющей более высокую устойчивость к электромиграции, чем чистый алюминий. Исходными материалами для приготовления данного сплава служат алюминий марки А995 и иттрий технической чистоты 98 [24]. Плавку проводили в вакууме при давлении ~$6{,}65 \cdot 10^{-3}$ Па в тигле из окиси алюминия при температуре нагрева ~850 °С. После расплавления расплав выдерживали 2–5 мин. Приготовленный сплав выливали в медную изложницу на воздухе. Образцы представляли собой цилиндрические заготовки диаметром 10 мм и длиной 90 мм, изготовленные в ФТИ НАНБ.

Трехслойную тонкопленочную металлизацию Al–Mo–Al получали в вакуумной установке типа УРМ-71-Р-3 методом термического испарения на нагретые до 135 ± 10 °С пластины монокремния ориентации (111) при скорости вращения карусели 40–60 об/мин. Расстояние от испарителя до карусели для нижнего слоя алюминия ~120 ± 5 мм, второго слоя – молибдена – 60 ± 5 мм. Третьего слоя – алюминия – 110 ± 5 мм.

Для напыления первого слоя алюминия на вольфрамовый испаритель синусоидального типа навешивается 15 навесок алюминия в виде гусариков, вес каждой навески 30 ± 2 мг. Для напыления третьего слоя используется вольфрамовая лодочка, изготовленная из вольфрамовой проволочки, на которую помещается 23–27 навесок алюминия, предварительно свернутых в жгут. Вес каждой навески ~100 ± 10 мг. Для напыления молибдена используется испаритель из молибденовой проволоки марки МЧ диаметром 2,5 мм. Исходный материал для напыления алюминия – алюминиевая проволока А995 диаметром 1 мм. Ток через испаритель для первого слоя – 40 ± 5 А, второго – 135 ± 5 А, третьего – 360 ± 20 А. Достоинством данно-

го процесса создания многослойной системы Al–Mo–Al является то, что он ведется без разгерметизации вакуумной установки при достаточно высоком вакууме (не хуже $2{,}66 \cdot 10^{-3}$ Па).

Тонкопленочную металлизацию Al–Mo–(Al + Y) создавали по технологии получения металлизации Al–Mo–Al с той лишь разницей, что для создания третьего токоведущего слоя использовался сплав алюминия с массовой долей легирующей добавки иттрия 1 %.

Тонкопленочную металлизацию Al–Mo–(Al + Cu + Al_2O_3 + Si) создавали по технологии получения металлизации Al–Mo–Al с той лишь разницей, что для создания третьего токоведущего слоя использовался сплав алюминия с массовой долей легирующей добавки меди 2 %, окиси алюминия 2 % и массовой долей легирующей добавки кремния 0,5 %.

Металлизацию Al–Mo–(Al + Al_2O_3) создавали по технологии получения металлизации Al–Mo–Al с той лишь разницей, что для создания третьего токоведущего слоя использовали комбинацию из проволоки алюминия и проволоки алюминия с добавками окиси алюминия в соотношении 50:50, причем проволока алюминия с добавками окиси алюминия помещалась внутри жгута из проволоки алюминия.

Пластины монокремния перед нанесением металлизации обезжиривали в перекисно-аммиачном растворе, нагретом до 75–80 °С в течение 4–5 мин с последующей промывкой в деионизованной воде в течение 4–5 мин и сушкой на центрифуге в течение 25–30 с. Для удаления SiO_2 пластины обрабатывают в плавиковой кислоте.

Фазовый состав и концентрации иттрия в сплаве и пленках на основе алюминия

Методом микрорентгеноспектрального анализа (МРСА) на микрозонде MS-46 «Cameca» определялась концентрация Y и его распределение в исходном материале на основе алюминия с добавкой иттрия и в пленочной системе алюминий–иттрий.

Фазовый состав и распределение иттрия в сплаве алюминия с добавкой иттрия определялся на шлифах, приготовленных с использованием алмазной пасты и последующей доводкой на воде. Для выявления структурных составляющих, материал протравливался в травителе: 10 мл красной кровяной соли, 10 мл NaOH и 100 мл H_2O в течение 3 с.

С целью определения состава структурных составляющих сплава был проведен МРСА методом сканирования, а также точечный количественный МРСА при ускоряющих напряжениях: 20 и 30 кВ, токе поглощения 40–50 нА.

МРСА в пленочной системе алюминий–иттрий проводили на модельных образцах с толщиной напыленной пленки алюминий–иттрий ~10 мкм, поскольку исследование тонких пленок толщиной ~1 мкм на основе алюминия затруднено из-за высокого диффузионного рассеяния электронов в алюминии. Режимы точечного количественного МРСА: ускоряющее напряжении 30 кВ, ток поглощения 200 нА. Кроме этого, проводился полуколичественный МРСА. Обработка результатов МРСА и расчета концентрации элементов в структурных составляющих образцов проводились на ЭВМ по методике, разработанной в отделе физико-химических исследований при Белорусском научно-производственном объединении порошковой металлургии. В случае исследования системы алюминий–иттрий интенсивность рентгеновского излучения исследуемого образца пленки алюминий–иттрий сопоставлялась с интенсивностью рентгеновского излучения стандартных образцов, изготовленных из чистых элементов и таким образом определялась относительная интенсивность исследуемого рентгеновского излучения. Затем, вводя поправки, строилась калибровочная кривая интенсивности рентгеновского излучения иттрия от концентрации [17], которая позволила определить концентрацию иттрия в пленочной системе алюминий–иттрий.

Результаты микрорентгеноспектрального анализа методом сканирования сплава Al–1% Y приведены на рис. 1–3. Исходный сплав представляет собой алюминий, по границам зерен которого расположена фаза, содержащая алюминий и иттрий.

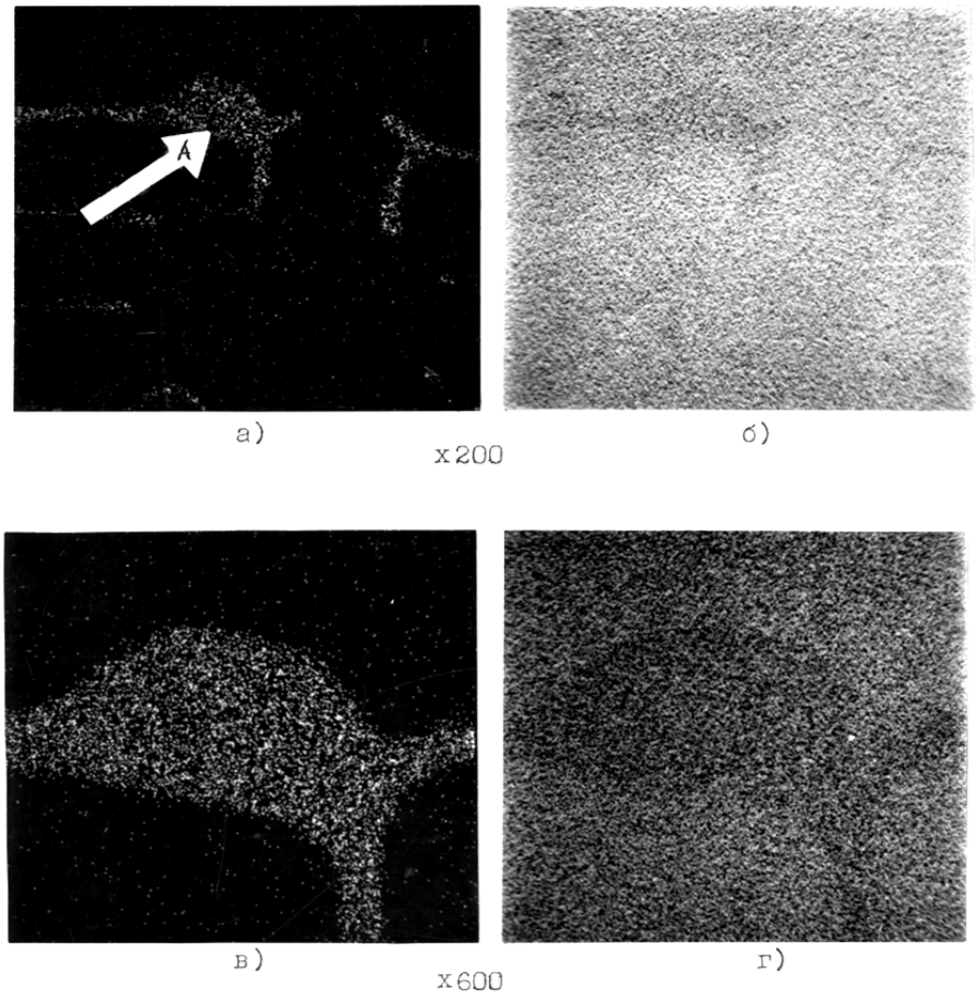


Рисунок 1. Изображение поверхности участка сплава алюминий–иттрий в характеристическом рентгеновском излучении: а, в – YLα1; б, г – AlKα1

На рис. 1 (в, г) изображена поверхность сплава на участке А, показанном на рис. 1а.

С целью определения состава структурных составляющих сплава был проведен точечный количественный МРСА (табл. 2). Как видно из таблицы наилучший результат получается при исследовании системы Al–Y по характеристическому рентгеновскому излучению $K_{\alpha 1}$-линии элементов. Заниженные результаты, полученные по $L_{\alpha 1}$-линии иттрия, возможно, являются результатом неточного знания эмпирических коэффициентов, входящих в формулы для ввода поправок, а также значительным перенапряжением при МРСА системы Al–Y.

Таким образом, в сплаве алюминий–иттрий фаза, окаймляющая зерна алюминия имеет состав: алюминий – 83,9 ± 2,9 % (масс.), иттрий – 12,4 ± 0,4 % (масс.). МРСА по зерну Al показал отсутствие в нем Y. В связи с тем, что приведенный состав фазы не соответствует по стехиометрическому составу какому-либо интерметаллическому соединению в системе алюминий–иттрий [18], было проведено исследование фазового состава образцов системы Al–Y на рентгеновской установке УРС-50ИМ. Условие съемок: анод – медь с монохроматором, ток 10 мА, напряжение 35 кВ, $V_{сч.} = 1°$/мин, $V_{б.} = 600$ мм/час,

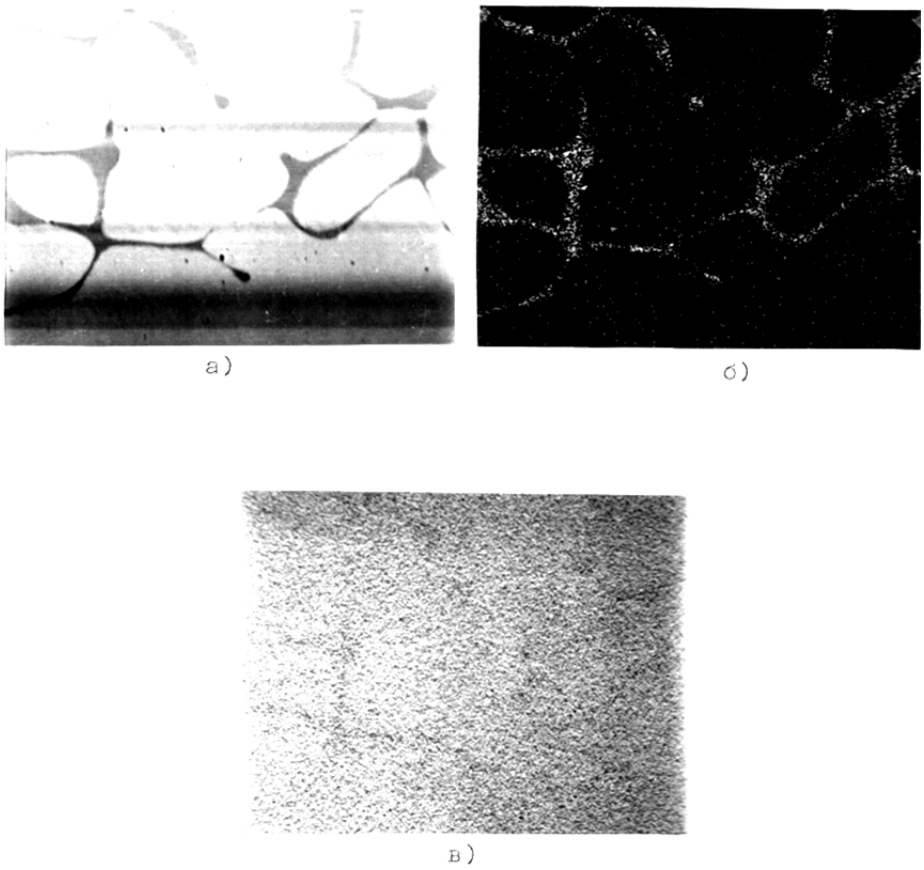


Рисунок 2. Изображение поверхности сплава алюминий–иттрий: а – в поглощенных электронах; б, в – в характеристическом рентгеновском излучении YLα1 и AlKα1 соответственно. Увеличение ×200

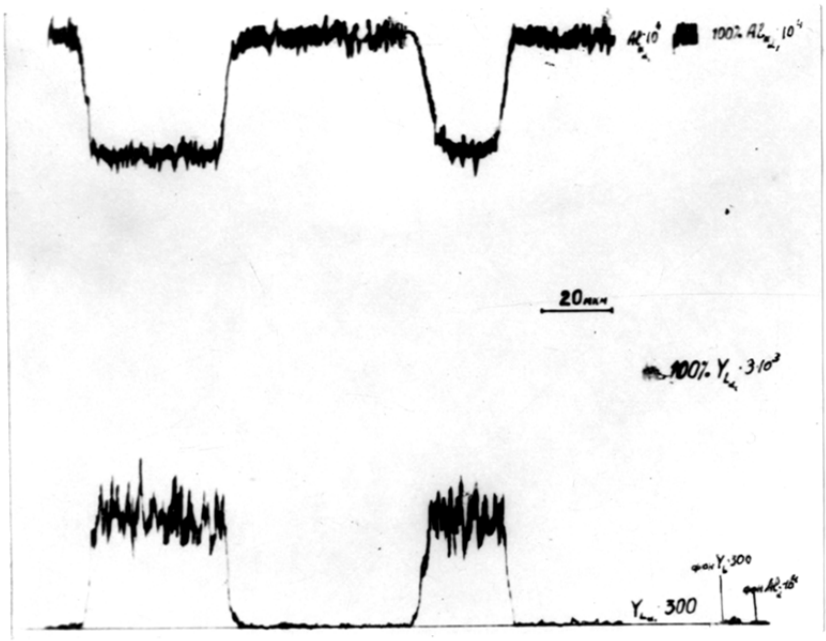


Рисунок 3. Распределение интенсивности рентгеновского излучения YLα1 и AlKα1 в славе алюминий–иттрий, полученное линейным сканированием щели: 2; 1; 0,25; 1 (считая от трубки)

Фазовый рентгеновский анализ показал наличие двух фаз: алюминия и Al_3Y. Если считать, что в сплаве алюминий–иттрий находятся только алюминий и фаза Al_3Y, то можно

предположить, что фаза, окаймляющая зерна алюминия, есть тонкая механическая смесь алюминия и интерметаллического соединения Al_3Y. Это подтверждается изменениями концентрации иттрия в фазе (см. рис. 1а, в и рис. 3).

Расчеты показывают следующий состав фазы:

55,5 % (масс.) Al_3Y + 44,5 % (масс.) Al.

Полуколичественный микрорентгеноспектральный анализ пленок алюминия с добавками иттрия методом сканирования вдоль образца по выбранному направлению в рентгеновском излучении Al$K_{\alpha 1}$ и Y$K_{\alpha 1}$ дал следующие результаты: Y на уровне разрешающей способности метода распределен равномерно в пленке как в исходном состоянии, так и после стационарного отжига в течение 300–420 с при температуре 500 °С. Содержание Y в пленке составило 0,41 ± 0,02% (масс.).

Таблица 2 – Концентрация алюминия и иттрия в фазе Al3Y в зависимости от ускоряющего напряжения характеристического рентгеновского излучения AlKα1 и YLα1

Элемент	**Концентрация элементов, % (масс.)**			**Примечание**
	Излучение			
	Al$K_{\alpha 1}$ – Y$L_{\alpha 1}$		**Al$K_{\alpha 1}$ – Y$K_{\alpha 1}$**	
	Ускоряющее напряжение			
	20 кВ	**30 кВ**	**30 кВ**	
Al	78,70 / 81,02	75,05 / 78,65	75,05 / 84,00	В числителе – полуколичественный МРСА
Y	3,82 / 5,10	3,25 / 4,30	8,83 / 12,40	В знаменателе – количественный МРСА
Σ	82,52 / 86,12	78,30 / 82,95	83,88 / 96,40	

Следует отметить, что при термическом осаждении сплава Al – 1 % Y в пленках образуется текстура, о чем свидетельствует наличие характерных максимумов на кольцевых рефлексах электронограмм (рис. 4), полученных методом на просвет от пленок сплава Al – Y толщиной ~100 нм. Результаты расшифровки электронограммы, приведенные в табл. 3, показали, что в неотожженных пленках присутствует Al и фаза Al_2O_3. Отжиг образцов, как показали результаты расшифровки электронограммы, приведенные в табл. 4, дополнительно привел к образованию в пленках соединения, идентифицированного как $YAlO_3$.

Таблица 3 – Идентификация электронограммы (рис. 4а)

№ кольца	**Диаметр, мм**	**Интенсивность, I**	**Межплоскостные расстояния, *d* (расчет), нм**	**Данные ASTM* (таблица)**			
				Al		**Al_2O_3**	
				***d* нм**	**I/I_1**	***d* нм**	**I/I_1**
1	26,5	с	0,325	-	-	0,324	80
2	37,0	о.с.	0,232	0,234	100	0,235	90
3	43,0	ср.	0,200	0,202	47	0,211	100
4	46,5	ср.	0,187	-	-	0,186	80
5	50,0	ср.	0,172	-	-	0,172	10
6	55,0	сл.	0,156	-	-	0,155	60
7	61,0	с	0,141	0,143	22	0,142	90
8	72,0	ср.	0,119	0,122	24	0,119	20
9	80,0	сл.	0,108	-	-	0,109	10

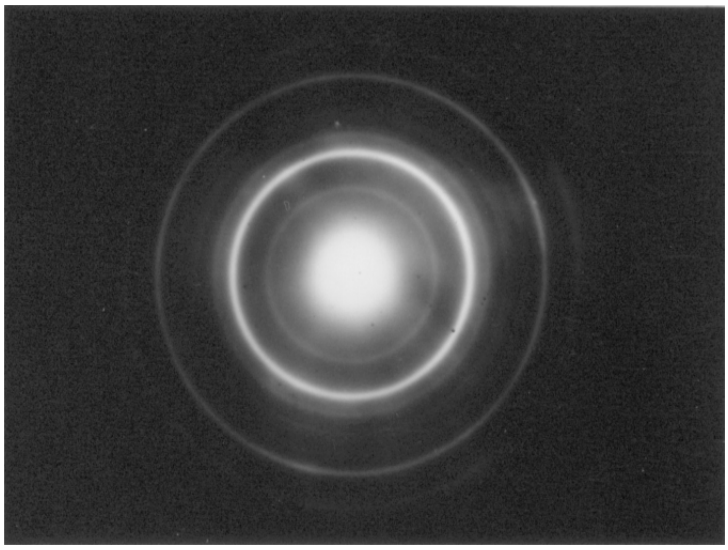
* *Картотека ASTM, 1972*

Фазовый состав и концентрации меди,
и окиси алюминия в пленках алюминия

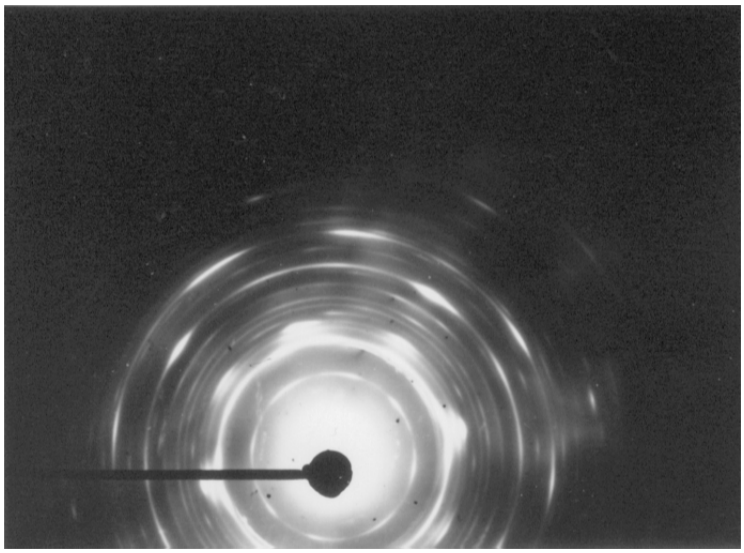
В предложенном сплаве Al – 2 % Cu – 2 % Al_2O_3 – 0,5 % Si исследование фазового состава и распределение меди и кремния не проводилось, так как основу этого сплава составляет известный и достаточно изученный сплав алюминия, легированный медью и кремнием [25], а проводились исследования состава пленок на его основе.

Концентрацию Cu и Si в пленочной системе Al – Cu – Si – Al_2O_3, которую создавали термическим испарением вышеуказанного сплава, определяли с помощью растрового электронного микрозондового прибора РЭМП-2. Ускоряющее напряжение для определения содержания Cu – 25 кв, Si – 10 кВ.

Образцы представляли собой пленки толщиной ~1 мкм, осажденные в вакууме на кремниевые монокристаллические подложки с ориентацией (111) – в случае определения концентрации Cu – и подложки из Ni – в случае определения концентрации Si.



а)



б)

Рисунок 4. Электронограммы пленок сплава алюминий –1 % иттрия толщиной ~100 нм:
а – неотожженный образец; б – после отжига в течение 300–420 с при 500 °С

Таблица 4 – Идентификация электронограммы (рис. 4б)

№ кольца	Диаметр, мм	Интенсивность, I	Межплоскостные расстояния, *d,* (расчет) нм	Данные ASTM (таблица)*					
				Al		Al_2O_3		$YAlO_3$	
				d нм	I/I_1	*d* нм	I/I_1	*d* нм	I/I_1
1	-	-	-	-	-	-	-	0,524	100
	25,0	С	0,328	-	-	0,324	80	0,317	100
	-	-	-	-	-	-	-	0,304	40
	-	-	-	-	-	-	-	0,272	100
	-	-	-	-	-	-	-	0,262	40
2	33,0	ср.	0,248	-	-	0,249	80	-	-
3	35,0	о.с.	0,234	0,234	100	0,235	90	-	-
4	39,0	о.с.	0,210	-	-	0,211	100	-	-
5	41,5	о.с.	0,198	0,202	47	-	-	0,202	60
6	43,0	ср.	0,191	-	-	-	-	-	-
7	45	с	0,180	-	-	0,186	80	0,184	60
8	47,5	с	0,173	-	-	0,172	10	0,173	40
9	49,5	сл.	0,166	-	-	0,168	40	0,159	20
10	52,0	ср.	0,158	-	-	0,155	60	0,153	40
11	55,5	сл.	0,148	-	-	0,151	30	0,152	40
								0,150	40
12	57,5	С	0,143	0,143	22	0,142	90	-	-
3	59,5	сл.	0,138	-	-	0,139	100	0,136	40
14	61,5	сл.	0,133	-	-	0,133	20	-	-
15	62,5	ср.	0,131	-	-	0,129	10	-	-
16	64,5	сл.	0,127	-	-	0,128	20	-	-
17	65,0	сл.	0,126	-	-	0,126	10	-	-
18	67,0	с	0,122	0,122	24	0,122	20	0,120	60
								0,117	100

* Вероятно присутствие соединения $YAlO_3$

Проведенные исследования фазового состава пленок алюминия с добавками меди, окиси алюминия и кремния методом фазового рентгеновского анализа показали, что в них отсутствуют интерметаллические соединения алюминия с медью, а также силициды алюминия и меди. Это свидетельствует о том, что вышеуказанные соединения в пленках алюминия не образуются или образуются в незначительных количествах, не регистрируемых дифрактометром ДРОН-1,5. Методом рентгеноструктурного анализа исследовали фазовый состав образцов системы Al – Cu – Si – Al_2O_3 на установке ДРОН-1,5. Условия съемки: анод – медь с монохроматором, ток 20 мА, напряжение 30 кВ, $V_{сч.} = 4^{\circ}$/мин.

Основные результаты исследования

Для исследования микрорельефа поверхности и структуры пленок Al с легирующими добавками и без добавок, осажденных на монокристаллические подложки кремния ориентации (111), использовали метод электронной микроскопии (микроскоп УЭМВ-100К). Образцы для исследований готовились по методике [26].

Электронно-микроскопические снимки микрорельефа поверхности пленок алюминия с добавками ~0,41 % иттрия, осажденных на монокристаллической подложке кремния ориентации (111), представлены на рис. 5 и рис. 6.

Видно, что при температуре подложки 120 °С в диапазоне изменения скоростей осаждения с 1,43 до 3,33 нм/с поверхность пленок толщиной порядка 0,1 мкм гладкая, различить границы зерен не удается (рис. 5а). При скоростях осаждения с 8,33 до 22,5 нм/с на поверхности кремниевой подложки кристаллизуются пленки с размером зерен 50–60 нм (рис. 5б).

Увеличение толщины пленки с 0,1 до 1,5 мкм при скорости осаждения 8,33 нм/с приводит к увеличению среднего размера зерна до 100–150 нм (рис. 5в).

Сравнение структуры нелегированных пленок алюминия и легированных иттрием, осажденных в одинаковых условиях при температуре подложки 120 °С со скоростью 10 нм/с показывает, что размер зерен легированных пленок примерно в 2–2,5 раза меньше, чем нелегированных (см. рис. 6).

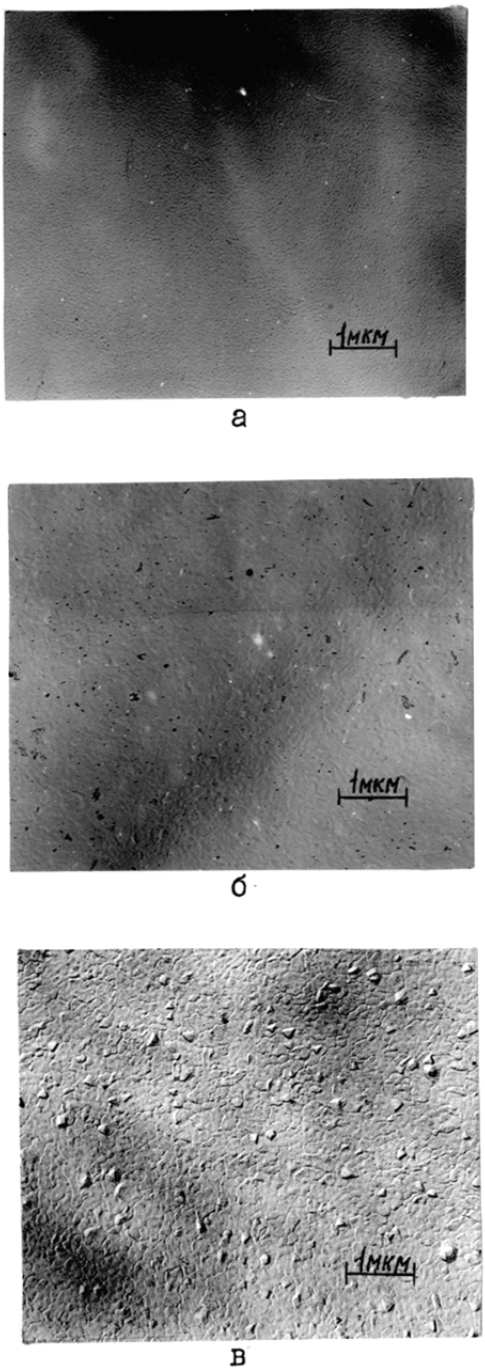


Рисунок 5. Влияние скорости осаждения на микрорельеф поверхности пленок Al, легированных Y, осажденных на кремниевые подложки при температуре 120 °С. Скорость осаждения: а – 3,33; б, в – 8,33 нм/с

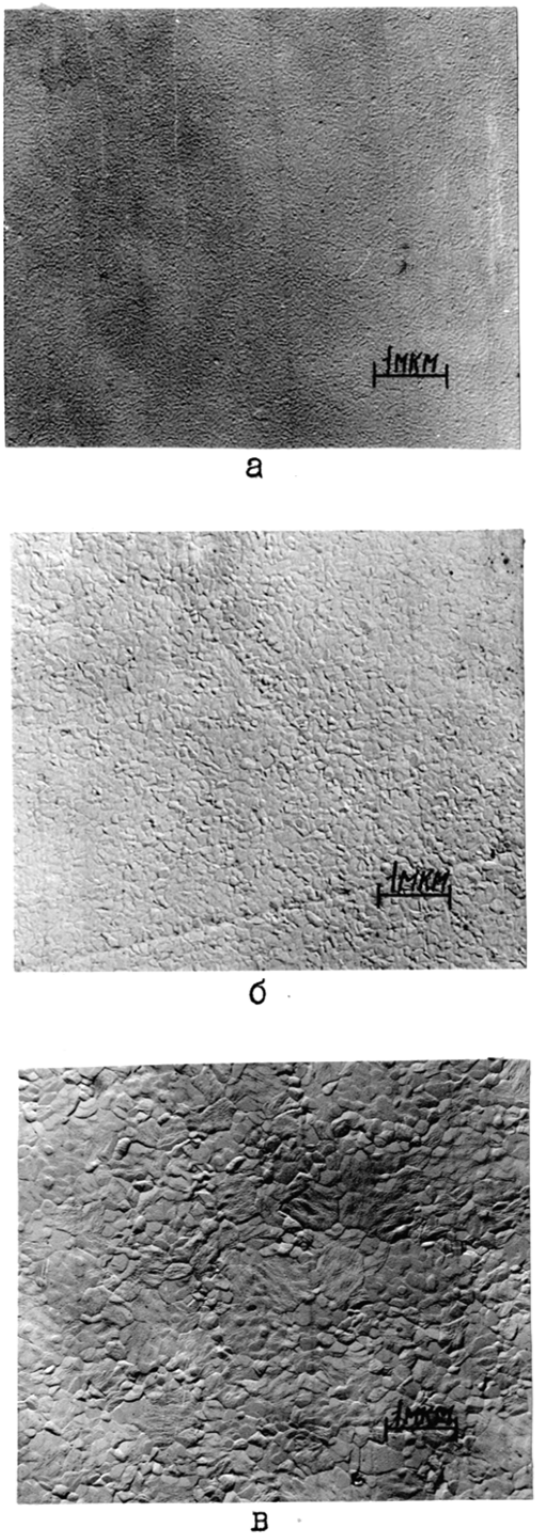


Рисунок 6. Влияние температуры подложки на микрорельеф поверхности пленок Al, легированных Y, осажденных при скорости 10 нм/с на кремниевые подложки с температурой: а – 100; б – 200 и в – 350 °С

Электронно-микроскопические снимки микрорельефа поверхности пленок алюминия с добавками ~0,41 % иттрия, осажденных на монокристаллической подложке кремния ориентации (111) со скоростью 10 нм/с при различных температурах, представлены на рис. 7. Видно, что при температуре подложки 100 °С пленки имеют гладкую поверхность, средний размер зерен составляет 70 нм (рис. 7а). При повышении температуры подложки до 350 °С наблюда-

ется укрупнение зерен. Однако и в этом случае поверхность пленок достаточно гладкая, выступов на поверхности пленки нет. Размер зерен пленок, осажденных при температурах 200 и 350 °С равен 100 и 150 нм соответственно. Сравнение структуры пленок алюминия, легированных иттрием и нелегированных, осажденных при скорости 10 нм/с кремниевые подложки. Температура подложки: а – 100; б – 200 и в – 350 °С и температурах подложки 100, 200 и 350 °С показывает, что легированные пленки имеют в 1,5–2 раза более мелкое зерно, чем нелегированные.

Исследование влияния отжига в течение 300–420 с при температуре 500 °С на структуру пленок алюминия, легированных иттрием, осажденных при температурах подложки 100, 200 и 350 °С показало, что размеры зерен увеличиваются незначительно (см. рис. 8). Средний размер зерен пленок, осажденных при температуре подложки 100 °С равен 75 нм, осажденных при 200 и 350 °С – 120 и 160 нм соответственно.

На рис. 8 представлены электронно-микроскопические снимки микрорельефа поверхности пленок алюминия, содержащих 1 % окиси алюминия, осажденных на монокристаллической подложке кремния ориентации (111). При температуре подложки 120 °С и скоростях осаждения 3 и 10 нм/с на поверхности кремниевой подложки кристаллизуются мелкозернистые пленки с размером зерен 30 и 40 нм (рис. 8а, б). При скорости осаждения 3 нм/с пленки имеют слабо выраженный рельеф поверхности, характерной особенностью которого является наличие отдельных холмиков, имеющих форму многогранников (рис. 8а).

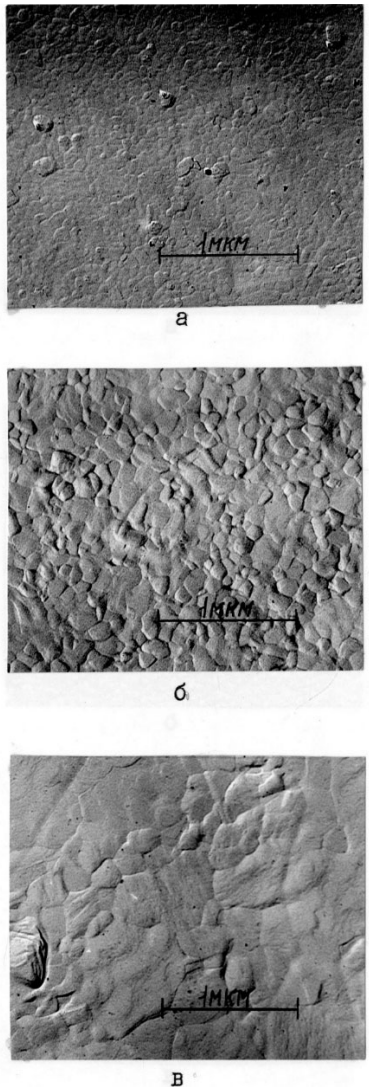


Рисунок 7. Влияние скорости осаждения на микрорельеф пленок Al, легированных Y, осажденных на кремниевые подложки при температуре 120 °С. Скорость осаждения: а – 3,33; б, в – 8,33 нм/с

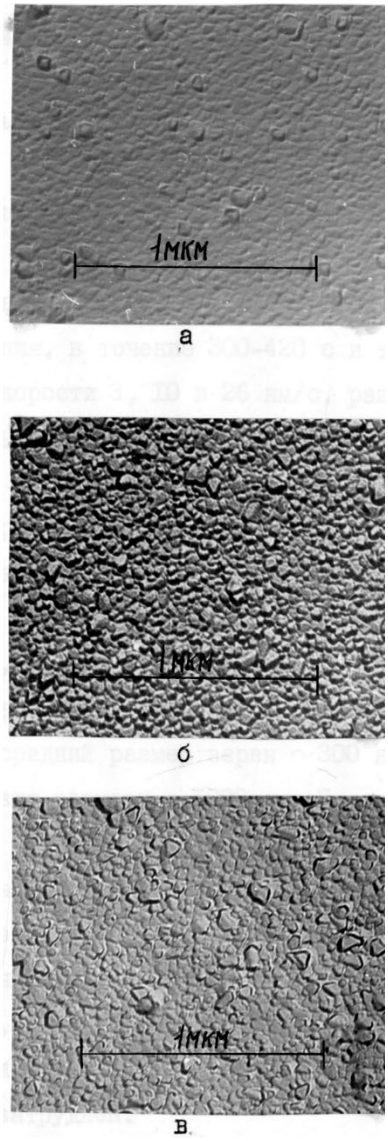


Рисунок 8. Влияние температуры подложки на микрорельеф пленок Al, легированных Y, осажденных при скорости 10 нм/с при температуре подложки: а – 100; б – 200 и в – 350 °С

Повышение скорости осаждения приводит к формированию весьма развитого рельефа пленок, размеры зерен при этом увеличиваются незначительно, их форма становится более округлой (рис. 8б, 8в) и температурах подложки 100, 200 и 350 °С показывает, что легированные пленки имеют в 1,5–2 раза более мелкое зерно, чем нелегированные.

Выводы

1. Введение легирующих добавок иттрия или окиси алюминия позволяет получать мелкозернистые пленки алюминия, размер зерен которых в 5–6 раз меньше, чем в нелегированных пленках, осажденных в тех же условиях.

2. Процессы рекристаллизации в легированных пленках замедленны, о чем свидетельствует данные по расчету энергии активации рекристаллизации в легированных пленках и результаты исследования структуры и микрорельефа поверхности этих пленок, показывающие, что размер зерен в пленках после отжига в течение 300–420 с и температуре отжига 500 °С увеличивается незначительно.

3. Для легированных пленок алюминия толщиной 0,8–1,5 мкм при формировании металлизации СВЧ-транзисторов наиболее приемлемы следующие режимы нанесения: температура подложки 120 °С и скорость осаждения 10–26 нм/с, поскольку при этих условиях

пленки имеют совершенную поликристаллическую структуру, мало зависящую от скорости осаждения и температуры отжига.

4. Проведенные структурные исследования позволяют предположить, что легированные иттрием и окисью алюминия пленки алюминия, обладающие более стабильной структурой и мало подверженные изменениям при воздействии высоких температур, будут обладать и более высокой стойкостью к деградационным процессам в металлизации, в том числе и массопереносу под действием высоких плотностей тока (электромиграция) в токоведущих дорожках СВЧ-транзисторов по сравнению с нелегированными пленками.

Таким образом, проведенные исследования показали [39–42], что введение в матрицу алюминия иттрия или окиси алюминия позволяет значительно повысить энергию активации отказов СВЧ-транзисторов, возникающих при испытании на долговечность.

Литература

1. Vashchenko, V. A. Physical limitations of semiconductor devices / V. A. Vashchenko, V. F. Sinkevitch. – New York : Springer, 2008. – 337 p.

2. Kapur, P. Technology and Reliability Constrained Future Copper Interconnects. I. Resistance Modeling / P. Kapur, J. P. McVittie, K. C. Saraswat // IEEE Transaction on Electron Devices. – 2002. – Vol. 49, № 4. – P. 590-597.

3. Effect of plasma spraying regimes on structure and properties of Ni_3Al coatings / E. E. Kornienko, D. O. Mul', O. A. Rubtsova [et al.]. – DOI: 10.1134/S0869864316060147 // Thermophysics and Aeromechanics. – 2016. – Vol. 23 (6). – P. 919–927.

4. Патент SU 1292628 СССР, МПК H01L 21/28 (2006.01). Способ формирования омических контактов к кремнию : № 3886882/25 : заявл. 19.04.1985 : опубл. 20.03.2012 / Шепурев С. А., Снитовский Ю. П., Принцев Г. В. – 1 с. – Текст : непосредственный.

5. Патент SU 1709864 СССР, МПК H01L 21/28 (2006.01). Способ создания омических контактов к кремнию : № 4789079/25 : заявл. 08.02.1990 : опубл. 20.03.2012 / Снитовский Ю. П., Сенько С. Ф., Воробьев О. А., Баранов И. Л. – 1 с. – Текст : непосредственный.

6. Lee, C. A. Contact and thin film problems of submicron devices structurres / C. A. Lee // Thin Solid Films. – 1979. – Vol. 64, № 1. – P. 1–8.

7. Control of dispersed-phase temperature in plasma flows by the spectral-brightness pyrometry method / A. V. Dolmatov, I. P. Gulyaev, P. Yu. Gulyaev, V. I. Jordan. – DOI: 10.1088/1757-899X/110/1/012058 // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2016. – Vol. 110, № 1. – P. 012058.

8. Cui, H. Z. Influence of micropores on structural instability of the combustion wave / H. Z. Cui, A. A. Grigoryevskaya, P. Yu. Gulyaev // Yugra State University Bulletin. – 2019. – № 4 (55). – P. 33-40.

9. Analysis and optimization of gas-thermal spray process in terms of condensed phase velocity and temperature / A. V. Dolmatov, I. P. Gulyaev, E.A. Lyskov [et al.]. – DOI: 10.1134/S0869864317010097 // Thermophysics and Aeromechanics. – 2017. – Vol. 24 (1). – P. 83–94.

10. Hecht, L. C. Contact resistance response surface of sintered Al films on (100) silicon / L. C. Hecht // Journal of Vacuum Science and Technology. – 1979. – Vol. 16, № 2. – P. 328–330.

11. Пожела, Ю. Физика быстродействующих транзисторов / Ю. Пожела. – Вильнюс : Мокслас, 1989. – 264 с. – Текст : непосредственный.

12. Hartsough, L. D. Resistivity of bias-sputtered Ti–W films / L. D. Hartsough // Thin Solid Films. – 1979. – Vol. 64, № 1. – P. 17–23.

13. Dolmatov, A. V. Investigation of structure formation in thin films by means of optical pyrometry / A. V. Dolmatov, I. V. Milyukova, P. Y. Gulyaev. – DOI: 10.1088/1742-6596/1281/1/012010 // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1281. – P. 012010.

14. Borodina, K. Thermal analysis of reaction producing K_XTiO_2 / K. Borodina, S. Sorokina, N. Blinova // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. – 2018. – Vol. 131. – № 1. – P. 561-566. DOI: 10.1007/s10973-017-6840-0.

15. 3-D ICs: A Novel Chip Design for Improving Deep Submicron Interconnect Performance and Systems-on-Chip Integration / K. Banerjee, Soure S. J., P. Kapur, K. C. Saraswat // Proceedings of the IEEE. – 2001. – Vol. 99, № 5. – P. 602–633.

16. Очистка пластин кремния перед первым окислением / М. И. Бакулина [и др.]. – Текст : непосредственный // Электронная техника. Сер. 2. Полупроводниковые приборы. – 1974. – Вып. 8. – С. 88–93.

17. Снитовский, Ю. П. Исследование деградационных процессов в металлизации на основе алюминия и совершенствование конструкции и технологии изготовления СВЧ-транзисторов : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Минск, 1983. – 20 с. – Текст : непосредственный.

18. Hansen, M. Constitution of binary alloys / M. Hansen. – New York : McGrow-Hill Inc., 1958. – 1305 p.

19. Патент SU 398663 СССР. Способ получения литых дисперсных сплавов : № 1707711/22-1 : заявл. 21.10.1971 : опубл. 01.01.1973 / Г. Л. Царев, И. С. Литманович. – 2 с. – Текст : непосредственный.

20. Алюминиевые сплавы. Металловедение алюминия и его сплавов : справочное руководство / под редакцией И. Н. Фридляндера. – Москва : Металлургия, 1971. – 352 с. – Текст : непосредственный.

21. Савицкий, Е. М. Перспективы исследования и применения редкоземельных металлов, сплавов и соединений / Е. М. Савицкий. – Текст : непосредственный // Редкоземельные металлы и сплавы. – Москва : Наука, 1971. – С. 5-17.

22. Сплавы редкоземельных металлов / Е. М. Савицкий, В. Ф. Терехова, И. В. Буров [и др.]. – Москва : АН СССР, 1962. – 267 с. – Текст : непосредственный.

23. Патент SU 598458 СССР, М. Кл H01L 21/28. Способ многоуровневой металлизации больших интегральных схем : № 2385220/18-25 : заявл. 02.07.1976 : опубл. 25.07.1979 / В. М. Колешко. – 2 с. – Текст : непосредственный.

24. Терехова, В. Ф. Иттрий / В. Ф. Терехова, Е. М. Савицкий. – Москва : Наука, 1967. – 160 с. – Текст : непосредственный.

25. Сплавы на основе алюминия для систем металлизации полупроводниковых приборов и микросхем / Л. Я. Беленький [и др.] // Электронная техника. Сер. 6. Материалы. – 1978. – Вып. 9 (124). – С. 8–13.

26. Пилянкевич, А. Н. Практика электронной микроскопии. Методы препарирования / А. Н. Пилянкевич. – Москва ; Киев : Машгиз, 1961. – 176 с. – Текст : непосредственный.

27. Гуляев, П. Ю. Виновский критерий выбора параметров редукции температурного распределения частиц по их суммарному тепловому спектру / П. Ю. Гуляев, В. И. Иордан, И. П. Гуляев. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2008. – Т. 51, № 9-3. – С. 69–76.

28. Методы и средства контроля чистоты и качества поверхности полупроводников / О. А. Фестваль [и др.]. – Текст : непосредственный // Обзоры по электронной технике. Сер. 6. Материалы. – 1976. – Вып. 9. – 35 с.

29. Increasing the noise immunity of optical-electronic systems based on video cameras with an optical converter / M. P. Boronenko, P. Yu. Gulyaev, A. E. Seregin, K. G. Poluhina. – DOI: 10.1088/1742-6596/643/1/012028 // Journal of Physics: Conference Series. – 2015. – Vol. 643. – P. 012028.

30. Старшинов, И. П. Использование метода светящихся точек для оценки загрязненности поверхности кремниевых пластин ионами / И. П. Старшинов, И. Г. Ерусалимчик. – Текст : непосредственный // Электронная техника. Сер. 2. Полупроводниковые приборы. – 1982. – Вып. 5. – С. 41–46.

31. Бороненко, М. П. Измерение скорости и температуры частиц в потоке низкотемпературной плазмы / М. П. Бороненко, И. П. Гуляев, А. Е. Серегин. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2014. – Т. 57, № 3-2. – С. 70–73.

32. Киселев, В. Ф. Поверхностные явления в полупроводниках и диэлектриках / В. Ф. Киселев. – Москва : Наука, 1970. – 400 с. – Текст : непосредственный.

33. Григорьевская, А. А. Компьютерный эксперимент верификации инвариантных свойств Trace-критерия спиновой неустойчивости движения фронта горения / А. А. Григорьевская. – Текст : непосредственный // Математика : материалы 59-й Международной научной студенческой конференции. – Новосибирск : ИПУ НГУ, 2021. – С. 94–95.

34. Surface Treatment of (1102) Sapphire and (100) Silicon for Molecular Beam Epitaxial Growth / A. Christon, E. P. Richmond, B. R. Wilkins, A. R. Knudson // Applied Physics Letters. – 1984. – Vol. 44, № 8. – P. 196–198.

35. Бороненко, М. П. Телевизионная измерительная система наносекундного разрешения / М. П. Бороненко, П. Ю. Гуляев. – Текст : непосредственный // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2014. – № 1 (31). – С. 60–64.

36. Коробцов, В. В. Влияние химической очистки поверхности кремния на эпитаксиальный рост кремния / В. В. Коробцов, А. П. Шапоренко, В. В. Балашов. – Текст : непосредственный // Микроэлектроника. – 1998. – Т. 27, № 5. – С. 367–369.

37. Гуляев, П. Ю. Байесовское восстановление цвета цифровых изображений / П. Ю. Гуляев, Ю. П. Гуляев, А. В. Долматов. – Текст : непосредственный // Вестник СГУГиТ. – 1997. – № 2. – С. 114–115.

38. Correction factor in temperature measurements by optoelectronic systems / N. Bikberdina, R. Yunusov, M. Boronenko, P. Gulyaev // Journal of Physics: Conference Series. – 2017. – Vol. 917. – P. 052031.

39. Snitovsky, Yu. P. The formation of ohmic contacts of molybdenum/silicon at ion implantation into the interface region / Yu. P. Snitovsky // 6th Int. Congress on Energy Fluxes and Radiation Effects. (EFRE 2018 Sept. 16-22). – Tomsk, 2018. – P. 372.

40. Снитовский, Ю. П. Формирование омических контактов молибден/кремний при ионной имплантации в область границы раздела / Ю. П. Снитковский. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Физика. – 2018. – Т. 61, № 8/2. – С. 155–159.

41. Солодуха, В. А. Управляемые процессы трансформации параметров кремниевых биполярных СВЧ-транзисторов ионными пучками / В. А. Солодуха, Ю. П. Снитовский, Я. А. Соловьев. – Текст : непосредственный // Вестник Югорского государственного университета. – 2018. – Вып. 4 (51). – С. 23–37.

ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ

ВЕСТНИК ЮГОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
2021 г. Выпуск 4 (63). С. 35–44

DOI: 10.17816/byusu20210435-44
УДК 621.384.3:004.7

А. В. Долматов

СЕТЕВАЯ АРХИТЕКТУРА КАЛИБРОВОЧНОГО СТЕНДА ТЕПЛОВИЗИОННЫХ И СПЕКТРАЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА МАТЕРИАЛОВ

Работа посвящена изменению структуры программного обеспечения стенда температурной калибровки для организации взаимодействия с сетевыми интеллектуальными устройствами спектрального и тепловизионного контроля. На базе технологии .Net и языка программирования C# создан сетевой сервис источника PSH-2035, управляющий током образцовой температурной лампы ТРУ-1100-2350. Сервис транслирует сетевые сообщения со значениями температуры в ASCII-команды источника с соответствующим уровнем тока лампы и направляет их на исполнение посредством интерфейса RS-232. Обратное преобразование позволяет сетевому клиенту получить сведения о текущем состоянии лампы. Передача сообщений между сетевым сервисом и клиентом производится по уникальному протоколу, который базируется на транспорте TCP. Серверная часть программного обеспечения использует СУБД MySQL в качестве оператора структурированного хранилища пакетных заданий и журнала работы температурной лампы, осуществляет синхронизацию собственной вычислительной платформы с системой мирового времени по протоколу NTP и предоставляет GUID калибруемому интеллектуальному устройству для согласованной идентификации записей в специализированных базах данных. Программные средства стенда поддерживают протокол группового вещания с целью одновременной калибровки нескольких устройств.

Ключевые слова: прибор, тепловизор, спектрометр, высокотемпературный, синтез, калибровка, сетевая программа.

A.V. Dolmatov

NETWORK ARCHITECTURE OF THE CALIBRATION BENCH OF THERMAL IMAGING AND SPECTRAL DEVICES FOR MONITORING HIGH-TEMPERATURE SYNTHESIS OF MATERIALS

The work is devoted to changing the structure of the software of the temperature calibration stand for organizing interaction with networked intelligent devices for spectral and thermal imaging control. On the basis of .Net technology and the C # programming language, a network service of the PSH-2035 source was created, which controls the current of the TRU-1100-2350 model temperature lamp. The service translates network messages with temperature values in ASCII commands of the source with the corresponding lamp current level and sends them for execution via the RS-232 interface. The reverse conversion allows the network client to obtain information about the current state of the lamp. The transfer of messages between the network service and the client is carried out using a unique protocol based on TCP transport. The server side of the software uses the MySQL DBMS as an operator for a structured storage of batch jobs and a temperature lamp operation log, synchronizes its own computing platform with the world time system via the NTP protocol and provides a GUID to a calibrated smart device for consistent identification of records in specialized databases. The stand software supports the multicast protocol for the simultaneous calibration of several devices.

Keywords: instrument, thermal imager, spectrometer, high temperature, synthesis, calibration, network program.

Введение

Современное изменение технологического уклада во многом связано с развитием аддитивных методов производства, которые используют послойное или поэлементное выращивании материалов, покрытий и изделий [1–3]. Особую роль здесь имеют методы высокотемпературного синтеза из металла и керамики [4, 5]. Их развитие делает актуальным разработку быстродействующих приборов контроля температуры и фазового состояния соединяемых частиц вещества [6, 7].

Высокотемпературные аддитивные технологии в основном опираются на порошки с дисперсностью 1–100 мкм [8, 9]. В ходе синтеза частицы порошка могут двигаться к точке фиксации со скоростями 1–2700 м/с (селективное лазерное спекание, газотермическое напыление, HVOF/HVAF и др.), а в месте их приваривания, спекания или реакционной диффузии (СВС) температура достигает 2000 – 4800 К [10–14]. Такие экстремальные условия практически исключают альтернативу оптическим (бесконтактным и быстродействующим) способам наблюдения [15, 16].

Методы пирометрии, реализуемые в тепловизионных и спектральных приборах на базе кремниевых фотоприемников, позволяют исследовать гетерофазные дискретные потоки с пространственным и временным разрешением порядка 1 мкм и 1 мкс соответственно [17–19]. Принципы измерения таких устройств опираются на результаты калибровки по эталонам со сверхвысокой рабочей температурой. Для чего применяют либо образцовые лампы с вольфрамовой лентой, либо модели черного тела (МЧТ) [20]. Эти тестовые объекты на участке спектра 300 – 2000 нм позволяют определить пространство состояний цифрового прибора и выявить его аппаратную функцию в температурных диапазонах 800 – 2800 К и 600 – 3500 К соответственно. Образцовые лампы обеспечивают точность определения температуры до 1 градуса, а МЧТ – до 0.1 градуса [21].

В работе [22] определен яркостно-спектральный коэффициент излучения (ЯСКИ) $\varepsilon_s(\lambda,T)$ как результат совместного измерения яркостной и спектральной температуры объекта. ЯСКИ является оценкой спектральной степени черноты $\varepsilon_0(\lambda,T)$ и обладает следующим свойством: на участке спектра, где объект излучает как серое тело, $\varepsilon_s = \varepsilon_0$. Для вольфрама, имеющего обширные экспериментальные данные по спектральному коэффициенту излучения в области 300–1200 нм и 1200–2800 К, относительная погрешность ЯСКИ на участке спектра 300-400 нм в температурном диапазоне 1400–2600 К не превышает 5 % [23].

Результаты экспериментальных исследований, опубликованные в статьях [23, 24], показывают особенности поведения ЯСКИ на температурах структурных фазовых переходов. Так в процессе нагрева пленочных образцов вольфрама, тантала и молибдена выявлено, что при фазовых переходах первого рода зависимость ЯСКИ от температуры испытывает скачок, а при фазовых переходах второго рода на ней можно обнаружить излом, где скачком меняется первая производная. Таким образом, реализация метода измерения ЯСКИ в тепловизионных и спектральных приборах делает возможным оптический контроль структурных фазовых изменений в дисперсных материалах во время высокотемпературного синтеза. Учитывая высокую корреляцию спектральной степени черноты и ЯСКИ вольфрама можно сделать вывод, что калибровку подобных средств измерения можно выполнять только на основе образцовых температурных ламп с вольфрамовой рабочей поверхностью. У МЧТ спектральный коэффициент излучения стремится к единице, а отличие условных температур (яркостной и спектральной) от температуры АЧТ приближается к нулю. Поэтому данный класс эталонных объектов невозможно применять для калибровки приборов, измеряющих ЯСКИ.

Цель работы – перестроить программное обеспечение калибровочного стенда высокотемпературных средств технологического контроля в соответствие с концепцией сетевых интеллектуальных приборов.

Структура стенда в информационно-измерительной сети

Исходный калибровочный стенд ранее построен на базе концепции виртуальных приборов. В качестве аппаратных средств в нем задействованы программируемый источник тока PSH-2035, образцовая температурная лампа ТРУ-1100-2350 и персональный компьютер (рис. 1).

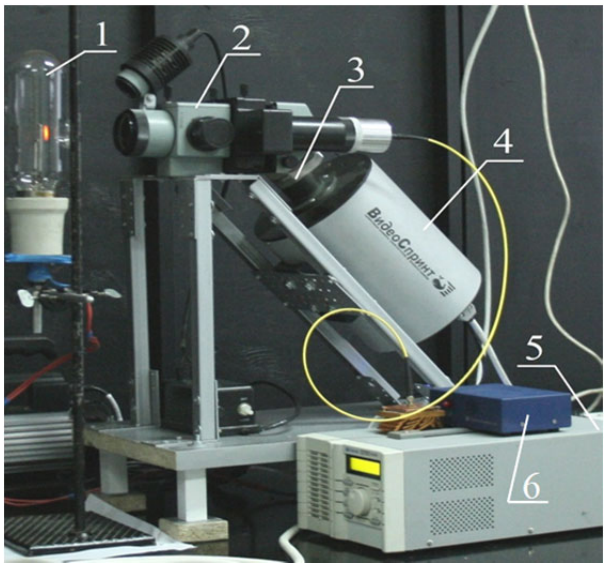


Рисунок 1. Аппаратное обеспечение калибровочного стенда
(1 – образцовая температурная лампа ТРУ-1100-2350; 2, 3, 4 – элементы калибруемого тепловизионного устройства; 2 – стереомикроскоп МБС-10; 3 – полосовой светофильтр SL-725-50; 4 – скоростная камера «ВидеоСпринт»; 5 – программируемый источник тока PSH-2035; 6 – осветитель)

Для передачи управляющих ASCII-команд с уставками тока и напряжения между ПК и источником использован интерфейс RS-232. Программный контроль температурной лампы организован из среды MATLAB с помощью оригинального класса объектов ETLamp. Его методами реализована настройка и определение текущих значений тока и напряжения на выходе устройства, включение и отключение нагрузки, прямое и обратное преобразование тока образцовой лампы в температуру АЧТ или условные температуры на заданной длине волны. Отображения «ток-температура» построены на основе калибровочных данных лампы и радиационной характеристики вольфрама.

Для работы с виртуальным калибровочным стендом достаточно включить источник тока и в командной строке или сценарии MATLAB создать переменную класса ETLamp. Конструктор класса идентифицирует COM-порт, на который отображен PSH-2035 в операционной системе ПК, и проверит наличие лампы ТРУ-1100-2350 во внешней цепи источника посредством тестового значения тока. После успешной инициализации стенда с помощью свойств класса: *Current, T, Tb, Ts, Wavelength*, связанных с соответствующими set- и get-методами, возможна настройка режима работы температурной лампы или определение ее текущего состояния. Методы *on* и *off* отвечают на включение и выключение тока в цепи лампы. При удалении переменной класса ETLamp из рабочего пространства среды MATLAB неявно активируется деструктор, который корректно завершит использование ресурсов операционной системы.

При описанной выше организации калибровочного стенда для определения пространства состояний цифровых тепловизоров или аппаратной функции спектральных приборов необходимо их виртуальное представление в среде MATLAB, аналогичное классу ETLamp, или доступ к функциям драйвера (рис. 2). В работах [25, 26] приведены примеры реализации и использования в MATLAB виртуальных измерительных приборов на основе скоростной камеры «ВидеоСпринт» (НПК «ВидеоСкан», Россия) и цифрового спектрометра BTC-110S

(B&W Tek, США). Алгоритм калибровки этих устройств воплощен в сценарий MATLAB, где посредством объекта класса ETLamp задается температура вольфрамовой ленты образцовой лампы ТРУ-1100-2350, а с помощью виртуальных измерительных приборов определяется средний уровень сигнала при различных значениях времени экспозиции на единственной или множестве длин волны. В случае калибровки спектрального пирометра ее результатом является массив коэффициентов для коррекции спектральной чувствительности прибора и восстановления теплового спектра объекта (рис. 3).

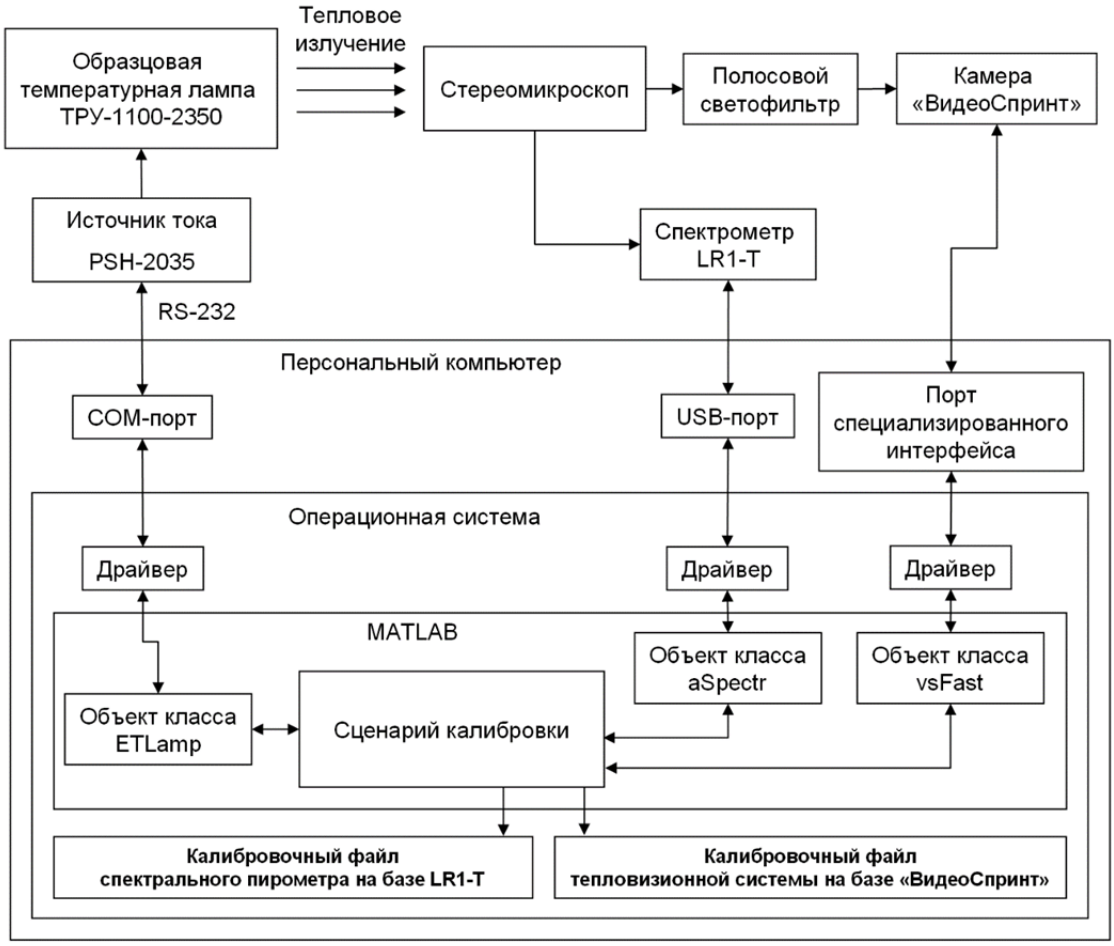
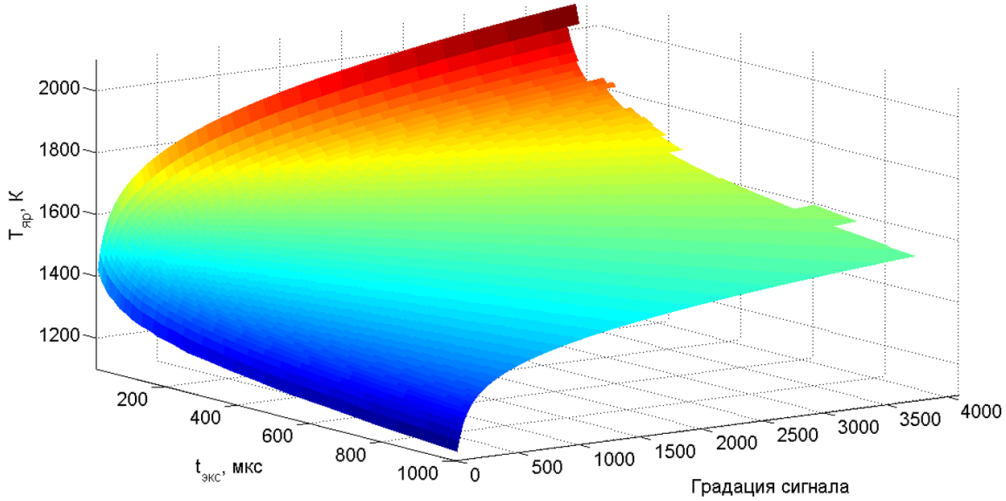


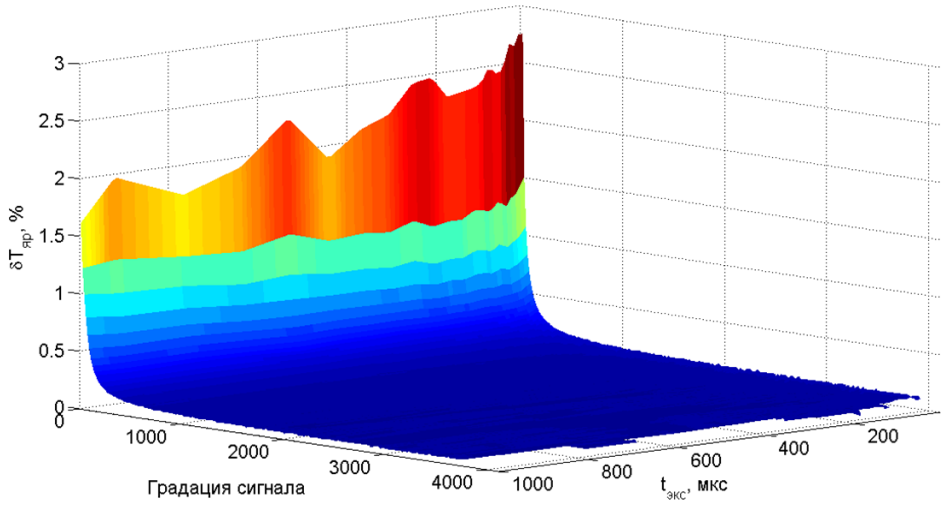
Рисунок 2. Структура калибровочного стенда на основе виртуальных приборов

Рисунок 3. Восстановление теплового спектра объекта по калибровочным данным спектрального пирометра

Результатом выполнения сценария калибровки тепловизионной системы, производящей монохромные измерения, является зависимость яркостной температуры и ошибки ее определения от времени экспозиции и уровня сигнала (рис. 4).



а)



б)

Рисунок 4. Результат температурной калибровки тепловизионной системы (зависимость определяемой температуры (а) и относительной ошибки измерения (б) от времени экспозиции и уровня сигнала)

Измерительный комплекс на общей для всех виртуальных приборов вычислительной платформе (рис. 2) имеет ряд недостатков, связанных с ограниченностью его ресурсов (памяти, процессорного времени, пропускной способностью шины данных и др.). Кроме того, для определенного класса измерительных приборов требуются особые аппаратные средства, которые, как правило, отсутствуют в универсальных компьютерах. В настоящее время решить указанную проблему можно с помощью встраиваемых микроконтроллеров, где совмещена работа процессора общего назначения и специальных функциональных блоков, обеспечивающих преобразование как цифровых, так и аналоговых сигналов. Это решение позволяет отказаться от ряда промежуточных интерфейсов, ограничивающих быстродействие измерительного прибора, и подстроить аппаратные средства вычислительной платформы под особенности методов обработки данных. За счет индивидуальных вычислительных ресурсов у прибора может быть организована высокоуровневая сигнальная система, сводящая к мини-

муму трафик данных, которыми он обменивается с другими устройствами измерительного комплекса. Описанный подход лег в основу разработки интеллектуального спектрального пирометра [27–30]. Так, трафик его первичных данных из модуля АЦП в память микроконтроллера составляет 4 Мбит/с. Однако после определения температуры и ЯСКИ на единственной длине волны он сокращается почти на 3 порядка и на входе, действующей в приборе сверточной нейронной сети, составляет около 10 кбит/с. Распознавание фазовых переходов по зависимости ЯСКИ от времени средствами ИИ сводит объем выходных данных спектрального пирометра к десяткам бит, которые в локальной сети можно передавать между устройствами за единицы микросекунд. Таким образом, с помощью интеллектуальных способностей (вычислительных ресурсов и методов обработки данных) спектрального пирометра организуется его высокоуровневая сигнальная система, которая позволяет сообщать о событиях фазовых переходов (характерная температура и момент времени структурных изменений в теплофизическом процессе) во внешнюю среду только посредством сетевых коммуникаций. Обобщение данного подхода приводит к концепции сетевых интеллектуальных приборов. Следуя ей авторы разработали схему стенда температурной калибровки тепловизионных и спектральных приборов, предназначенных для мониторинга высокотемпературных быстропротекающих процессов синтеза материалов, покрытий и изделий (рис. 5).

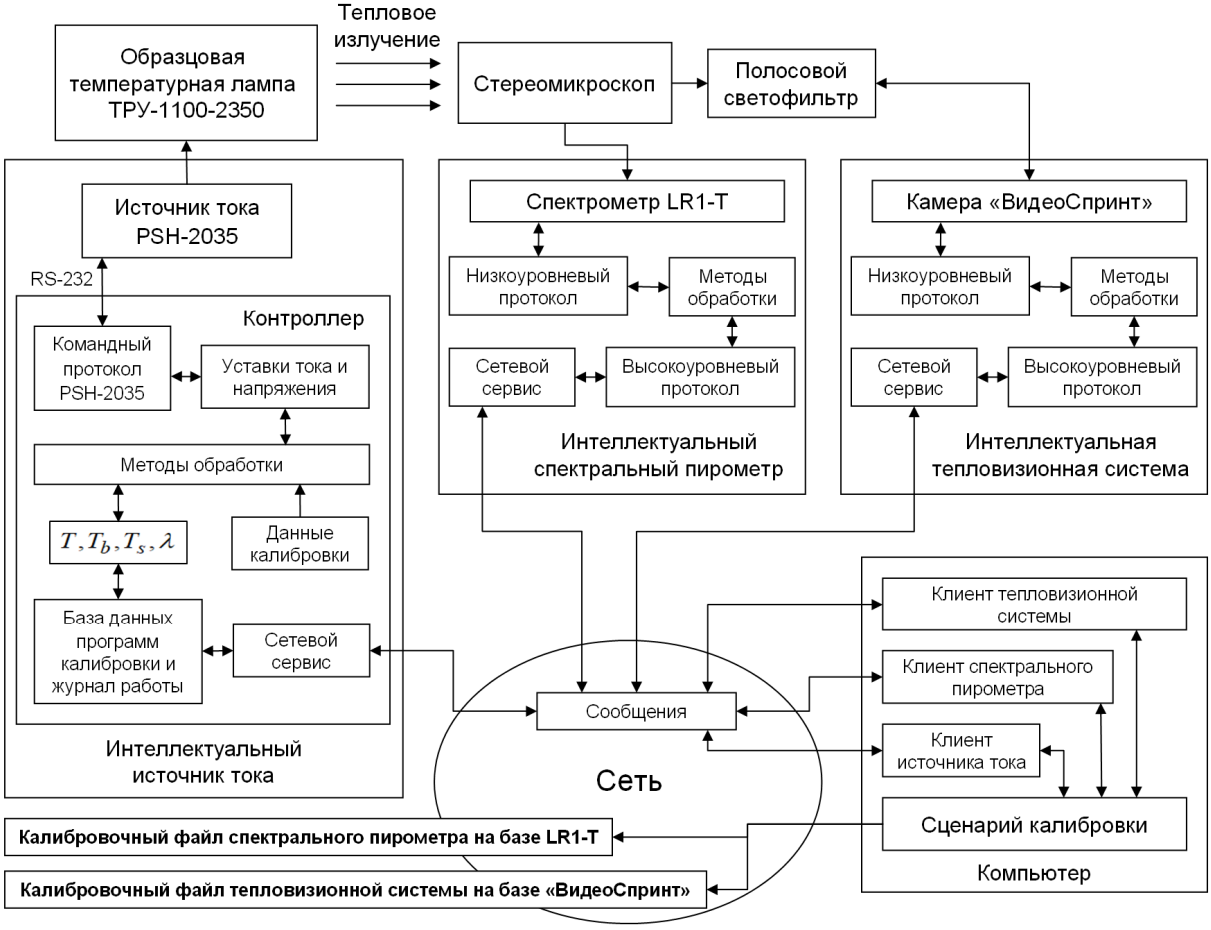


Рисунок 5. Структура калибровочного стенда на основе сетевых интеллектуальных приборов

Основные черты устройства, отвечающего концепции сетевых интеллектуальных приборов, можно обозначить следующим образом:

– обладает собственной вычислительной платформой, аппаратные средства которой оптимизированы под специфику методов обработки регистрируемых данных;
– реализует обмен данными или управляющими сигналами с другими устройствами только посредством сетевого интерфейса;

- готово инициировать и вступать в соседские отношения для организации измерительного комплекса;
- способно взаимодействовать с другими устройствами измерительного комплекса посредством уникальных и групповых сообщений, а также на протяжении всего срока эксплуатации готово участвовать в работе неограниченного количества измерительных комплексов;
- обладает собственным хранилищем специфичных для него данных и поддерживает во время работы измерительного комплекса механизм их согласованной с соседями идентификации;
- поддерживает механизм синхронизации с системой мирового времени с заданной в измерительном комплексе точностью;
- стремиться минимизировать собственный сетевой трафик в процессе регистрации данных измерительным комплексом;
- обеспечивает постоянный авторизованный доступ к собственным данным и методам их обработки для соседей по измерительным комплексам;
- публикует сведения о целевом назначении и предоставляет инструменты взаимодействия.

В разработке программного обеспечения калибровочного стенда с учетом перечисленных требований использованы следующие технологии и сервисы: СУБД MySQL, Python, .Net, Matlab, C#, Apache, PHP.

Особенности сетевой реализации

Сервер сетевой службы стенда построен на платформе .Net с помощью языка программирования C#. Он реализует оригинальный протокол взаимодействия интеллектуальных приборов, который опирается на сообщения с уникальным форматом и транспорт TCP. Для поддержки прикладного программного интерфейса калибровочного стенда разработаны клиентские части сетевой службы в виде классов объектной модели на языках C#, Python, Matlab. Эти инструменты вместе с документацией планируются к размещению на встроенном Web-сервере стенда.

Протокол взаимодействия интеллектуальных приборов определяет их общие свойства. Поэтому приведенное ниже описание характеризует, в том числе, стенд для температурной калибровки тепловизионных и спектральных приборов.

Протокол позволяет любому прибору инициировать построение измерительного комплекса и представить его в виде логической схемы. Схема создается на ограниченный отрезок времени, в течение которого участники не должны давать согласие на включение в другие измерительные комплексы. Ответственность за физическую организацию интеллектуальных приборов лежит на пользователе комплекса. В процессе построения логической схемы инициирующий прибор использует процедуру установления соседства, с помощью которой передает другим членам GUID измерительного комплекса и IP-адрес группового вещания, а также назначает каждому программу действий, привязанную к наборам входящих и исходящих сообщений. Входящие сообщения используются приборами для синхронизации шагов их индивидуальной программы, а исходящие – инициируют действия соседей по измерительному комплексу. В процессе работы измерительного комплекса каждый прибор сохраняет в собственной базе специфичные для него данные. Однако для идентификации записей применяется GUID комплекса, а также временные отметки собственных часов реального времени. Синхронизация часов в приборах комплекса с системой мирового времени выполняется по протоколу NTP или PTP. Выбор протокола зависит от требований к погрешности часов. Идентификация записей в базах данных интеллектуальных приборов дает возможность внешнему субъекту в любое время восстановить логическую структуру работы измерительного комплекса и объединить сведения для собственного анализа и обработки.

За время эксплуатации интеллектуальный прибор может быть задействован в разных комплексах. Сбор данных прибором осуществляется только в рамках логической схемы, действующей в настоящий момент времени. Однако анализ ранее собранной информации может

производиться в любое время. Поэтому прибор обладает способностью одновременно обмениваться данными со всеми известными ему соседями. Для оптимизации такого информационного обмена интеллектуальный прибор может иметь цифровых двойников в глобальной сети, поддерживая протокол виртуализации и синхронизацию данных с резервными серверами.

Заключение

Развитие технологий микроконтроллеров, ПЛИС и специальных процессоров для векторных и тензорных вычислений позволяет интегрировать практически любые методы обработки данных в измерительный прибор. С одной стороны, это усложняет внутреннюю структуру средств контроля и заставляет перешагнуть границу операционной системы при организации измерительных комплексов. С другой, возможность преобразования данных в интеллектуальных приборах способствует переходу к сигнальной системе высшего порядка, что значительно сокращает трафик управления измерительными сетями, дает возможность унифицировать подход к синхронизации устройств в процессе регистрации данных, позволяет избавиться от промежуточных интерфейсов, преодолеть ограниченность ресурсов единственной вычислительной платформы измерительного комплекса и увеличить его быстродействие. Разработка программного обеспечения калибровочного стенда потребовала внедрение сетевых технологий, которые ранее были задействованы при создании спектрального пирометра [27]: синхронизация часов устройства с системой мирового времени по протоколу NTP, использование группового вещания на основе протоколов стека TCP/IP, применения GUID для сопоставления записей из различных баз данных нескольких сетевых приборов. Проектирование и тестирование сетевых программных элементов выполнено в среде Windows. Однако реализация сервера на платформе .Net позволяет с минимальными затратами перейти к эксплуатации в операционных системах Linux и Android, которые обслуживают большинство современных микроконтроллерных систем. Сетевая архитектура стенда не изменила качество и структуру результата калибровки, но позволила использовать стенд для обслуживания нового класса тепловизионных и спектральных устройств, построенных в соответствие с развивающейся концепцией сетевых интеллектуальных приборов.

Литература

1. Material extrusion additive manufacturing of continuous fibre reinforced polymer matrix composites: A review and outlook / P. Zhuo, S. Li, I. A. Ashcroft, A. I. Jones // Composites Part B: Engineering. – 2021. – Vol. 224. – P. 109143.

2. Express wire coil cladding (EW2C) as an advanced technology to accelerate additive manufacturing and coating / M. Gipperich, J. Riepe, R. Day, T. Bergs // Proceedings of the ASME Turbo Expo. – 2021. – Vol. 7. – P. V007T16A009.

3. Effect of plasma spraying regimes on structure and properties of Ni3Al coatings / E. E. Kornienko, D. O. Mul', O. A. Rubtsova [et al.]. – DOI: 10.1134/S0869864316060147 // Thermophysics and Aeromechanics. – 2016. – Vol. 23 (6).. – P. 919–927.

4. Lin, Z. A review on wire and arc additive manufacturing of titanium alloy / Z. Lin, K. Song, X. Yu // Journal of Manufacturing Processes. – 2021. – Vol. 70. – P. 24–45.

5. Cui, H. Z. Influence of micropores on structural instability of the combustion wave / H. Z. Cui, A. A. Grigoryevskaya, P. Yu. Gulyaev // Yugra State University Bulletin. – 2019. – № 4 (55). – P. 33–40.

6. Бороненко, М. П. Телевизионная измерительная система наносекундного разрешения / М. П. Бороненко, П. Ю. Гуляев. – Текст : непосредственный // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2014. – № 1 (31). – С. 60–64.

7. Долматов, А. В. Методы контроля структурообразования в процессах высокотемпературного синтеза (обзор) / А. В. Долматов. – Текст : непосредственный // Вестник Югорского государственного университета. – 2020. – № 2 (57). – С. 7–18.

8. . Plasma-sprayed TiC-based cermets / V. I. Kalita, A. A. Radyuk, D. I. Komlev [et al.] // Inorganic Materials: Applied Research. – 2021. – Vol. 12 (2). – P. 461-467.

9. Алымов, М. И. Консолидация порошковых наноматериалов: обзор тенденций развития и применения / М. И. Алымов, П. Ю. Гуляев, С. В. Семичев. – Текст : непосредственный // Вестник Югорского государственного университета. – 2019. – № 4 (55). – С. 7–16.

10. Чижик, С. А. Аддитивные синерготехнологии формирования поверхностного слоя сложно профильного изделия / С. А. Чижик, П. А. Витязь, М. Л. Хейфец. – Текст : непосредственный // Металловедение и термическая обработка металлов. – 2020. – № 1 (775). – С. 11–18.

11. Бороненко, М. П. Измерение скорости и температуры частиц в потоке низкотемпературной плазмы / М. П. Бороненко, П. Ю. Гуляев, А. Е. Серегин. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2014. – Т. 57, № 3-2. – С. 70–73.

12. Novel utilization of liquid feedstock in high velocity air fuel (HVAF) spraying to deposit solid lubricant reinforced wear resistant coatings / A. Ganvir, A. R. Jahagirdar, A. Mulone [et al.] // Journal of Materials Processing Technology. – 2021. – Vol. 295. – P. 117203.

13. Air-plasma spraying of cavitation- and hydroabrasive-resistant coatings / V. I. Kuzmin, I. P. Gulyaev, D. V. Sergachev [et al.] // Thermophysics and Aeromechanics. – 2020. – Vol. 27 (2). – P. 285–294.

14. Borodina, K. Thermal analysis of reaction producing K_XTiO_2 / K. Borodina, S. Sorokina, N. Blinova. – DOI: 10.1007/s10973-017-6840-0 // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. – 2018. – Vol. 131, № 1. – P. 561–566.

15. Optical diagnostics of radiation interaction with the powder stream laterally transported during laser cladding / I. P. Gulyaev, O. B. Kovalev, P. A. Pinaev, G. N. Grachev // Optics and Lasers in Engineering. – 2020. – Vol. 126. – P. 105877.

16. Cui, H. Zh. The temperature control in the combustion wave SHS / H. Zh. Cui, P. Yu. Gulyaev. – Текст : непосредственный // Многоядерные процессоры, параллельное программирование, ПЛИС, системы обработки сигналов. – 2016. – Т. 1, № 6. – С. 207–211.

17. Luan, Y.Light-field multi-spectral radiation thermometry / Y. Luan, D. Mei, S. Shi // Optics Letters. – 2021. – Vol. 46 (1). – P. 9–12.

18. Gulyaev, I. P. Spectral-brightness pyrometry: Radiometric measurements of non-uniform temperature distributions / I. P. Gulyaev, A. V. Dolmatov // International Journal of Heat and Mass Transfer. – 2018. – Vol. 116. – P. 1016–1025.

19. Gulyaev, P. Yu. Temperature hysteresis in the unstable combustion mode of SHS: experiment with high-speed micro-pyrometry / P. Yu. Gulyaev // Journal of Physics: Conference Series. – 2018. – Vol. 1115 (4). – P. 042026.

20. Гуляев, П. Ю. Виновский критерий выбора параметров редукции температурного распределения частиц по их суммарному тепловому спектру / П. Ю. Гуляев, В. И. Иордан, И. П. Гуляев. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2008. – Т. 51, № 9-3. – С. 69-76.

21. Increasing the noise immunity of optical-electronic systems based on video cameras with an optical converter / M. P. Boronenko, P. Yu. Gulyaev, A. E. Seregin, K. G. Poluhina. – DOI: 10.1088/1742-6596/643/1/012028 // Journal of Physics: Conference Series. – 2015. – Vol. 643. – P. 012028.

22. Долматов, А. В. Оценка спектральной степени черноты материалов средствами оптической пирометрии / А. В. Долматов, И. В. Милюкова, А. Э. Алиев. – Текст : непосредственный // Высокопроизводительные вычислительные системы и технологии. – 2018. – Т. 2, № 1. – С. 147–155.

23. Dolmatov, A. V. Investigation of structure formation in thin films by means of optical pyrometry / A. V. Dolmatov, I. V. Milyukova, P. Y. Gulyaev // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1281 (1). – Vol. 012010.

24. Высокотемпературные химические превращения в молибденовых пленках / А. Э. Алиев, М. К. Котванова, С. С. Павлова, А. В. Долматов. – Текст : непосредственный // Мир современной науки. – 2019. – № 5 (57). – С. 8–14.

25. Ермаков, К. А. Система оптического контроля скорости и температуры частиц в технологиях газотермического напыления / К. А. Ермаков, А. В. Долматов, И. П. Гуляев. – Текст : непосредственный // Вестник Югорского государственного университета. – 2014. – № 2 (33). – С. 56–68.

26. Долматов, А. В. Спектральный пирометр для контроля температуры в процессах термосинтеза / А. В. Долматов, И. П. Гуляев, Р. Р. Имамов. – Текст : непосредственный // Вестник Югорского государственного университета. – 2014. – № 2 (33). – С. 32–42.

27. Долматов, А. В. Интеллектуальный сетевой пирометр для контроля структурных фазовых переходов в материалах / А. В. Долматов, П. Ю. Гуляев, И. В. Милюкова. – Текст : непосредственный // Высокопроизводительные вычислительные системы и технологии. – 2021. – Т. 5, № 1. – С. 172–177.

28. Гуляев, П. Ю. Байесовское восстановление цвета цифровых изображений / П. Ю. Гуляев, Ю. П. Гуляев, А. В. Долматов. – Текст: непосредственный // Вестник СГУГиТ. – 1997. – № 2. – С. 114–115.

29. Григорьевская, А. А. Компьютерный эксперимент верификации инвариантных свойств Trace-критерия спиновой неустойчивости движения фронта горения / А. А. Григорьевская. – Текст : непосредственный // Математика : материалы 59-й Международной научной студенческой конференции. – Новосибирск : ИПУ НГУ, 2021. –С. 94–95.

30. Analysis and optimization of gas-thermal spray process in terms of condensed phase velocity and temperature / A. V. Dolmatov, I. P. Gulyaev, E.A. Lyskov [et al.]. – DOI: 10.1134/S0869864317010097 // Thermophysics and Aeromechanics. – 2017. – Vol. 24 (1). – P. 83–94.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ВЕСТНИК ЮГОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
2021 г. Выпуск 4 (63). С. 47–54

DOI: 10.17816/byusu20210447-54
УДК 004.032.26

Е. А. Годовников, О. А. Петухова, Т. В. Пронькина, Р. Т. Усманов, А. В. Шицелов

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА НА ВИДЕОЗАПИСИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

В данной статье рассматривается проблема определения транспортных потоков на перекрестке путем идентифицирования автомобилей посредством применения нейронных сетей. В работе описаны модель нейронной сети, используемой для обнаружения транспортных средств на изображении, алгоритм идентифицирования автомобилей на перекрестке, а также алгоритм получения траектории движения автомобиля.

Ключевые слова: Нейронная сеть, интеллектуальная система, перекресток, Nvidia SSD

E. A. Godovnikov, O. A. Petuhova, T. V. Pronkina,R. T. Usmanov, A. V. Shitzelov

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR DETERMINING TRANSPORT FLOW ON VIDEO USING A NEURAL NETWORK

This article discusses the problem of determining traffic flows at an intersection by identifying vehicles using neural networks. A model of a neural network used to detect vehicles in the image is described. The paper describes an algorithm for identifying cars at an intersection. The article also describes an algorithm for obtaining the trajectory of the vehicle.

Keywords: Neural network, intelligent system, crossroads, Nvidia SSD

Современный уровень развития методов искусственного интеллекта позволяет разрабатывать методы и приложения, которые обеспечивают эффективное управление транспортными потоками. Проект «Умный город» является примером использования нейронных сетей, с помощью которых решается современная проблема пробок. Пробки возникают по нескольким причинам, а именно: час-пик, ремонтные работы, аварии, светофоры и многое другое [1].

Сейчас данный класс проблем принято решать путем построения математической модели транспортной сети. При этом сама модель может быть выполнена в классическом стиле или может быть реализована с использованием современного подхода, который заключается в применении математических моделей, основанных на теории машинного обучения и нейронных сетей.

К сожалению, какой бы подход к решению данной проблемы не был выбран, остается одна очень важная проблема – получение первоначальных статистических данных о транспортном потоке. Эти данные очень важны как для самой модели, особенно если модель транспортного потока будет основана на теории машинного обучения, так и для этапа апробации результатов работы модели, а также для последующего корректирования параметров ее работы.

Для получения статистических данных можно выделить 2 подхода:

- Сбор данных с помощью человеческих ресурсов;
- Автоматизированный сбор данных.

Сбор данных с использованием человеческих ресурсов основан на том, что для подсчета количества транспортных средств, проезжающих через ключевой транспортный узел, используется человек. У данного подхода имеются как хорошие, так и плохие стороны.

Хорошие стороны:

- Легко организовать;

– Требует малых начальных вложений;
– Нет необходимости использовать сложное техническое оборудование.

Плохие стороны:

– Масштабируем только для некоторого предела;
– Сложно, либо невозможно повторно собрать статистические данные;
– Человек подвержен усталости;
– Нестабильное качество работы;
– При больших объёмах входной информации требует серьёзных затрат.

Автоматический сбор данных основан на обработке видеопотока на ЭВМ с автоматическим обнаружением и подсчетом на нем транспортных средств.

Хорошие стороны данного подхода:

– Масштабируем для очень большого числа транспортных узлов;
– Стабильная работа (качество) сбора данных.

Плохие стороны:

– Требует больших затрат на первоначальном этапе.

На данный момент из-за развития области машинного обучения и нейронных сетей, а также появления общедоступных предобученных моделей для распознавания образов, первоначальные расходы на системы сбора статистических данных о движении транспортных средств снизились, а также повысилась их точность.

Поэтому для решения поставленной задачи о сборе данных для математической модели предлагается использовать автоматическую систему с использованием нейронных сетей.

В основе автоматические системы подсчета траффика лежит нейронная сеть, которая представляет из себя математическую модель, построенную с применением теории из области искусственного интеллекта и «обученную» специальным образом.

Под термином «обучение» подразумевается процесс численной минимизации ошибки, возникающей между предсказанными значениями, моделью и реальными данными. Данными процесс представляет собой численную оптимизацию внутренней структуры модели, направленную на уменьшение ошибки между предсказаниями и реальными данными.

Реальные данные (или же данные для обучения) представляют собой видеозапись, полученную с видеокамер, где все объекты были заранее размечены. Также такой вид данных называется «датасетом».

Одним из самых больших датасетов данных для обучения является ImageNet. ImageNet представляет собой набор данных, представленных изображениями с высоким разрешением, которые люди помечали вручную. Насчитывается более 20 тысяч видов категорий, на которые разбиты данные изображения, а самих изображений – миллионы. Свое начало ImageNet берет в 2010 году. В рамках конкурса «Pascal» ежегодно люди размечают изображения, которые в последствии будут использованы для составления датасетов. Благодаря данным датасетам появилась возможность проверки и сравнения производительности нейронных сетей для классификации объектов [2].

Так как в данной работе необходима работа с видеопотоком (представляющим собой последовательные кадры), а именно отслеживание автомобилей на перекрестке, необходима модель, которая будет находить автомобили на изображении.

В качестве основы для разработки была выбрана модель под названием Nvidia SSD (наименование модели SSD – Single Shot MultiBox Detector) [3]. Ее архитектура указана на рисунке 1.

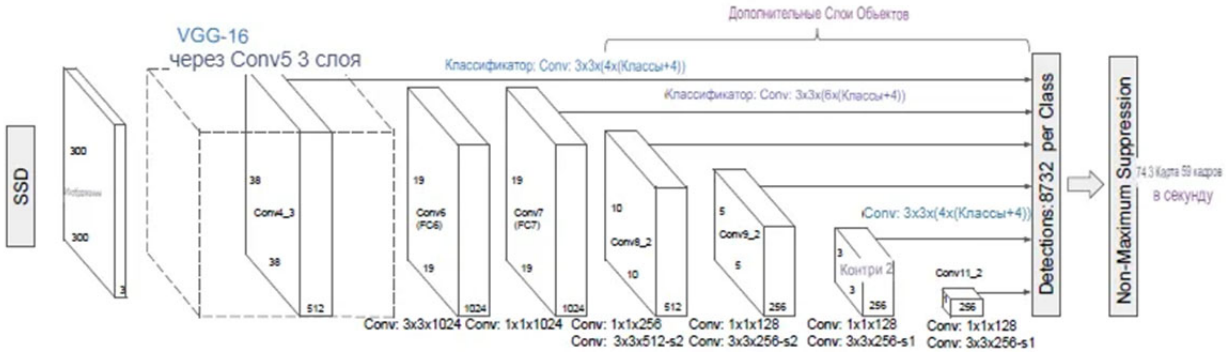


Рисунок 1. Архитектура модели Nvidia SSD

Основными достоинствами для ее выбора послужили высокая скорость работы и хороший уровень точности по сравнению с другими моделями.

Принцип работы данной модели проходил в два этапа. На первом этапе модель сама разделяла видеопоток на пакеты (отдельные изображения в определенном количестве), на втором этапе модель обрабатывала полученные пакеты и создавала новое видео, в котором были обведены рамками автомобили (см. Рис. 2).

Рисунок 2. Кадр после обработки

Идентифицирование автомобилей на перекрестке

Для реализации данной интеллектуальной информационной системы, исходя из поставленных задач, необходимо разработать алгоритм идентифицирования автомобилей на перекрестке.

Выходные данные нейронной сети представляют собой изображение, на котором обозначены объекты. Объекты, которые обнаруживает нейронная сеть, делятся на классы. Для модели SSD300 v1.1. список классов достаточно обширен, но в данной системе необходимым классом обнаружения являются автомобили.

После обработки кадра видеопотока, нейронная сеть с некой вероятностью выдает координаты объекта класса, индекс класса и изображение. Координаты объектов являются последовательностью координат, а именно значение левого верхнего и правого нижнего углов прямоугольника. Значения координат точки определяются относительно высоты (длины) и ширины изображения. Индексом класса является число, соответствующее обозначению данного класса. На основе полученных данных при помощи простой функции происходит выделение области и классификация данного объекта.

Таким образом, нейронная сеть классифицирует объекты на последовательных кадрах исходного видеоряда.

Алгоритм идентифицирования автомобилей необходим для создания хранилища автомобилей, которое является таблицей с ключом и значением, где ключ – число, а значение – последовательные координаты левого верхнего и правого нижнего углов прямоугольника. Для понимания того, как работает алгоритм, необходимо рассмотреть два последовательных кадра обработанных нейронной сетью. За основу необходимо взять любой кадр выходных данных нейронной сети (см. Рис. 3).

Рисунок 3. Начальный кадр видео

Следующим шагом необходимо взять следующий кадр (см. Рис. 4).

Рисунок 4. Второй кадр видео

Дифференцирование – это наложение двух изображений друг на друга путем изменения прозрачности одного из изображений. После выполнения дифференцирования данных кадров получаем результат, представленный на рисунке 5. Данный подход используется для обнаружения движущихся объектов по маске [4]. Исходя из полученного результата можно сделать следующие выводы: очертания автомобилей или их рамка в соседних кадрах пересекаются, и расстояние между центрами рамок в соседних кадрах не выходит за пределы очертания автомобиля первого кадра из-за достаточного значения кадров в секунду.

Рисунок 5. Дифференцирование кадров видео

На основе полученных выводов был разработан алгоритм идентифицирования автомобилей, для которой достаточно выполнение двух условий.

Во-первых, очертания автомобиля, его контур в соседних кадрах должны пересекаться любым способом. При пересечении контура несколькими контурами, необходима вторая проверка.

Во-вторых, для избегания ситуаций ложного идентифицирования, необходимо помимо проверки пересечения контуров также проверять расстояние между центрами данных контуров. На рисунке 5 видно, что расстояние между центрами автомобиля в соседних кадрах минимальное. Когда возникают спорные ситуации с несколькими пересечениями, для корректировки данных выбирается то пересечение, которое имеет наименьшее расстояние между центрами.

Разработка алгоритма идентифицирования на основе выходных данных нейросети

Алгоритм идентифицирования автомобилей необходим для получения траектории движения транспортного средства на перекрестке. Выходными данными нейронной сети являются координаты очертаний автомобиля, которые для упрощения приведены к виду прямоугольника и имеют вид последовательных чисел значений левого верхнего и правого нижнего углов прямоугольника.

Так как рамки очертания автомобилей в двух последовательных кадрах пересекаются, необходимо использовать данный вывод в разработке алгоритма.

Первым условием, по которому возможно определить, происходит ли пересечение рамок, является наличие точки центра их второго кадра в рамке первого. В Python для решения данной задачи существует библиотека, проверяющая нахождение точки в полигоне. Полигоном в данном случае является рамка первого кадра, состоящая из двух точек, из которых возможно получить все четыре точки рамки. Далее из полученных точек необходимо создать полигон и проверить, находится ли точка из последующего кадра в данном полигоне (Листинг кода 1) [5].

Листинг кода 1: проверка на принадлежность точки полигону

```
poly = Polygon(coords)
p1 = Point(getCentroid(Ex, Ey, Gx, Gy))
if p1.within(poly):
      return True
```

Недостаток данного решения в том, что при большой скорости автомобиля рамки могут пересекаться, но центр может не попадать в область рамки из предыдущего кадра. Исходя из этого, необходима доработка алгоритма, с проверкой на пересечения рамок.

Существует несколько способов проверки пересечения прямоугольников, в том числе проверка принадлежности точки вершины одного из прямоугольников в области другого. При любом пересечении прямоугольников один из углов находится непосредственно в другом прямоугольнике, за исключением касательного характера, когда одна из граней одного прямоугольника находится на одной из граней другого прямоугольника. В данном случае из-за оптимальной частоты кадров касательное пересечение граней будет говорить о том, что это не один и тот же автомобиль.

Для проверки нахождения угла одного прямоугольника на площади другого прямоугольника необходима выполнение двух условий. Координаты данного угла должны находиться в диапазоне координат левого верхнего и правого нижнего углов черного прямоугольника (см. Рис. 6) [6].

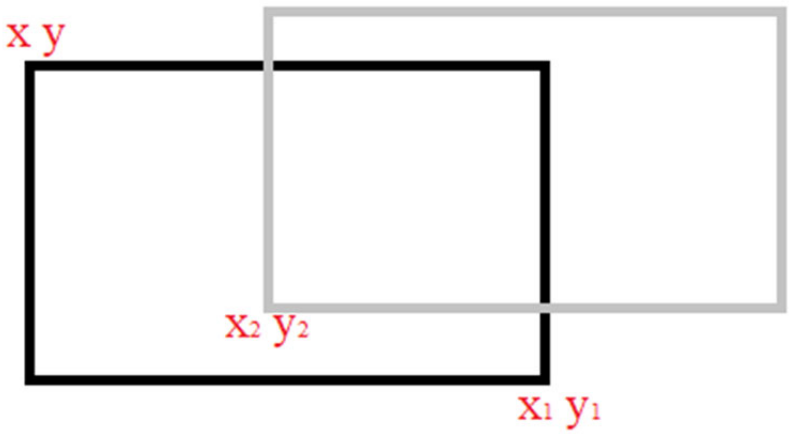


Рисунок 6. Пример пересечения прямоугольников

Как видно из примера (см. Рис. 3.2), необходимо выполнение двух неравенств, где:
x – координата ширины левого верхнего угла черного прямоугольника,
y – координата высоты левого верхнего угла черного прямоугольника,
x_1 – координата ширины правого нижнего угла черного прямоугольника,
y_1 – координата высоты правого нижнего угла черного прямоугольника,
x_2 – координата ширины левого нижнего угла серого прямоугольника,
y_2 – координата высоты левого нижнего угла серого прямоугольника,

$$x \leq x_2 \leq x_1, \quad (1)$$

$$y \leq y_2 \leq y_1. \quad (2)$$

Данные неравенства должны выполняться для одного из углов второго прямоугольника, в ином случае необходимо провести процедуру проверки принадлежности углов черного треугольника к серому [7].

При невыполнении данных условий следует вывод об отсутствии пересечения, следовательно, это два разных автомобиля.

Вследствие ракурса, возникают ситуации, когда происходит наложение нескольких рамок (см. Рис. 7).

Рисунок 7. Пример наложения рамок разных автомобилей

Для решения данной проблемы необходимо дополнения алгоритма идентифицирования сравнением минимального расстояния между рамками, с которыми было найдено пересечение. Так как центры имеют координаты на плоскости, необходимо воспользоваться формулой для нахождения расстояния между точками на плоскости где:

d – расстояние между координатами,

x_1 – координата ширины центра первой рамки,

y_1 – координата высоты центра первой рамки,

x_1 – координата ширины центра второй рамки,

y_1 – координата высоты центра второй рамки,

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}. \quad (3)$$

Далее необходимо сравнить полученные расстояния, – расстояние, которое окажется минимальным и будет означать, что рамка, которой принадлежит данная точка центра, относится к данному автомобилю.

Записи о траектории движения транспортных средств хранятся в словаре, который имеет вид таблицы с ключом и значением. Ключом в данном словаре является счетчик, который при запуске программы имеет нулевое значение. Значением выступает двумерный массив, состоящий из массивов, в которых находится последовательность координат рамок автомобилей, а именно координаты левого верхнего и правого нижнего углов. Иными словами, словарь является таблицей состоящий из двух столбцов: ключ и значение.

Так как во время запуска словарь является пустым и алгоритм идентифицирования транспортных средств не может начать свою работу, необходимо предварительно заполнить его первоначальными данными. Во время того, как впервые появляются данные об автомобилях, происходит заполнение словаря путем присвоения ключа, с его последующей инкрементацией, и координат обнаруженных автомобилей (Листинг кода 2).

Листинг кода 2 – Первое заполнение словаря

```
for i in range(0, len(self.firstFrame)):
    self.dictCoordinate[self.countCars] = [self.firstFrame[i]
    self.countCars+=1
```

Заполнение словаря происходит в случае первого запуска системы или первого получения координат автомобилей, либо в случае полного очищения словаря (Листинг кода 3). Полное очищение словаря происходит во время отсутствия транспортных средств на перекрестке.

Листинг кода 3 – Проверка на наличие записей в словаре

```
if not len(self.dictCoordinate):
    self.firstFrame.append([x1, y1, x2, y2])
elif len(self.dictCoordinate):
    self.secondFrame.append([x1, y1, x2, y2])
```

Последующие заполнения словаря происходят путем прохождения полного алгоритма идентифицирования автомобилей. При появлении координат автомобиля, который только начал движение по перекрестку, совпадений с существующими записями не происходит и данный автомобиль создается по аналогии с первоначальным заполнением словаря (Листинг кода 4).

Листинг кода 4 – Заполнения словаря новыми автомобилями

```
if self.newBoxesfdict:
    for i in self.newBoxesfdict:
        self.dictCoordinate[self.countCars] = [i]
        self.countCars += 1
```

Очищение словаря происходит с помощью алгоритма получения статистических данных о движении транспортных средств по перекрестку.

Вывод

Как можно видеть, для реализации задачи по сбору данных с помощью автоматизированной системы был разработан и написан алгоритм, основанный на многих предыдущих и использующий сильные стороны других алгоритмов со сглаживанием или полным устранением плохих особенностей. Данная система была написана и протестирована на записях видео с перекрестков, при этом те же самые записи были даны людям для ручного подсчета трафика. Как следует из эксперимента, система показала сопоставимый с человеком результат.

Литература

1. Казарян, Д. Э. Нейросетевые подходы к управлению потоками транспорта Д. Э. Казарян, В. А. Михалев, Е. А. Софронова. – Текст : непосредственный // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. – 2017. – Т. 18, № 1. – С. 97–106.

2. Хранилище классифицированных датасетов. – Текст : электронный // IM Genet. – URL: https://image-net.org/index.php (дата обращения: 15.01.2021).

3. Hui, J. SSD object detection: Single Shot MultiBox Detector for real-time processing // Jonathan Hui. – URL: https://jonathan-hui.medium.com/ssd-object-detection-single-shot-multibox-detector-for-real-time-processing-9bd8deac0e06 (date of application: 10.10.2021).

4. Тукмачева, Ю. А. Обзор алгоритмов, используемых для определения интенсивности дорожного движения на перекрестке / Ю. А. Тукмачева. – Текст : непосредственный // Евразийское Научное Объединение. – 2021. – № 8-1 (78). – С. 61–64.

5. Документация Shapely // Shapely 1.8.0. – URL: https://pypi.org/project/Shapely/ (date of application: 30.01.2021).

6. Амелькин, В. В. Геометрия на плоскости. Теория, задачи, решения : в 2 частях / В. В. Амелькин В. Л. Рабцевич. – Мозырь : Белый Ветер, 2015. – Ч. 1. – 288 с. – Текст : непосредственный.

7. Документация Python math // Python https://docs.python.org/3/library/math.html (date of application: 30.01.2021).

ВЕСТНИК ЮГОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
2021 г. Выпуск 4 (63). С. 55–62

DOI: 10.17816/byusu20210455-62
УДК 697. 133

Е. А. Годовников, О. А. Петухова, Т. В. Пронькина, Р. Т. Усманов, А. В. Шицелов

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОПОТЕРЬ УЧЕБНОЙ АУДИТОРИИ. АППАРАТНАЯ ЧАСТЬ

В статье рассматривается структура аппаратной части и межсетевого взаимодействия автоматизированной системы для определения потерь тепла в помещении на примере учебной аудитории ЮГУ. Разработан терморегулятор с учетом специфики помещения. Выбран счетчик тепла с возможностью телеметрии.

Ключевые слова: Теплопотери, коммунальные услуги, терморегулятор, «умный дом», RS-485, ModBus, микроконтроллер, датчик, сервопривод.

E. A. Godovnikov, O. A. Petuhova, T. V. Pronkina,R. T. Usmanov, A. V. Shitzelov

AUTOMATED SYSTEM FOR DETERMINING HEAT LOSSES OF THE EDUCATIONAL AUDIENCE. HARDWARE PART

The article discusses the structure of the hardware and internetworking of automated room heat loss identification system on example of the Ugra State University classroom. The temperature controller has been developed taking into account the specifics of the room. A heat meter with telemetry capability has been selected.

Keywords: heat loss, public utilities, temperature controller, smart house, RS-485, ModBus, microcontroller, sensor, servomotor.

Вопрос коммунальных платежей в России волнует жителей стабильно остро. Это неудивительно т. к., по данным Федеральной службы государственной статистики, за 10 лет цены поднялись более чем в 2 раза (см. таблицу 1) [1] и составляют значительную часть от бюджета семьи [2]. Одним из самых дорогих ресурсов является отопление. Ситуация с юридическим лицами обстоит ещё сложнее, так как применяемые к ним тарифы существенно выше (иногда в несколько раз) чем для физических лиц.

Таблица 1 – Индексы потребительских цен на товары и услуги, процент, РФ, период с начала отчетного года в % к соответствующему периоду предыдущего года (январь)

	2011	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**итого за 10 лет**
Жилищно-коммунальные услуги	111,9	102,4	109,6	109,8	109,8	109,8	105,4	104,3	106	102,79	103,35	205,8
Коммунальные услуги	113,4	101,7	110,5	111,1	105,2	109,1	105,4	104,4	106,8	102,31	103,76	202,9
Отопление	112,5	101,1	110,5	111,2	105,8	109,7	104,9	103,6	105,6	102,23	103,41	197,3

Основной вклад в формировании температуры в помещении вносят радиаторы отопления, но кроме них тепло также выделяют электронные устройства и большое количество людей («надышали»), вдобавок колебания температуры за окном приводят к значительному повышению температуры в помещении. В результате находящиеся в помещении люди испытывают дискомфорт, открывают окна, и избыток «золотого» тепла выходит на улицу. Открытие окон, с одной стороны, позволяет быстро вернуть комфортную температуру, но, с другой стороны, появляется риск «забыть» закрыть окна, что в результате может привести к замерзанию радиаторов.

Внедрение системы индивидуального регулирования в каждом помещении представляется интересным вариантом для решения указанной проблемы. Главным недостатком такой системы являются высокие вложения на этапе внедрения. Достоинством – повышение комфорта нахождения в помещении за счет точного дозирования поступающего тепла. «Комфорт» всегда был всегда «дорогой опцией», но в данном случае он может окупиться за относительно короткий промежуток времени за счет сокращения затрат на коммунальные платежи.

Для определения теплопотерь в помещении и, как следствие, возможной экономии потребления тепла была создана «цифровая лаборатория» на базе аудитории 450 3-го корпуса Югорского государственного университета. Общая структурная схема проекта показана на рисунке 1.

Рисунок 1. Структурная схема проекта «Цифровая лаборатория»

Для определения теплопотерь необходимо контролировать температуру в помещении, на улице, а также знать количество поступающего тепла. Для этого необходимо поставить соответствующее оборудование.

На первом этапе следует определиться с архитектурой системы и сетевого взаимодействия.

Получаемую от датчиков информацию необходимо хранить в базе данных, а также выводить ее в удобном для пользователя виде. Таким образом, в системе необходимо предусмотреть сервер для сбора, хранения и вывода данных.

При выборе средств сетевого взаимодействия был поставлен ряд требований:

1. масштабируемая архитектура;
2. простота конструкции;
3. двусторонний обмен данными;
4. промышленный стандарт.

Под эти требования прекрасно подходит интерфейс RS-485 – один из наиболее распространенных стандартов физического уровня. Физический уровень – это канал связи и способ передачи сигнала (1 уровень модели взаимосвязи открытых систем OSI) [3]. Простота интерфейса, с одной стороны, является достоинством, с другой, – недостатком, ведь он предусматривает передачу только одного байта. В качестве протокола более высокого уровня

обычно применяют ModBus [4]. Минусом указанного протокола является работа по принципу «запрос-ответ», т. е. наличие одного главного устройства (master) и множества ведомых (slave). Транзакцию может начинать только ведущее устройство, а ведомые устройства обязаны ответить на запрос. С другой стороны, это позволяет не задумываться о явлениях коллизии при отсутствии схемы арбитража.

Счетчик тепла

Для определения количества поступающего тепла необходимо определить входную и выходную температуру и значение прокачиваемого объёма теплоносителя (опционально также используют разность показаний давления). Далее значение потребленного тепла косвенно вычисляется по этим параметрам. В промышленных системах используется распределенная система датчиков совместно с тепловычислителем. В бытовых – единое конструктивно законченное изделие. В данной системе используется только один радиатор отопления, поэтому проще и дешевле установить бытовой счетчик с возможностью снятия телеметрии.

На рынке бытовой теплосчетчиков свою продукцию представляют более десятка фирм, при этом передачу телеметрии предлагают в различных вариантах: интерфейс-импульсный выход, MBus [5] и RS-485. Более экзотические и менее применяемые, такие как Bluetooth, LoRa и прочие, в данной статье не рассматриваются.

Реализация системы с импульсным выходом требует использования дополнительного оборудования в виде счетчика импульсов. В случае использования интерфейса MBus, возникает необходимость наличия преобразователя RS-485 в MBus. Третий вариант с использованием интерфейса RS-485 представляется наиболее простым. Как уже указывалось выше, интерфейс RS-485 является интерфейсом физического уровня и не накладывает ограничений на канальный уровень. На рынке можно найти теплосчетчики с собственным протоколом канального уровня, MBus (используется только протокол).

В результате исследования рынка выбран теплосчетчик SANEXT Mono RM с интерфейсом RS-485 [6]. Несмотря на использование нестандартного протокола, он хорошо документирован [7]. Эта особенность и наличие его в продаже определили выбор прибора.

Рисунок 2. Теплосчетчик SANEXT Mono RM

Рассмотрим подробнее используемый протокол. Устройства, работающие по протоколу SANEXT, взаимодействуют по модели master-slave. Данные предаются пакетами по интерфейсу RS-485. Формат байт 8N1. Битовая скорость 9600 бит/с.

Общая структура передаваемых пакетов выглядит следующим образом. На рисунке 3 представлена структура пакета запроса от ведущего устройства.

ADDR	F	L	DATA_IN	ID	CRC16

Рисунок 3. Структура пакета запроса от ведущего устройства

Пакет запроса состоит из следующий полей:

- **ADDR** – сетевой адрес устройства (4 байта) в формате BCD, старшим байтом вперед.
- **F** – код функции запроса (1 байт);
- **L** – общая длина пакета (1 байт);
- **DATA_IN** – входные данные запроса (длина определяется **F**);
- **ID** – идентификатор запроса (любые 2 байта);
- **CRC16** – контрольная сумма (uint16_t) 2 байта младшим байтом вперед.

На рисунке 4 представлена структура пакета ответа от ведомого устройства.

ADDR	F	L	DATA_OUT	ID	CRC16

Рисунок 4. Структура пакета ответа от ведомого устройства

Пакет ответа состоит из следующий полей:

- **ADDR** – сетевой адрес устройства (4 байта) в формате BCD, старшим байтом вперед.
- **F** – код функции (1 байт);
- **L** – общая длина пакета (1 байт);
- **DATA_OUT** – входные данные ответа (длина определяется **F** и **DATA_IN**);
- **ID** – идентификатор запроса (2 байта присутствующие в ID запроса);
- **CRC16** – контрольная сумма (uint16_t) 2 байта младшим байтом вперед.

Приборы, работающие по протоколу SANEXT, возвращают значения параметров в формате числа с плавающей точки одинарной точности float32, либо в формате числа с плавающей точкой двойной точности double64.

Терморегулирование

В качестве исполнительного механизма для ограничения потока тепла изначально был установлен обычный кран, который не позволяет подключиться к автоматическому терморегулятору. Для решения этой проблемы ручной вентиль был заменен на клапан (рисунок 5а), который будет применяться совместно с сервоприводом (рисунок 5б). Сервопривод такого типа осуществляет бесшумное управление (в отличие от моторизированный вентилей) за счет встроенного нагревателя и работающего по принципу расширения от нагрева с последующим давлением на клапан. Время открытия/закрытия лежит в пределах 3–5 минут.

а) б)

Рисунок 5. Клапан управления батарей отопления (а); Сервопривод клапана

Следующим этапом является выбор датчиков температуры и терморегулятора. Так как монтаж системы предполагается в готовом компьютерном классе, то это накладывает дополнительный ряд ограничений на выбор оборудования:

- Максимально простой монтаж: во внешнюю монтажную коробку или din-рейку (с соблюдением правил безопасности).

– Ограничение доступа к изменению настроек температуры терморегулятора.

В результате было решено доработать собственное устройство терморегулятора, применяемое в системах «умный дом» [8]. Доработка заключается в замене радиомодуля на проводной интерфейс RS-485. Электрическая принципиальная схема устройства приведена на рисунке 6.

В основе схемы лежит микроконтроллер STM32F030F4P6 фирмы STMicroelectronics [9]. Преобразователь UART-RS485 не показан, он в виде небольшого модуля устанавливается на разъем P5, а линия pf0 служит сигналом W/R. Питается устройство напряжением 5–12В. В качестве датчиков температуры используются готовые интегральные микросхемы DS18B20 (рисунок 7) [10] со следующими параметрами.

– Для однопроводного интерфейса 1-Wire достаточно одного порта связи с контроллером.
– Каждое устройство имеет уникальный серийный код длиной 64 разряда.
– Возможность подключения нескольких датчиков через одну линию связи.
– Нет необходимости во внешних компонентах.
– Возможность получать питание непосредственно от линии связи. Напряжение питания в пределах 3,0 В … 5,5 В.
– Диапазон измерения температуры -55 ... +125 °C.
– Погрешность не превышает 0,5 °C в диапазоне -10 ... +85 °C.
– Разрешение преобразования 9…12 бит. Задается пользователем.
– Время измерения не превышает 750 мс при максимально возможном разрешении 12 бит.
– Возможность программирования параметров тревожного сигнала.
– Тревожный сигнал передает данные об адресе датчика, у которого температуры вышла за заданные пределы.

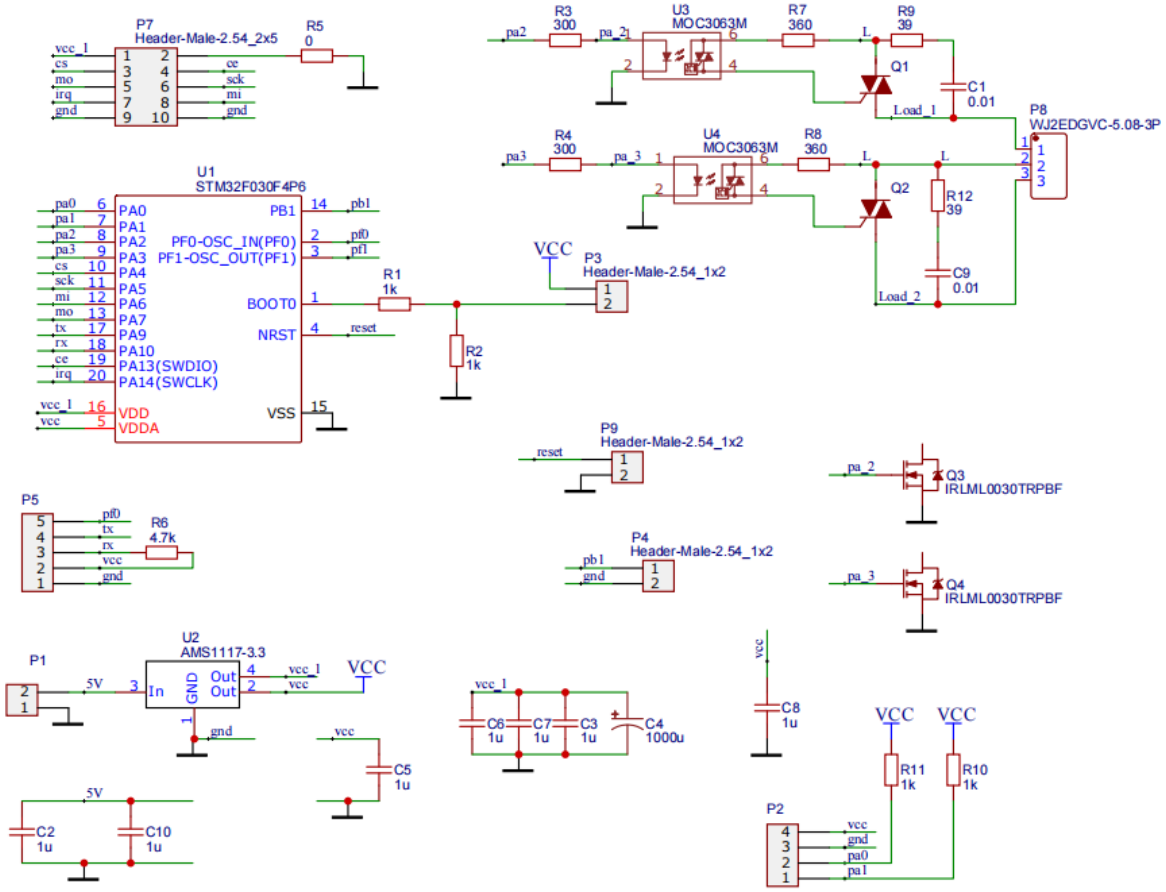


Рисунок 6. Электрическая принципиальная схема терморегулятора

Алгоритм работы терморегулятора

Микроконтроллер после запуска настраивает периферийные модули:

- порты ввода-вывода;
- UART;
- таймер.

Затем микроконтроллер попадает в пустой бесконечный цикл, выйти из которого он может только по прерыванию от таймера или от модуля UART по приему байта или по таймауту.

При поступлении посылки от ведущего устройства контроллер сохраняет ее в буфере с целью последующего декодирования в соответствии с протоколом ModBus. Для чтения данных используются стандартные ModBus-команды 3 и 4, которые в данном случае являются равнозначными и обращаются к единому адресному пространству регистров ModBus. Для записи используются команды 6 и 16. Структура данных для работы с протоколом ModBus показана на листинге 1

Листинг 1

```
typedef struct {
     unsigned int rxtimer;    // *** этим считаем таймаут (не ис-
пользуется т.к. используется аппаратный таймаут по приему)
     unsigned char delay;     // *** задержка (не используется т.к.
используется аппаратный таймаут по приему)
     unsigned char buffer[256];//буфер для хранения запроса
     uint16_t reg [reg_col];//буфер для хранения регистров
     unsigned char rxcnt;     //количество принятых символов
     unsigned char txcnt;     //количество переданных символов
     unsigned char txlen;     //длина посылки на отправку
     unsigned char rxgap;     //окончание приема
} UART_DATA;
```

Рисунок 7. Внешний вид датчика температуры DS18B20 в корпусе TO-92

Два датчика температуры подключаются к портам микроконтроллера PA.0 и PA.1. Подключаются они по трем проводам GND, Data, VCC. Паразитное питание не используется.

Код опроса датчика температуры по интерфейсу 1-wire представлен на листинге 2.

Листинг 2

```
if ( flag_tim3 & 1){     // если пора опрашивать первый датчик тем-
пературы и канал регулятора не отключен
     flag_tim3 &= ~1;
     ow_a_sendAll(0x4e); //настройка датчика
     ow_a_sendData(0xff);
     ow_a_sendData(0xff);
     ow_a_sendData(0x1f);
     Delay_ms(50);
     ow_a_sendAll(0x44);      //начало преобразование температуры
```

```
    Delay_ms(94*100);         // 100*100 -- 100 ms for 9 bit;
800*100 for 12 bit
    ow_a_sendAll(0xbe);       //получение регистра с температурой
    *t1=ow_a_getData16();
    ow_a_reset();
    TempRegulator(1, *t1);
}
```

По результатам опроса датчика внутренней температуры показания передаются в функцию `TempRegulator(1, *t1)` в которой произойдёт сравнение текущей температуры с желаемой с учетом гистерезиса, и в результате будет принято решение о включении или отключении подачи тепла в батарею отопления. Так как для управления сервоприводом используется напряжение 220В, то для платы предусмотрен ключ для коммутации переменного напряжения на основе силового симистора и управляющего оптосимистора.

Все переменные и регистры ModBus находятся в едином адресном пространстве с различными функциями и ссылаются на него посредством механизма указателей. Пример приведен на листинге 3.

Листинг 3

```
extern UART_DATA uart1;
uint16_t* t1 = &uart1.reg[0];
uint16_t* t2 = &uart1.reg[1];
uint16_t* temp_1 = &uart1.reg[2];  // уставка температуры канала 1
uint16_t* temp_2 = &uart1.reg[3];  // уставка температуры канала 2
uint16_t* reg_1 = &uart1.reg[4];   // состояние регулятора 1
uint16_t* reg_2 = &uart1.reg[5];   // состояние регулятора 2
```

Сервер

При разработке программы к ней были предъявлены следующие требования:

- операционная система – Ubuntu Linux;
- база данных – MySQL [11, 12];
- взаимодействие с оборудованием осуществляется по протоколу ModBus и SANEXT.

Тестирование программы

Для проверки работоспособности сбора данных от терморегулятора и теплосчетчика была написана консольная программа на языке Python3, которая периодически опрашивает устройства, указанные в базе данных. Если устройство не найдено, то выводится сообщение «invalid response from device», в противном случае выводятся показания на экран. Результат представлен на рисунке 8.

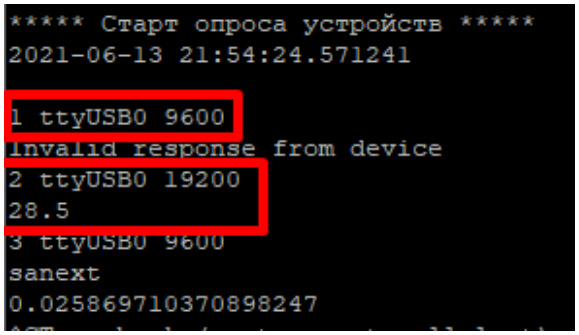


Рисунок 8. Запуск программы

Заключение

В результате была реализована аппаратная часть системы удаленного автоматического сбора информации и управление инженерным оборудованием в помещении. В дальнейшем данную систему планируется объединить с системой контроля удаленного доступа ЮГУ [13, 14].

Литература

1. Индексы потребительских цен на товары и услуги, процент. – Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики. – URL: https://www.gks.ru/dbscripts/cbsd_internal/DBInet.cgi?pl=1902001 (дата обращения: 11.10.2021).

2. Долги населения за коммунальные услуги – как менялись тарифы и сколько россияне задолжали за услуги ЖКХ. – Текст : электронный // Тинькофф журнал. – URL: https://journal.tinkoff.ru/communal-debt/ (дата обращения: 11.10.2021).

3. RS-485 для чайников. – Текст : электронный // Портал магистров ДонНТУ. – URL: https://masters.donntu.org/2007/fvti/arutyunyan/library/art7.htm (дата обращения: 11.10.2021).

4. Просто о Modbus RTU с подробным описанием и примерами. – Текст : электронный // Системы промышленной автоматизации. – URL: https://ipc2u.ru/articles/prostye-resheniya/modbus-rtu/ (дата обращения: 11.10. 2021).

5. M-BUS, часть I. Связь железа с компьютером. – Текст : электронный // Сообщество EasyElectronics.ru. – URL: http://we.easyelectronics.ru/electro-and-pc/m-bus-chast-i.html (дата обращения: 11.10.2021).

6. Sanext.ru SANEXT – теплосчетчики квартирные. – Текст : электронный // Санекст: инженерные системы. – URL: https://sanext.ru/teploschetchiki_sanext (дата обращения: 11.10. 2021).

7. Описание протокола обмена Теплосчётчик компактный SANEXT mono RM. – Текст : электронный // Санекст: инженерные системы. – URL: http://sanext.ru/files/protokol_obmena_rs_485_sanext_mono_rm.pdf (дата обращения: 11.10.2021).

8. Умный дом : сделаем дом комфортнее. – URL: http://shome.ooo (дата обращения: 11.10.2021). – Текст : электронный.

9. STM32F030F4 – Mainstream Arm Cortex-M0 Value line MCU with 16 Kbytes of Flash memory, 48 MHz CPU // STMicroelectronics. – URL: https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32f030f4.html (date of application: 11.10.2021).

10. DS18B20 – Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer // Maxim Integrated – Analog, Linear, and Mixed-Signal Devices. – URL: https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf (date of application: 11.10.2021).

11. Базы данных: основные понятия. – Текст : электронный // СУБД MySQL. Обучение MySQL. – URL: http://www.webmasterwiki.ru/mysql (дата обращения: 11.10. 2021).

12. Фам, А. Н. А. Автоматизированная система определения теплопотерь в помещении / А.Н.А. Фам. – Текст : непосредственный // Евразийское научное объединение. – 2021. – № 6-2 (76). – С. 118–120.

13. Технология управления доступом в помещение через web-приложение по сети интернет / Е. А. Годовников, О. А. Петухова, В. М. Татьянкин [и др.]. –Текст : непосредственный // Вестник Югорского государственного университета. – 2020. – № 3 (58). – С. 61–69.

14. Годовников, Е. А. Проектирование СКУД предприятия с интегрированной аутентификацией беспроводной сети / Е. А. Годовников, А. В. Шицелов, Р. Т. Усманов. – Текст : непосредственный // Вестник Югорского государственного университета. – 2019. – № 2 (53). – С. 23–28.

ВЕСТНИК ЮГОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
2021 г. Выпуск 4 (63). С. 63–70

DOI: 10.17816/byusu20210463-70
УДК 616:578.834.1

М. Г. Коротков, А. А. Петров, М. В. Куркина

О ПРИМЕНИМОСТИ МОДЕЛЕЙ АРПСС ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ И ПРОГНОЗИРОВАНИИ ДИНАМИКИ НОВЫХ СЛУЧАЕВ ЗАРАЖЕНИЯ COVID-19

Целью работы является исследование применимости методологии построения моделей АРПСС в проблеме моделирования и прогнозирования динамики новых случаев заражения коронавирусом в осенне-зимний период 2020 года в ХМАО-Югре.

Ключевые слова: временной ряд, статистические методы, модель АРПСС, прогнозирование.

M. G. Korotkov, A. A. Petrov, M. V. Kurkina

ON THE APPLICABILITY OF ARPS MODELS IN MODELING AND FORECASTING THE DYNAMICS OF NEW CASES OF COVID-19 INFECTION

The aim of the work is to study the applicability of the methodology for constructing ARIMA models in the problem of modeling and predicting the dynamics of new cases of coronavirus infection in the autumn-winter period of 2020 in the KhMAO-Yugra.

Keywords: time series, statistical methods, ARIMA model, forecasting.

Введение

При попытках построения математических моделей и прогноза процесса распространения COVID-19 для региона в качестве исходных данных из открытых источников можно рассматривать временной ряд количества зараженных за день.

Факторы, влияющие на процесс, можно условно разделить на два типа.

1. Разовые административные решения, приводящие к достаточно быстрому и резкому изменению тренда рассматриваемого процесса:
   - объявление внеочередных нерабочих дней;
   - ввод/отмена режима самоизоляции;
   - ввод/отмена дистанционного формата обучения в образовательных учреждениях;
   - ввод/отмена контроля и запрета въезда из-за пределов региона;
   - ввод/отмена ограничений работы объектов общепита и досуга;
   - и т. п.
2. Постоянно действующие факторы, информацию о которых достаточно сложно найти в открытых источниках:
   - количество ежедневно проводимых тестирований по выявлению заражения коронавирусной инфекцией;
   - количество ежедневно прививаемых;
   - количество и ковидный статус ежедневно прибывающих и убывающих в регионе;
   - и др.

Факторы первого типа характеризуются различным временем запаздывания влияния на рассматриваемый процесс и наличием мультипликативного эффекта.

Заметим, что логарифмирование исходных данных временного ряда позволяет учесть влияние мультипликативного эффекта факторов первого типа.

Существует несколько подходов при построении математических моделей процесса. Один из них – это учет влияния факторов через выделение нелинейного тренда (для всего

ряда). Такой подход целесообразен при сравнении процессов, протекающих в различных регионах, с целью выявления различий и причин появления этих различий.

Целью же данной работы построение модели АРПСС для одного региона.

Постановка задачи

Применимость методологии построения модели АРПСС [1, 2] и прогноза на ее основе рассмотрим на примере динамики новых случаев заражения COVID-19 в осенне-зимний период 2020 года в ХМАО-Югре (открытые данные сайта coronavirus-monitor.ru).

Рисунок 1

На рис. 1 представлен график за период с 01.09.2020 по 07.01.2021.

Возможность использования предлагаемого к рассмотрению подхода проиллюстрируем, предполагая, что прогноз будет строиться по данным с 01.09.2020 по 24.12.2020 (рис. 2) на двухнедельный период с 25.12.2020 по 07.01.2021

Рисунок 2

В соответствии с методикой, изложенной в [3], для построения модели АРПСС в качестве исходного ряда выбираем данные, начиная с 16.10.2020 (рис. 3) (убираем из рассмотрения данные с 01.09.20 по 15.10.20).

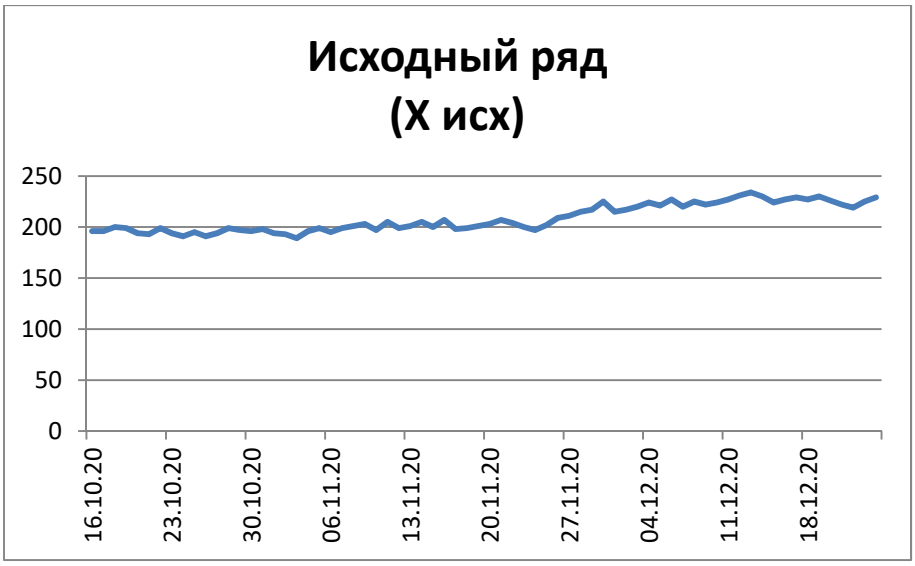


Рисунок 3

Этапы построения модели и прогноза

Этапы построения модели и прогноза проводятся методами, предлагаемыми в [4].

Логарифмирование исходного ряда

Для учета мультипликативных эффектов влияния факторов проводится логарифмирование исходного ряда (рис. 4).

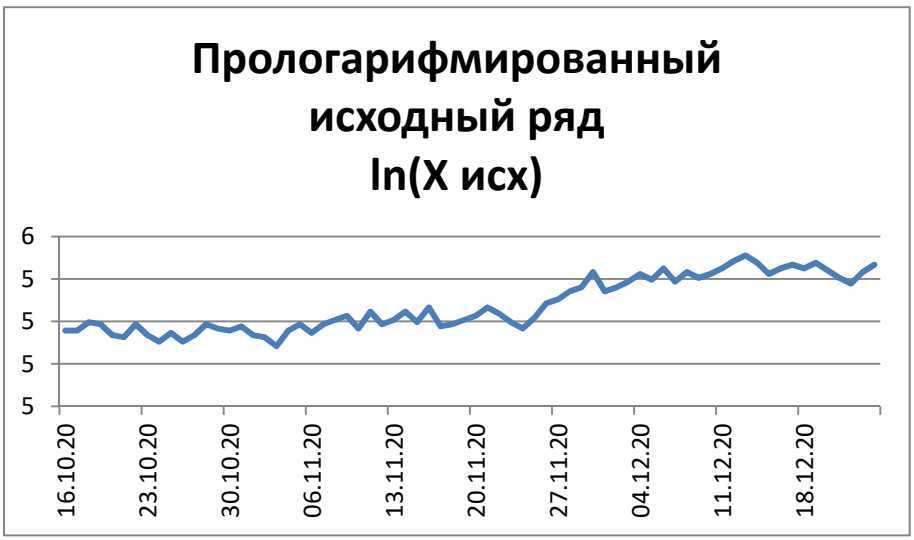


Рисунок 4

Идентификация модели АРПСС

Приведение ряда к виду, близкому к стационарному, достигается взятием разностей второго порядка (рис. 5).

Рисунок 5

Анализ поведения автокорреляционной и частной автокорреляционной функций дает основания считать, что порядок авторегрессии модели АРПСС **p=1**, порядок скользящего среднего **q=1** (рис. 6а, 6б).

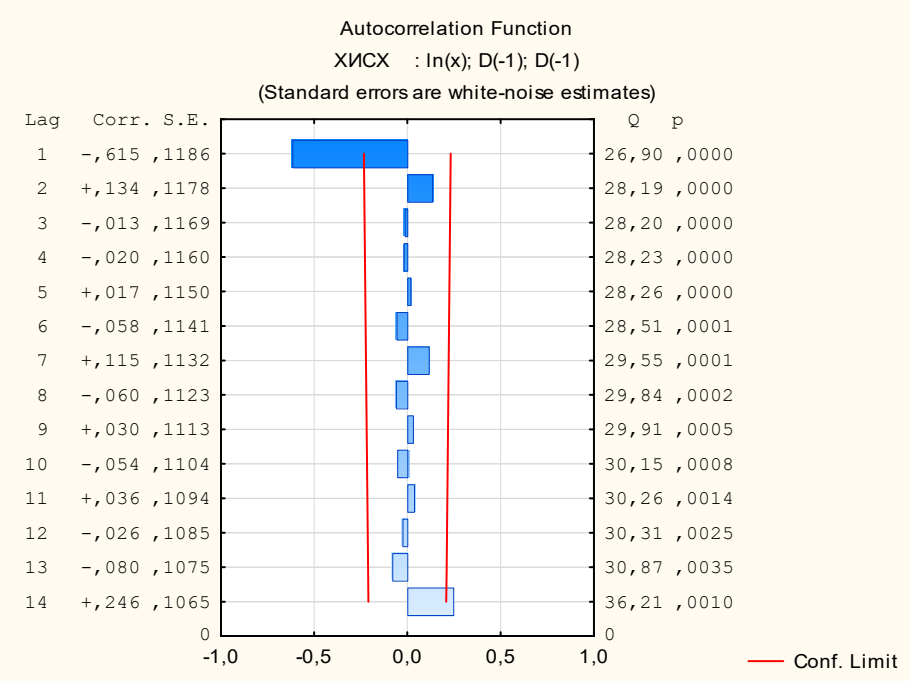


Рисунок 6а

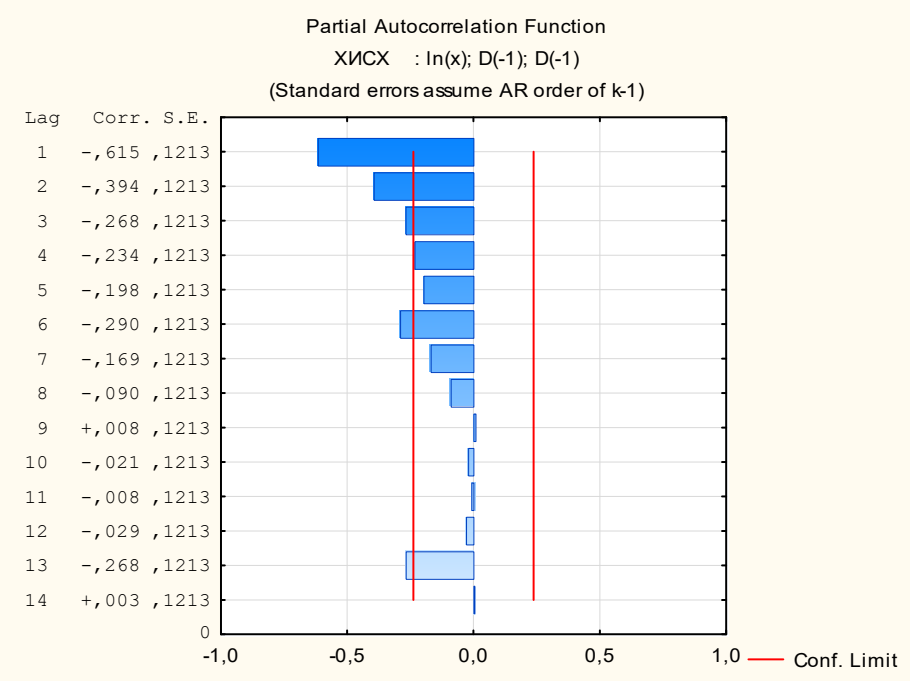


Рисунок 6б

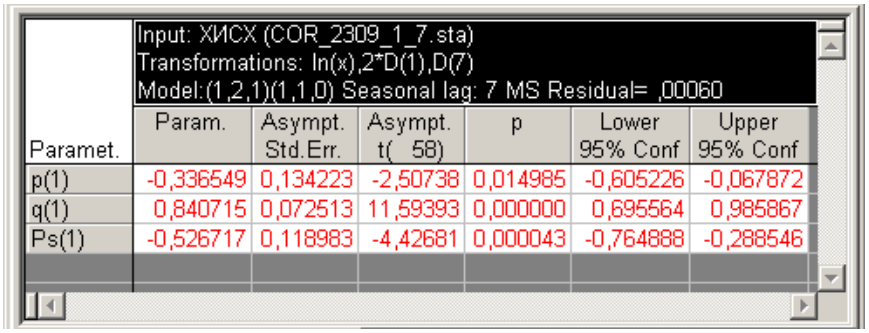
Учитывая недельный цикл функционирования всех служб и систем, влияющих на отбор и обработку данных, можем предполагать наличие семидневной периодичности в рассматриваемом процессе.

Проведенный Фурье-анализ подтверждает предположение, что сезонный лаг **s=7**. Проведя процедуры, аналогичные вышеописанным, получаем, что сезонный параметр авторегрессии **Ps=1**, сезонная разность **ds=1**, сезонный параметр скользящего среднего **Qs=0**.

Таким образом, приходим к модели АРПСС (1,2,1) (1,1,0) с сезонным лагом, равным 7.

Оценка параметровмодели АРПСС.

В результате процедуры оценивания получим значения параметров модели АРПСС (рис. 7).


Input: ХИСХ (COR_2309_1_7.sta)
Transformations: ln(x),2*D(1),D(7)
Model:(1,2,1)(1,1,0) Seasonal lag: 7 MS Residual= ,00060

Paramet.	Param.	Asympt. Std.Err.	Asympt. t(58)	p	Lower 95% Conf	Upper 95% Conf
p(1)	-0,336549	0,134223	-2,50738	0,014985	-0,605226	-0,067872
q(1)	0,840715	0,072513	11,59393	0,000000	0,695564	0,985867
Ps(1)	-0,526717	0,118983	-4,42681	0,000043	-0,764888	-0,288546

Рисунок 7

Результаты показывают, что все значения параметров статистически значимы (с 5 % уровнем значимости).

Исследование адекватности модели АРПСС

Эта процедура проводится на основе анализа остатков модели.

На рис. 8 представлена гистограмма остатков. Отличие от нормальности распределения, возможно, обусловлено влиянием вышеописанных факторов, поскольку учет всех факторов в модели принципиально невозможен.

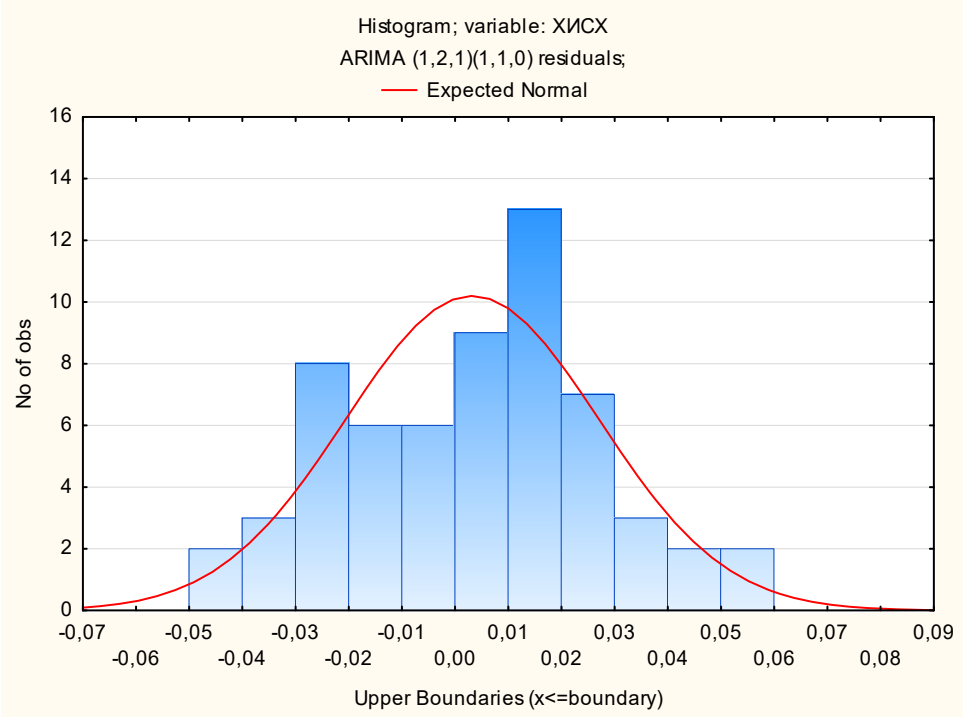


Рисунок 8

На рис. 9, 10 представлены автокорреляционная и частная автокорреляционная функции остатков соответственно. Их поведение позволяет прийти к выводу, что построенная модель АРПСС адекватна изучаемому процессу и может быть применена к построению прогноза.

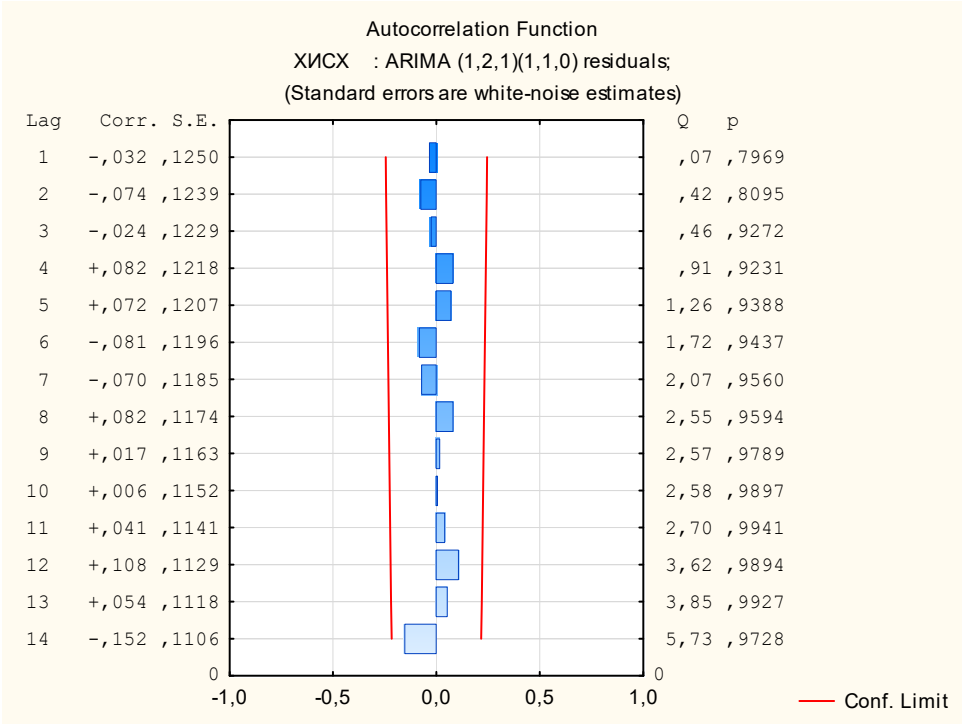


Рисунок 9

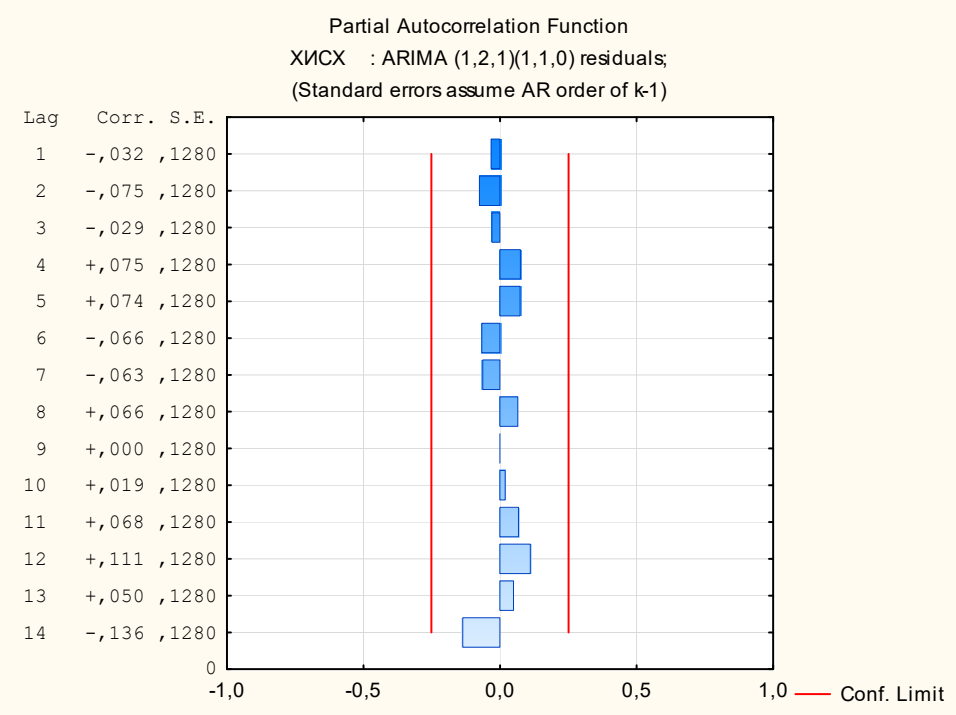


Рисунок 10

Построение прогноза

На рис. 11 представлен исходный ряд и прогноз на 2 недели (с 25.12.2020 по 07.01.2021).

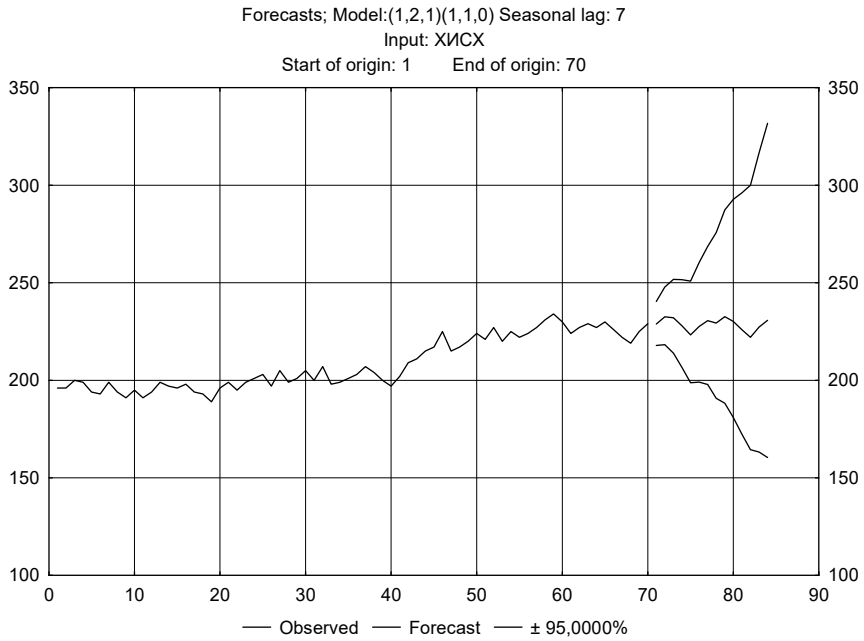


Рисунок 11

На рис. 12 представлены графики реальных значений и прогнозируемых на 2 недели.

Рисунок 12

Прогнозные данные хорошо согласуются с реальными до 03.01.2021. Начиная с 04.01.2021 наблюдается существенное различие в поведении реальных и прогнозных данных. Скорей всего, это обусловлено началом новогодних праздничных дней, а хорошее согласие до 03.01.2021 обусловлено запаздыванием учета в реальных данных результатов предпраздничного тестирования. Поведение реальных данных позднее объясняется резким уменьшением количества тестируемых во время новогодних праздничных дней.

Выводы

Проведенные исследования показали, что использование модели АРПСС для описания динамики новых случаев заражения COVID-19 и прогнозирование на ее основе допустимы в случае, когда на характер процесса в прогнозируемый период не будет оказано существенное влияние в результате ожидаемых или внезапных административных решений и действий.

Отсутствие информации о последних приводит к невозможности получения правдоподобного прогноза. Весьма вероятно, что это справедливо и для других подходов к моделированию и прогнозированию динамикиновых случаев заражения короновирусом.

Литература

1. Мишулина, О. А. Статистический анализ и обработка временных рядов / О. А. Мишулина. – Москва : МИФИ, 2004. – 180 с. – Текст : непосредственный.

2. Дуброва, Т. А. Статистические методы прогнозирования : учебное пособие для вузов / Т. А. Дуброва. – Москва : Юнити, 2003. – 106 с. – Текст : непосредственный.

3. Коротков, М. Г. Проблемы идентификации интервалов временного ряда при прогнозировании динамики числа заражённых Covid-19 статистическими методами на примере Югры / М. Г. Коротков, А. А. Петров, М. В. Куркина. – Текст : непосредственный // Вестник Югорского государственного университета. – 2020. – № 16 (3). – С. 70–74.

4. Боровиков, В. П. Прогнозирование в системе STATISTICA в среде Windows / В. П. Боровиков, Г. И. Ивченко. – Москва : Финансы и статистика, 1999. – 384 с. – Текст : непосредственный.

ВЕСТНИК ЮГОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
2021 г. Выпуск 4 (63). С. 71–83

DOI: 10.17816/byusu20210471-83
УДК 004.946

Е. И. Сафонов, Д. А. Парунов, А. Д. Синягин

РАЗРАБОТКА ТРЕНАЖЕРА ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ЗАМЕНЫ ОБРАТНОГО КЛАПАНА НА ФОНТАННОЙ АРМАТУРЕ

В статье приводится описание этапов процесса создания тренажера виртуальной реальности на примере стандартной операционной процедуры замены обратного клапана на фонтанной арматуре. Описан краткий обзор устройства фонтанной арматуры и анализ этапов замены обратного клапана. Разработан краткий алгоритм на основе 11 из 16 реализуемых этапов. Обосновывается выбор аппаратной платформы и программного обеспечения. На примере фонтанной арматуры описаны процессы создания трехмерной модели и развертки текстур в трехмерном редакторе 3ds Max, создание карт цвета, отражения и нормалей текстуры в графическом редакторе Substance Painter. Описан процесс создания ландшафта в среде Unity3D. При разработке основных скриптов были использованы ассеты Oculus Integration и VR TK.

Ключевые слова: виртуальная реальность, тренажер, Oculus Quest, Unity3D, стандартная операционная процедура, фонтанная арматура

E. I. Safonov, D. A. Parunov, A. D. Sinyagin

DEVELOPMENT OF A VIRTUAL REALITY SIMULATOR REPLACING THE CHECK VALVE ON CHRISTMAS TREE

The article describes the stages of the process of creating a virtual reality simulator using the example of a standard operating procedure for replacing a check valve on a Christmas tree. A brief overview of the Christmas tree arrangement and an analysis of the stages of the check valve replacement are described. A short algorithm has been developed based on 11 out of 16 implemented stages. The choice of hardware platform and software is substantiated. Using the Christmas tree as an example, the processes of creating a three-dimensional model and unfolding textures in the three-dimensional editor 3ds Max, creating color maps, reflection and texture normals in the graphical editor Substance Painter are described. The process of creating a landscape in the Unity3D environment is described. Oculus Integration and VR TK assets were used in the development of the main scripts.

Keywords: virtual reality, simulator, Oculus Quest, Unity3D, standard operating procedure, Christmas tree

Введение

Технология виртуальной реальности (далее VR) все более прочно укрепляется в сферах деятельности человека. Это несложно заметить по различным отраслям промышленности, которые активно внедряют их в свои процессы.

Обучение новых сотрудников неотъемлемая часть любого предприятия, но для газонефтедобывающей отрасли оно вызывает бóльшие экономические расходы. Постройка учебного полигона или частичная остановка производства на период обучения, транспортировка персонала до места обучения, выдача каждому нового комплекта средств индивидуальной защиты, организация условий проживания и питания – все это приводит к очень большим экономическим затратам, особенно сейчас, в период пандемии Covid-19.

Благодаря технологиям VR есть возможность разработать VR-тренажер, который значительно снизит расходы на обучение и периодическую аттестацию персонала.

VR-тренажер – это организационная форма обучения, отличающаяся от физического процесса виртуальным отображением реально существующих объектов (технологические установки, инструменты, производственные цеха и др.) с целью создания условий для самостоятельного наблюдения, а также сбора необходимых фактов. Главное достоинство таких тренажеров – значительная экономия денежных средств для компании, а также свободного времени для обеих сторон: инспекторы, проводящие обучение технологическому процессу и сотрудники, являющимися непосредственно обучающимися.

VR-тренажер позволяет продемонстрировать обучающемуся более детально аспекты профессии без риска для здоровья и постройки дорогостоящих полигонов и установок; научить ориентироваться на местности, используя смоделированный виртуальный технологический процесс без частичной остановки производства, без значительных денежных и временных затрат на транспортировку персонала к месту обучения или аттестации.

В настоящее время VR-тренажеры набирают все большую и большую популярность, и становятся неотъемлемой технической составляющей многих компаний, работающих в самых различных областях деятельности. Всё больше и больше людей начинают пользоваться данным продуктом. Так, например, МГУ совместно с Центром подготовки космонавтов (ЦПК) им. Гагарина, усовершенствовали методы управления аэрокосмическими тренажерами с помощью современных VR-систем, это позволит сделать полеты безопаснее, а также значительно сократить затраты на подготовку летчиков.

С экономической точки зрения покупка необходимого оборудования для обучения является достаточно затратной, но так как VR позволяет заменить реальные объекты, например, дорогостоящие инструменты или оборудование, на виртуальные трехмерные модели, это приводит к нивелированию затрат в общем.

Краткий обзор устройства фонтанной арматуры

Фонтанная арматура (ФА) является одним из важнейших устройств в нефтегазовой отрасли [1]. Она монтируется на устье фонтанирующей скважины и своей конструкцией обеспечивает типовую обвязку трубопроводов, что позволяет управлять потоком среды в скважине и осуществлять основные контролирующие и производственные процессы.

Основными назначениями установки являются:

- герметизация нефтяной скважины;
- формирования отвода продукции;
- регулировка скважинного дебита;
- доступ к забою скважины;
- манипуляции в затрубном пространстве (проведение операции по забору проб из месторождения без остановки производства).

Такой обширный спектр назначений достигается за счет сложной конструкции фонтанной арматуры (рисунок 1).

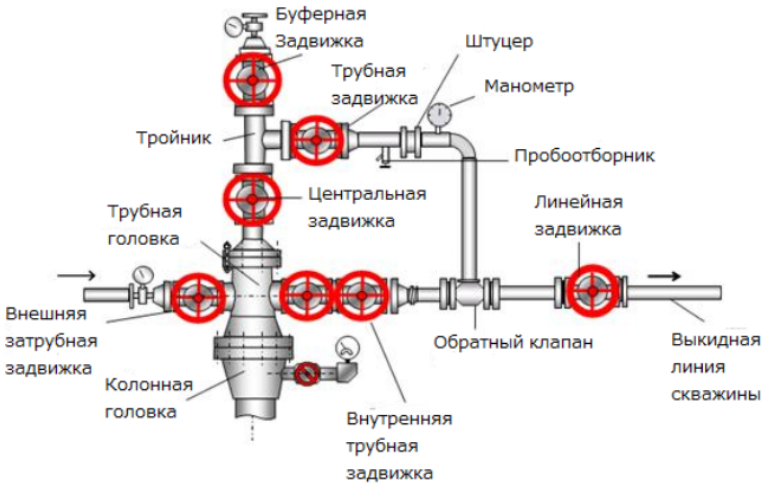


Рисунок 1. Схематичное устройство фонтанной арматуры

Приведем список функций частей ФА:

- задвижки позволяют контролировать скорость движения сырья;
- манометр измеряет давление газа или жидкость внутри системы;
- штуцер (штуцерный манифольд) – обеспечивает перераспределение или смешения потока газа или жидкости между трубами;
- пробоотборник позволяет брать пробу добываемого сырья без остановки производства;
- трубная и колонная головки обеспечивают герметизацию трубопровода и позволяют контролировать давление в трубах;
- обратный клапан защищает трубопровод от возникновения обратного движения добываемого сырья под действием встречного давления.

Но, как и любые другие установки в нашем мире, фонтанная арматура не может постоянно работать автономно. Детали склонны к изнашиванию и требуют периодичного обслуживания или замены. Комплекс мероприятий, связанных с обслуживанием установки на нефтяном месторождении, получил название «Стандартные операционные процедуры» (СОП).

Одной из таких операций является замена обратного клапана (ЗОК), поскольку обратный клапан подвергается наибольшему изнашиванию под воздействием песка, выносимого вместе с нефтью или газом из добываемой скважины.

Анализ этапов замены обратного клапана

Операция замены обратного клапана на фонтанной арматуре состоит из утвержденной стандартом последовательности действий, которая обеспечивает максимально возможную безопасность для сотрудника, осуществляющего замену, для других лиц, работающих на месторождении, для самой добывающей установки.

В свою очередь, тренажер выполняет несколько функций:

- демонстрационная – основная функция, показ задуманных объектов;
- информационная – пользователи узнают из тренажера информацию об объекте;
- навигационная – заранее ознакомившись с планом местности, пользователь уже сможет ориентироваться в реальности;
- присутствие – виртуальная реальность позволяет ощутить себя в наблюдаемом месте;
- взаимодействие – пройдя инструктаж и отработав базовые операции, пользователь уже сможет выполнить их в реальности.

Тренажер должен реализовывать последовательность действий, которая выполнятся при замене обратного клапана. Она включает в себя 16 этапов, но из них в реализации возможны лишь 11, это обусловлено тем, что не все этапы могут иметь программную реализацию, но это не зна-

чит, что нереализованные в тренажере этапы можно опустить. Сотрудник, проводящий стандартную процедуру замены обратного клапана должен знать все этапы и следовать им.

Разберем этапы последовательности, на основе которых будет сформирован будущий алгоритм замены обратного клапана:

Этап 1. Проверить все оборудование и используемые средства индивидуальной защиты. Вспомнить все шаги, которые необходимо предпринять при возникновении какой-либо опасности.

Если все требования безопасности соблюдены, можно приступать к операции.

Пользователь должен будет надеть все необходимые средства индивидуальной защиты (СИЗ) и отправить на месторождение.

Этап 2. Произвести кнопочную остановку скважины, так же установить табличку, предупреждающую других сотрудников о том, что ведутся технические работы. Обратить внимание, что необходимо держаться на поручень при подъеме/спуске по лестнице для обеспечения заземления комплектная трансформаторная подстанция наружная (КТПН), трехфазные масляные трансформаторы для погружных насосов с маслорасширителем (ТМПН) и сепарационная установка (СУ).

Пользователь должен будет добраться до электрощитка и произвести ручную остановку добывающей скважины.

Этап 3. Закрыть задвижки, которые расположены на выкидной линии и подводе к месту, где установлен сам обратный клапан. Обратить внимание, что после закрытия всех задвижек, необходимо ослабить все штурвалы на ¼ оборота.

Пользователь должен в правильной последовательности закрыть до упора необходимые вентиля, после чего ослабить их на четверть оборота.

Этап 4. Снизить давление в манифольде до атмосферного, используя имеющийся вентиль и пробоотборник, вентиль после этого оставить открытым.

Пользователю необходимо нажать на кран пробоотборника, чтобы снизить давление в установке.

Этап 5. Произвести демонтаж обратного клапана выкручиванием против часовой стрелки, используя универсальный разводной ключ. Обратить внимание на то, что возможен вылет клапана под сильным давлением, не находиться в опасной зоне по траектории возможного движения.

Пользователю необходимо выкрутить старый обратный клапан из фонтанной арматуры, использую универсальный разводной ключ.

Этап 6. Подготовить новый обратный клапан для установки в фонтанную арматуру, обмотать резьбу фумлентой и установить пластиковую прокладку. Обратить внимание на целостность прокладки, возможны пропуски.

Пользователю необходимо установить новый обратный клапан в фонтанную арматуру.

Этап 7. Произвести монтаж обратного клапана путем вкручивания его по часовой стрелке, использую универсальный разводной ключ.

Пользователь должен закрутить установленный в фонтанную арматуру клапан с помощью универсального разводного ключа.

Этап 8. Убедиться в том, что риска обратного клапана после установки направлена вертикальной вниз

Пользователь должен проверить, верно ли установлен и закручен клапан.

Этап 9. Опрессовать обратный клапан путем открытия рабочей задвижки, находящейся перед клапаном

Пользователю необходимо в правильно последовательности раскрутить ранее закрученные вентиля.

Этап 10. Открыть все оставшиеся задвижки на фонтанной арматуре и выкидной линии.

Пользователю необходимо в правильно последовательности раскрутить ранее закрученные вентиля.

Этап 11. Запустить электроприводной центробежный насос (ЭЦН) в работу. Обратить внимание на наличие подачи сырья и отсутствии пропусков по обратному клапану после запуска ЭЦН.

Пользователь должен будет добраться до электрощитка и произвести ручной запуск добывающей скважины.

Аппаратная платформа

Выбор аппаратной платформы по приоритету стоит выше остальных компонентов разработки. Это обосновано тем, что программное обеспечение (далее ПО) пишется именно под конкретный вид устройства VR, а значит и функционал разрабатываемого ПО напрямую зависит от последнего.

Каждый обладает своими преимуществами и недостатками. Исходя из них, необходимо выбрать наиболее подходящее устройство для целей разработки.

Всего существует два вида устройств:

- проводные;
- беспроводные.

Проводные VR самые производительные, т.к. они являются источником вывода изображения, а все вычисления производятся на подключенном компьютере, который должен соответствовать минимальным системным требованиям [2]:

- процессор: Intel i5-4590 / AND FX 8350;
- оперативная память: 4 GB;
- операционная система: Windows 7 64-bit (Service Pack 1) or newer;
- видеокарта: NVIDIA GeForce GTX 970 / AMD Radeon R9 290;
- выделенная видео память: 4096 MB.

В среднем покупка проводного VR-шлема и компьютера обойдется в более чем 150 тыс. рублей.

Но, несмотря на то, что внутри только линзы с матрицами, весит шлем достаточно много и основной вес приходиться на переднюю часть, тем самым голова всегда склонена вниз и при длительном использовании начинает уставать шея.

Другим недостатком является постоянное проводное подключение, как к источнику питания, так и для вывода изображения с компьютера. В итоге всегда есть шанс запутаться в проводах, отсоединив их из разъемов, а в наихудшем случае вырвать их из шлема или вырвать разъемы из самого компьютера.

Беспроводные устройства делятся на две группы:

- VR-box;
- автономные шлемы.

Сразу стоит убрать из рассматриваемых устройств VR-box использующие смартфоны как экран. К основным недостаткам можно отнести то, что шлем нельзя синхронизировать с компьютером и модели таких шлемов поставляются чаще всего без контроллеров, но есть и исключения, однако контроллер не оснащен гироскопом или акселерометром, что ограничивает управление.

Рассмотрим автономные VR-шлема, которые совмещают плюсы двух ранее рассмотренных типов устройств: проводных и мобильных.

Являясь беспроводным, такой шлем содержит собственное железо для вычисления, что делает его полностью автономным и избавляет от недостатка предыдущего типа устройств – постоянного подключения проводов. Однако из-за наличия аккумулятора полностью отказаться от провода питания не получится. Но даже в этом случае он не мешает, т. к. кабель для синхронизации и зарядки общий и имеет небольшую толщину.

Контроллеры ничем не отличаются от подобных котроллеров у проводных устройств.

Вес шлема меньше, чем у проводных типов. Благодаря этому от длительного использования шея не так сильно устает.

Используя возможность синхронизации с компьютером, можно использовать такой шлем как источник вывода изображения, как делает это проводные типы VR. Это позволяет использовать мощности компьютера. Однако синхронизацию можно проводить не только при помощи кабеля, но и беспроводным образом подключив шлем к одной сети с компьютером, используя Wi-Fi. Это расширяет использование данного вида шлемов.

Стоимость беспроводного шлема не превышает 50 тыс. рублей, что практически сопоставимо со стоимостью одного беспроводного модуля для проводного аналога.

Таким образом, автономный тип шлемов виртуальной реальности отлично походит для целей разработки. Для разработки была выбрана одна из последних моделей автономных шлемов виртуальной реальности – Quest 2 от компании Oculus.

Программное обеспечение

Реализация алгоритмов будет вестись в кроссплатформенной среде разработки Unity3d разработанной американской компанией Unity Technologies сотрудничающей с компаний Oculus.

Следующим рассматриваемым ПО будут программные пакеты для создания и текстурирования 3D моделей. Для достижения цели проекта важно перенести реальные объекты в виртуальное пространство. Для этого необходимо создать модели используя примеры реальных объектов.

Для создания моделей будет использоваться 3D редактор 3dsMax. Выбор был сделан в виду продолжительного времени работы с данным редактором.

Однако созданные модели будут передавать только форму реальных объектов без отображения материалов, из которых он состоит. Именно для этой цели необходимо использовать программные пакеты для текстурирования. С их помощью можно не только отобразить на модели материалы реальных объектов, но и придать разные степени изношенности и повреждений.

Для текстурирования можно использовать как специализированные программные инструменты, так и графические редакторы. Так как модели не содержат много полигонов, необходимо нивелировать их недостаток качеством проработки текстур. По этой причине от использования графических редакторов придется отказаться, т. к. их функционал органичен.

Специализированные программные инструменты для текстурирования располагают бóльшим функционалом. Самым популярным из них является Substance Painter [3], разработанный Allegorithmic, дочерней компанией Adobe.

Данный инструмент позволяет детально прорабатывать текстуры модели. Обладает множеством функций, которые упрощают и ускоряют работу без ухудшения результата.

Substance Painter распространяется по платной ежемесячной подписке, однако есть возможность использования edu-подписки, которая дает бесплатное использования программы на определенный срок.

Аналогов у данного инструмента мало и все они обладают скромным по сравнению с Substance Painter функционалом.

Создание трехмерной модели

Для создания приблизительного окружения нефтяного месторождения необходимо не только создать ландшафт, но и заполнить это окружение объектами присущими данному виду деятельности.

Самым простым способом было бы нахождение готовых моделей на различных платформах. Но моделей, связанных с промышленностью очень мало и по большей части они имеют установленную цену, которая, иногда достигает несколько тысяч рублей. Но даже такие модели очень редко относятся к нефтяному делу.

Исходя из отсутствия необходимых моделей, было принято решение создать их самостоятельно при помощи выбранных инструментов.

Модели содержат небольшое количество полигонов, это обусловлено невысокой производительностью автономного шлема. Для проекта были созданы следующие модели:

Перед началом работы необходимо сформировать список трехмерных моделей

- *Модель персонажа;*
- *Ландшафт месторождения;*
  - *Здание раздевалки;*
    - *Большой шкафчик (не детализированный);*
    - *Маленький шкафчик (не детализированный);*
    - *Маленький шкафчик (детализированный);*
    - *Сапоги;*
    - *Перчатки;*
    - *Каска;*
  - *Платформа;*
    - *Электрощитовые шкафы;*
    - *Погружные трансформаторы;*
    - *Трансформаторная будка;*
    - *Массомер;*
  - *Арка с коммуникациями;*
  - *Станок-качалка;*
  - *Фонтанная арматура;*
    - *Обратный клапан;*
    - *Гаечный ключ.*

Рассмотрим создание трехмерной модели фонтанной арматуры. Любую трехмерную модель необходимо представлять, как набор примитивов (кубы, цилиндры и т. д.)

Относительно геометрических фигур схематично фонтанную арматуру можно разбить на 4 части, рисунок 2.

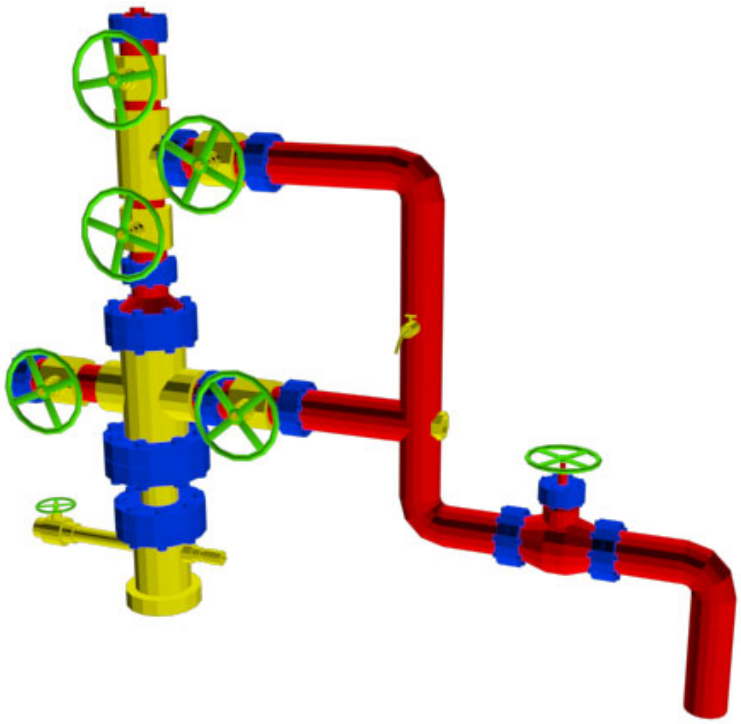


Рисунок 2. Схема разбиения фонтанной арматуры

1. Блоки усиления основной трубы представляют собой цилиндры разного радиуса, вставленные друг в друга, показаны желтым.

Создание таких блоков достаточно примитивное. Либо создаются цилиндры необходимых радиусов, затем они вставляются друг в друга. Либо создаётся один цилиндр, в котором полигон основания изменяет свой радиус и затем выдавливается, лучше всего для этого подходит инструмент «Bevel» из блока «Edit Polygons». Первый способ экономит некоторое количество полигонов т.к. в полигоне основания меньше полигонов (n-2) чем в соединении цилиндров разного радиусов (n), где n – количество круговых сегментов основания.

2. Блоки герметизации представляют собой один цилиндр с расположенными по периметру цилиндрами меньшего радиуса имитирующие болты и гайки, показаны синим.

Создание таких блоков аналогично созданию блоков усиления основной трубы.

3. Основная труба представляет собой цилиндр с изменением радиусов сегментов и угла поворота, показана красным.

Создание такой трубы возможно при создании сплайна, повторяющего изгибы фонтанной арматуры и расстановкой точек в каждом месте изменения угла изгиба или радиусов будущих сегментов. Затем необходимо создать простой цилиндр радиуса 15 см, с 18-ю круговыми сегментами, с высотой 10 см и с одним сегментом по высоте. Далее верхний полигон выдавливается вдоль полученного ранее сплайна с увеличением сегментов выдавливания до удовлетворительного результата.

Для изменения радиуса сегментов просто выделяем точки и изменяем их масштаб (Scale) относительно других точек.

1. Вентили представляют собой замкнутый цилиндр с небольшим цилиндром посередине и двумя пересекающимися тонкими параллелограммами, показаны зеленым.

Замкнутый цилиндр создаётся, используя инструменты выдавливания полигона вдоль сплайна.

Создание текстуры

Текстура необходима для создания красивой оболочки для трехмерной модели. Сначала необходимо создать развертку текстуры. Развертка текстуры переносит плоскости из трехмерного вида в двумерный, что позволяет накладывать изображения на данную модель.

Для создания развертки текстуры необходимо выделить все элементы фонтанной арматуры и воспользоваться модификатором «Unwrap UVW». Последовательно необходимо создавать развертку для каждого элемента фонтанной арматуры придерживаясь следующих правил.

Если элемент не замкнутый, то можно использовать инструменты «Mapping», которые постараются представить полигоны элемента как проекцию.

Если элемент замкнутый, например, цилиндр или куб, то необходимо воспользоваться инструментами раскройки по шву и растяжения «Seam» и «Pelt». Проделанные операции приведут текстуру элемента к хорошо растянутому виду.

Данную процедуру необходимо повторить для каждого элемента модели. Затем выделив все элементы модели используя инструмент «Pack» упаковать развертки всех элементов в квадрат, на котором затем будет располагаться текстура, рисунок 3.

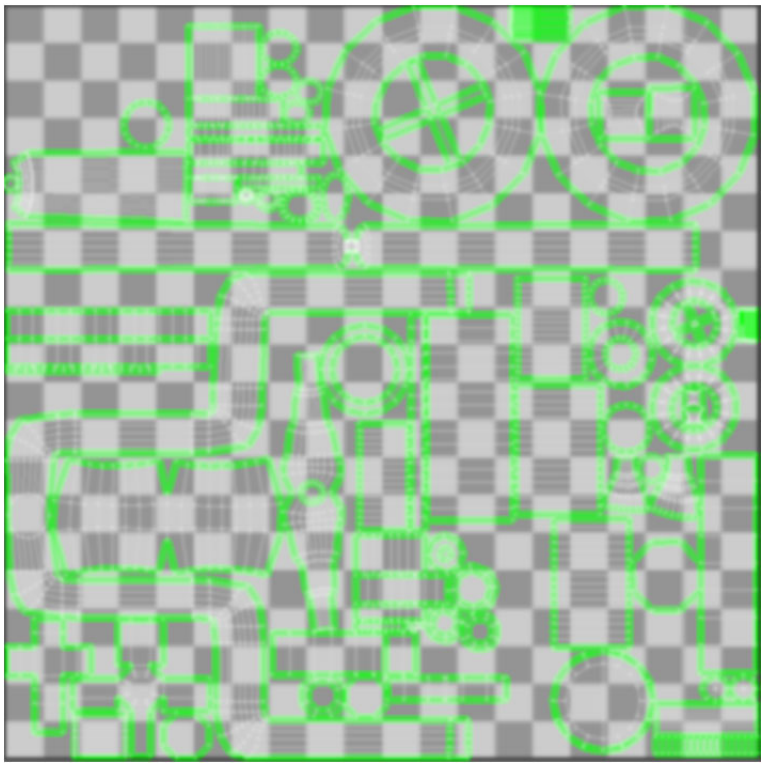


Рисунок 3. Развертка текстуры

Для создания текстуры необходимо открыть файл с трехмерной моделью в Substance Painter. Загруженный меш модели как было описано в прошлом разделе заранее разделен на текстурные сеты. Текстурные сеты задаются материалами в редакторе, а для создания текстур используются слои.

Каждый слой содержит настраиваемые параметры: проекция, размер и поворот. У материалов также есть настраиваемые параметры: карты высот, шероховатостей, метала, нормали и цвет.

Каждый слой имеет маску: черная – пустая, белая означает полное заполнение развертки текстурой. В сетах заполняется развертка, которая относится именно к выбранному сету.

У каждой маски или целого слоя есть набор модификаторов:

- Generator, для создания определенной текстуры, например, стертые углы на предмете. Генераторы используют запеченные карты;
- Paint, для редактирования текстур вручную, содержит несколько видов нанесения текстур:
    - *Brush, полигонально, шаблоном, штампом, также содержит настраиваемые параметры, например, форма и размер кисти, прозрачность кисти;*
    - *Fill, используется для маски цвета, с его помощью можно создавать, например, ржавчину или грязь;*
    - *Levels, используется для изменения уровней отображения карт;*
    - *Compare mask, используется для изменения параметров маски.*

Для создания ржавчины на металле, используется слой с модификаторами «Paint» и «Fill». В параметрах «Fill» выберем маску «Grayscale» для материала ржавчины. И для использования всех карт, перенесем выбранный материал в пункт «Material mode».

Для получения псевдообъёмного отображения использована карта высот, именно эта карта используется для имитации углублений в меше. Для данного материала можно выбрать значения высоты, или можно использовать карты нормали, но отображение будет менее реалистичным. Поэтому карты нормалей чаще используются для более мелких деталей.

Но одних углублений от ржавчины недостаточно для хорошей детализации. Необходимо показать потертости на углах деталей, в случае с арматурой потертости будут ржавые.

Для создания потертостей можно использовать генератор окрашивания граней. Это один из видов модификатора «Generator», но перед тем, как использовать его необходимо запечь карты меша, ведь именно по ним модификатор и будет ориентироваться. Для каждого сета запекаются отдельные карты. Для карт можно выбрать разрешение и другие параметры, или по умолчанию можно ничего не изменять кроме разрешения. С помощью этого модификатора сделаем ржавые грани на болтах.

Соединения труб сваркой можно изобразить при помощи карты высот. Для этого в параметрах созданного слоя заливки нужно настроить параметр «Height», который отвечает за имитацию высоты (значения >0 и <=1) и углубления (значения <0 и >=-1).

Для рисования швов используем кисти, который стоит по умолчанию в модификаторе «Paint». В кисти параметр альфа отвечает за её форму. Нарисовав линии на стыках труб, можно получить линии сварки, которые выглядят объемными как раз за счет карты высоты, рисунок 4.

Рисунок 4. Вид текстуры на трехмерной модели

Создание ландшафта

Создание ландшафта будет производиться с использованием встроенных инструментов *в среде Unity3d.*

Используя «Paint Terrain» и выбрав пункт «Stamp Terrain (Extended)» можно поднимать или опускать ландшафт используя кисти. У кисти есть несколько характеристик для удобства создания ландшафта:

- Уровень подъема (Stamp Height) – определяет степень влияния на ландшафт;
- Инвертировать уровень подъема (Invert Stamp Height) – изменяет степень влияние на ландшафт на противоположное;
- Размер кисти (Brush Size) – изменяет площадь воздействия кисти на ландшафт;
- Прозрачность (Opacity) – определяет сглаживаемость уровней подъема;
- Поворот (Rotation) – определяет угол поворот кисти.

Выбрав пункт «Paint Texture» можно окрашивать ландшафт различными текстурами используя кисти.

Далее используя «Paint Details» добавим немного растительности (рисунок 2.19) на ландшафт.

Чтобы достичь максимального эффекта погружения создадим префаб представляющий собой плоскость (Plane), материалом к которому будет являться текстура леса с альфа каналом

Так же необходимо добавить деталей на небо, например, облака. Облака добавим, используя полусферу с примененным к ней материалом облаков с альфа каналом

Всё что осталось – это расставить трехмерные модели на ландшафте. Смоделирована и построена локация с нефтяным месторождением, рисунок 5.

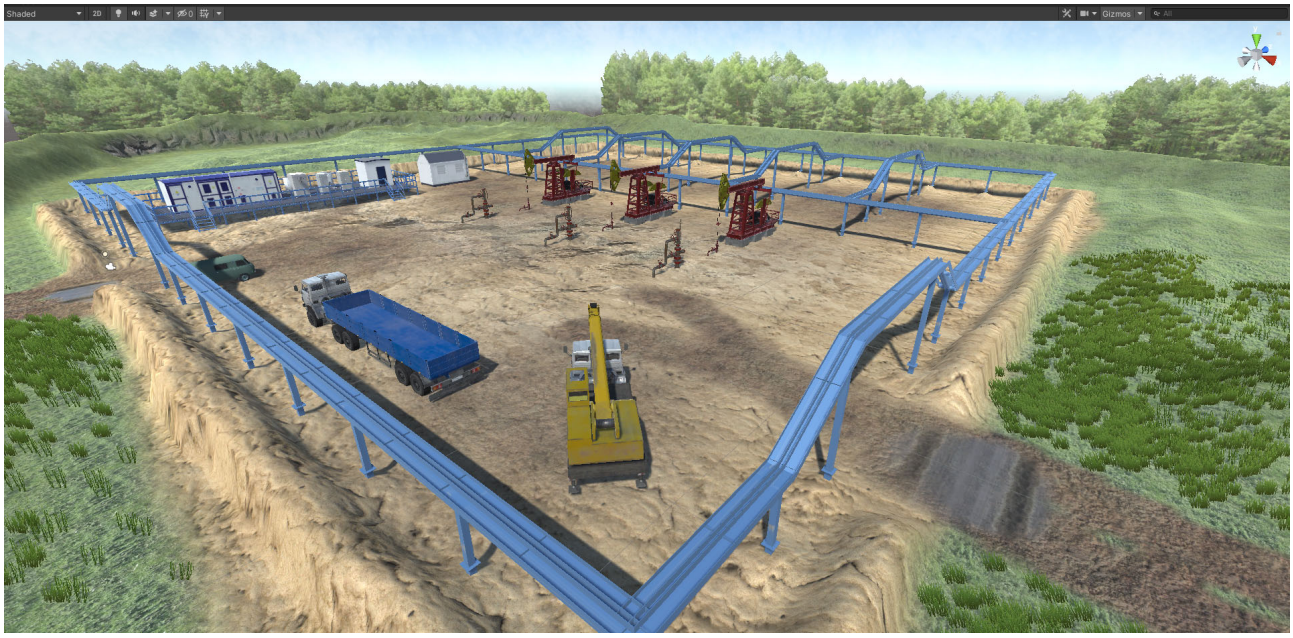


Рисунок 5. Месторождение с окружением

Разработка скриптов поведения

Для начала необходимо скачать и импортировать ассет «Oculus Integration» в проект Unity3d. В нем содержаться основные базовые элементы для взаимодействия с виртуальной средой.

В иерархии объектов «Unity» необходимо удалить из сцены элемент «MainCamera». Далее добавить на сцену объект «OVRPlayerController» и передвинуть его чтобы он был поверх ландшафта. Нужно добавить в «LeftControllerAnchor» и «RightControllerAnchor», «CustomHandLeft» и «CustomHandRight», соответственно. Так как в проекте мы планируем взаимодействовать с объектами будем использовать «CustomHand» на руках.

Для взаимодействия с предметом к нему должен быть применен скрипт «OVR Grabbable».

Для нормального определения высоты контроллера требуется в элементе «OVRPlayerController» найти «OVRCameraRig» найти компонент скрипт «OVR Manager» в нем список «Tracking Origin Type» и выбрать элемент списка «Floor Level».

Для того, чтобы объект не двигал аватар требуется в элементах рук найти скрипт «OVRGrabber» и в нем отметить пункт «Parent Held Object».

Для того чтобы указать положение руки на объекте требуется на время сдвинуть его в нулевые координаты с нулевыми углами вращением. После чего добавить пустой объект на сцену, проверить что он находится в нулевых координатах с нулевыми углами вращения. После чего выставляем этот объект как требуется (он будет точкой смещения руки относительно объекта хватания). Далее сохраняем пустой объект в префаб и указываем этот префаб в скрипте «OVR Grabbable» в поле «Snap offset» после чего пустой объект можно удалить со сцены и вернуть предмет в изначальную позицию.

Чтобы изменить хват руки, когда она берет тот или иной предмет, требуется на предмет добавить скрипт «Hand Pose» в нем выбрать из списка «Pose Id» ту позу, в которой должна быть рука.

После установки и настройки ассета «Oculus Integration» описанного выше, требуется установить ассет «VR TK».

Большинство необходимых скриптов можно найти в примерах ассета «VR TK»:

- присоединение предмета к точке;
- вращение вентиля;
- взятие в руку гаечного ключа.

Процедура замены обратного клапана содержит в себе последовательное выполнения конкретных действий:

1) Открутить старый обратный клапан;
2) Вытащить старый обратный клапан из фонтанной арматуры;
3) Установить новый обратный клапан в фонтанную арматуру;
4) Задвинуть новый обратный клапан до положения закручивания;
5) Закрутить новый обратной клапан.

На основе этого алгоритма в каждом используемом модуле был составлен программный код, отвечающий за работу модуля согласно последовательности действий.

При установленном клапане к нему прикрепляется универсальный разводный ключ и в зависимости от текущего состояния (Была ли произведена ЗОК, старый или новый клапан сейчас установлен) клапан можно будет раскрутить или закрутить. Двигающийся клапан в фонтанной арматуре. Он захватывается рукой пользователя и так же в зависимости от текущего состояния (Вытаскиваем старый клапан или задвигаем новый) клапан будет задвигаться в фонтанную арматуру или выдвигаться из неё.

Опишем набор скриптов для последовательности действий.

Создадим скрипт «Task» содержащий описание задачи «Description», завершенность задачи «_isComplited». Так как задача может быть составной метод «CheckChildren» проверяет наличие подзадач в этой задаче. Метод «GetDistance» проверяет расстояние до объекта/области задачи, это необходимо для создания типов задач.

Создадим скрипт задачи, описывающий перемещение объекта в нужную нам точку – «TaskDropToPosition». Унаследуем его от класса «Task» и реализуем абстрактный метод «CheckComplited» описывающий условие завершения задачи, а именно сброс объекта «whatIsDropped» в зону «positionToDrop».

Создадим скрипт задачи, описывающий перемещение аватара в нужную позицию – «TaskMoveTo». Унаследуем его от класса «Task» и реализуем абстрактный метод «CheckComplited» описывающий условие завершения задачи, а именно перемещение объекта «whatWillGo» в зону «positionToMove».

Создадим скрипт задачи, описывающий взятие предмета – «TaskPickUp». Унаследуем его от класса «Task» и реализуем абстрактный метод «CheckComplited» описывающий условие завершения задачи, а именно взятие объекта «itemPickUp» объектом «carrier».

Создадим скрипт «Quest» содержащий список задач «_tasks», текущую задачу «_currentTask», заголовок «_title» и время обновления задач «periodUpdate». В методе «Start» проверяется наличие задач и начинается отчет с первой введенной задачи. Далее в методе «Update» происходит проверка завершенности задач и, в случае, когда завершена последняя задача квест завершается.

Создаем объект для отображения результата работы скрипта. Это может быть любой объект содержащий элемент «Canvas». В «Canvas» следует выставить следующие настройки: «Render Mode» – «World Space»; «Rect Transform»: «PosX», «PosY» = 0; «Width», «Height» = 1.

Сам квест можно создавать на отдельном пустом объекте добавив на него скрипт «Quest» также на него нужно установить все используемые задачи. И в квесте по порядку

исполнения добавить задачи в лист «Tasks», установить период обновления квеста, и название квеста.

Чтобы установить отображение квеста требуется отправить в «ViewTask» в метод «SetQuest» тот квест, который требуется отобразить.

На данный момент имеется три типа заданий:

- поднять предмет;
- двигаться к точке;
- бросить предмет в точке.

Чтобы использовать задания требуется полностью заполнить необходимые поля. К примеру, в задании с подъемом предмета требуется:

- описать задание;
- добавить предмет с маркером;
- добавить того, кто должен поднять предмет.

Заключение

Разработано программное обеспечение-прототип тренажера виртуальной реальности по стандартной операционной процедуре «Замена обратного клапана на фонтанной арматуре». Достигнут приемлемый уровень погружения за счет создания качественных трехмерных моделей, текстур и окружения. Разработанные скрипты позволяют взаимодействовать с объектами виртуальной реальности и последовательно следовать этапам по замене обратного клапана.

Литература

1. Фонтанная арматура скважины: обвязка, опрессовка, устройства. – Текст : электронный // Портал об арматуре и сетках. – URL: https://armaturniy.ru/arm/vidy/fontannaya-armatura.html (дата обращения: 26.08.2021).

2. Выберите VR-систему, подходящую именно Вам. – Текст : электронный // VIVE Россия и СНГ. – URL: https://www.vive.com/ru/product/ (дата обращения: 26.08.2021).

3. Substance 3D Painter. – Текст : электронный // Substance 3D Painter. – URL: https://substance3d.adobe.com/documentation/spdoc/substance-3d-painter-20316164.html (дата обращения: 26.08.2021).

ВЕСТНИК ЮГОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
2021 г. Выпуск 4 (63). С. 84–94

DOI: 10.17816/byusu20210484-94
УДК 004.45

Е. И. Сафонов, О. И. Соколков

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ЛАНДШАФТА ПО КАРТЕ БИОМОВ

В статье приводится описание процесса проектирования и создания программной среды, позволяющей в автоматизированном режиме создавать реалистичный ландшафт. Проводится обзор существующих подходов к генерации ландшафта, которые обладают набором недостатков, принятых во внимание при разработке программной среды. Описана диаграмма компонентов и основных классов. Разработанная подпрограмма реализующая алгоритм генерации сетки многоугольников предоставляет интерфейс создания и редактирования сетки шестиугольников на плоскости для упрощенной работы с биомами, а также детализации границ многоугольников для придания ландшафту элементов случайности и, в следствии, реалистичности. В процессе используется алгоритм генерации шумов Diamond Square. Алгоритм состыковки предназначен для уменьшения разрывов между высотами разных биомов. Алгоритм эрозии использует частицы, генерируемые на карте высот, переносящие частицы почвы в соответствии с физическими законами. Представлен пользовательский интерфейс работы приложения и результаты работы алгоритмов.

Ключевые слова: генерация ландшафта, карта высот, биомы, эрозия, программирование

E. I. Safonov, O. I. Sokolkov

DEVELOPMENT OF A VIRTUAL REALITY SIMULATOR REPLACING THE CHECK VALVE ON CHRISTMAS TREE

The article describes the process of designing and creating a software environment that allows in automatic mode to create a realistic landscape. A review of existing approaches to landscape generation is carried out, which have a set of disadvantages taken into account when developing a software environment. A diagram of components and main classes is described. The developed subroutine that implements the polygon mesh generation algorithm provides an interface for creating and editing a mesh of hexagons on a plane, used for simplified work with biomes, as well as detailing the boundaries of polygons to give the landscape elements of randomness and, as a result, realism. The process uses the Diamond Square noise generation algorithm. The docking algorithm is designed to reduce the gaps between the heights of different biomes. The erosion algorithm uses particles generated on a height map to carry soil particles in accordance with physical laws. The user interface of the application and the results of the algorithms are presented.

Keywords: terrain generation, height map, biomes, erosion, programming

Введение

Цифровое изобразительное искусство имеет большой спрос: в киноиндустрии, рекламе, компьютерных играх, при создании чертежей, карт и так далее. Речь может идти как о трехмерной, так и о двухмерной растровой или векторной графике.

Существует частная задача: моделирование рельефа и ландшафта. Построение природы в цифровом виде особенно актуально для проектов с открытым миром, там, как правило, требуется создавать большие природные пространства.

Рассмотрим подходы моделирования ландшафтов.

1. Вручную, в графическом редакторе можно, изображается карта высот – черно-белое цифровое изображение, белый цвет на котором – самая высокая точка местности, черный – самая низкая. Посредством мыши можно нанести в нужные области светлый или темный цвет. В целом, черно-белое изображение дает человеку примерное представление о рельефе местности. Основной минус в том, что карта высот сама по себе недостаточно наглядна, это лишь изображение, которое абстрагировано от всего остального.

2. Вручную в графической среде разработки, которая предоставляет наглядный интерфейс с возможностью редактирования, изменение уровня ландшафта, сглаживания и т.д., то есть непосредственно с картой высот мы не работаем.

Но даже в такой среде не исключаются трудности:

- водоёмы. Вручную несложно отразить несколько простых речных изгибов, круглых озер, но, если мы нацеливаемся на большую площадь и реалистичность, то человеку приходится имитировать случайность и при этом полагаться на интуицию, при этом постоянно следить за тем, чтобы определенные фрагменты ландшафта повторялись как можно меньше. Для того чтобы ландшафт выглядел удовлетворительно, приходится вносить неоднократное множество изменений, отнимает большое количество времени и сил;
- горы и холмы. В добавок к проблемам присущим моделированию водоёмов, поверхность гор и холмов подвергается выветриванию и эрозии. Также свои особенности вносит время года, материал поверхности, высота и т.д. Данные явления привносят истинную красоту ландшафту, и большие проблемы человеку, которые собирается их рисовать вручную.

3. Автоматизировано, в специализированных графических пакетах. Подавляющее большинство таких систем генерирует ландшафт используя принцип функциональных блоков, посредством которых пользователь последовательно задает поток данных и преобразований, определяющие выходное изображение. За счет подстановок и перестановок таких блоков достигается гибкость функционала.

Несмотря на преимущество описанного подхода, генерация ландшафта происходит случайным образом, а если в одном месте обязательно должна находиться равнина/гора/овраг, то не стоит ожидать того, что даже с двадцатой попытки все сгенерируется необходимым образом.

4. Биомный подход. Речь идет об интерфейсе, где можно было бы определить области (далее биомы), границы между ними и собственные параметры генерации (рис. 1).

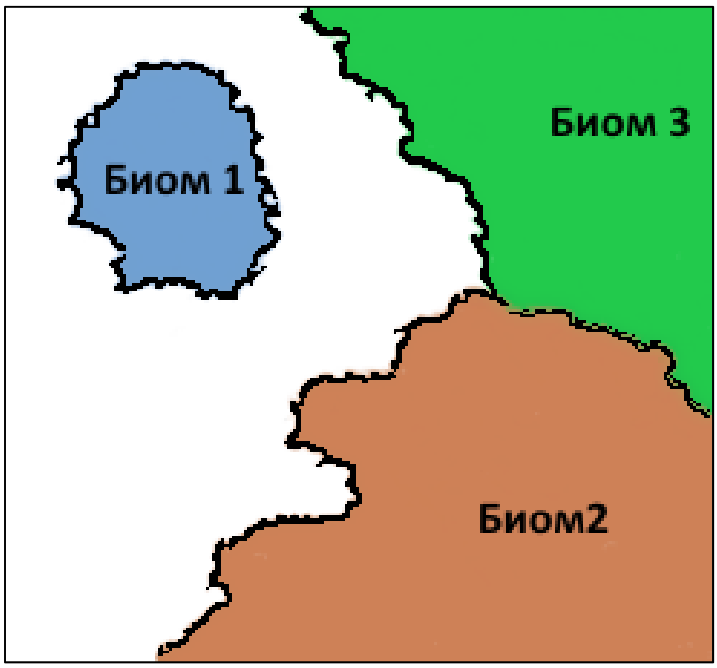


Рисунок 1. Карта биомов

В целом, такой подход, можно наблюдать в компьютерных играх. Данный подход имеет распространение, например, можно рассмотреть статьи [1] и [2]. В них описываются генерация полигонов, на их основе которых строятся регионы, реки и так далее. Но в описанных статьях не предполагается явное задание биомов: их количество, свойства не определяются напрямую пользователем, то есть, в них результат определяется фактором случайности, что усложняет получение необходимого результата.

Подход, описываемый в данной работе нацелен на уменьшение фактора случайности. При нем пользователь будет иметь четкое, ясное представление о том, что он получит в итоге.

Проектирование компонентов

До разработки трехмерного интерфейса редактирования сетки шестиугольников было принято решение разработать простое и небольшое ПО, которое позволит создавать файлы с данными сетки описанных в подпрограмме «HexGridEditor». Данное решение разрешит проблему независимости разработки в виду того, что на трехмерный интерфейс нужно больше времени, больше вероятность багов и прочих проблем. Имея простой двухмерный интерфейс можно быстро и удобно отработать, протестировать логическое поведение сетки, создать множество входных файлов для тестов.

Были спроектированы компоненты и связи между ними (рис. 2).

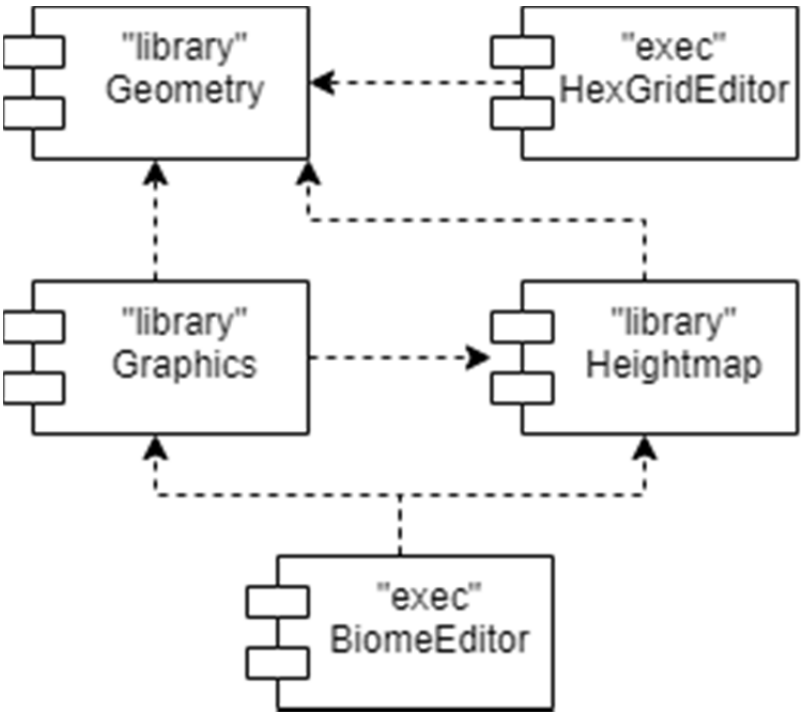


Рисунок 2. Диаграмма компонентов

Компонент «Geometry» будет содержать в себе функционал шестиугольной сетки, полигональной сетки, детализации отрезков и все что тематически связанно с этим.

Компонент «Heightmap» будет хранить классы генерации, состыковки и эрозии карты высот.

Компонент «Graphics» содержит графический функционал трехмерной графики, модуль отображения ландшафта и шестиугольной сетки.

Программа «BiomeEditor» содержит пользовательский интерфейс для взаимодействия с трехмерными элементами для генерации ландшафта.

Компонент «Geometry»

Диаграмма классов компонента «Geometry» представлена на рисунке 3.

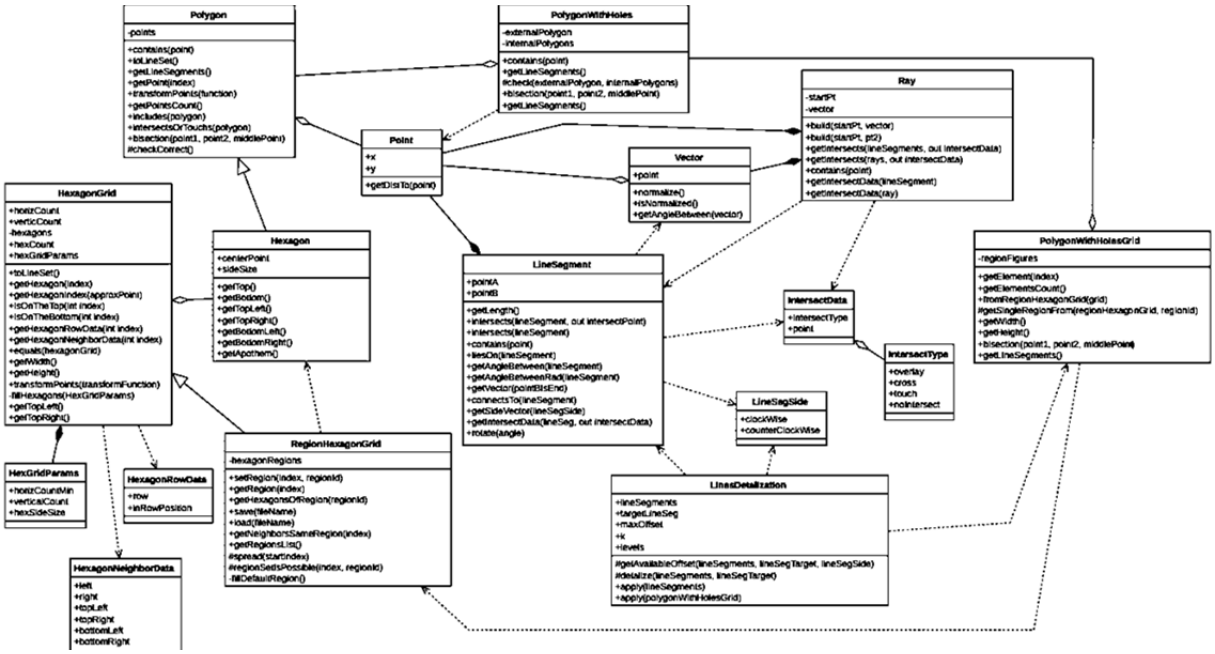


Рисунок 3. Диаграмма классов компонента «Geometry»

Опишем классы компонента «Geometry».

Класс «HexagonGrid» реализует сетку шестиугольников, методы получения ширины, высоты, преобразования точек.

Класс «HexGridParams» содержит параметры отображаемой сетки, количество по горизонтали, вертикали и размер стороны шестиугольника.

Класс «HexagonNeighborData» содержит индексы соседних шестиугольников для каждого шестиугольника.

Класс «RegionHexagonGrid» наследуется от «HexagonGrid» добавляет функционал разметки пространства. За счет метода setRegion(index, regionId) мы указываем, что шестиугольник с данным индексом теперь будет относиться к биому с данным id.

Класс «Hexagon» является интерпретацией шестиугольника, в нем реализованы методы для получения его точек, что может оказаться полезным в случае, если мы будем работать непосредственно с точками.

Класс «Polygon» интерпретирует полигон – набор точек и является родительским классом для «Hexagon».

Класс «PolygonWithHolesGrid» описывает сетку полигонов, основанную на сетке биомов класса «RegionHexagonGrid».

Класс «LineSegment» определяет отрезок соединяющий две точки, определяет наличие и угол пересечения с точками и отрезками.

Класс «LinesDetalization» предназначен не напрямую для сетки полигонов, а для набора отрезков. Данное решение делает этот класс более универсальным: можно детализировать не только сетку, но и любой произвольный набор отрезков. Для детализации сетки необходимо получить набор её отрезков. Это было реализовано посредством метода «getLineSegments».

Класс «PolygonWithHoles» определяет вложенность полигонов на плоскости.

Класс «Point» описывает точку в пространстве.

Класс «Vector» описывает нормаль, проведенную из точки.

Класс «Ray» описывает вектор, проведенный из точки по направлению экземпляра класса «Vector».

Компонент «Heightmap»

Диаграмма классов компонента «Heightmap» представлена на рисунке 4.

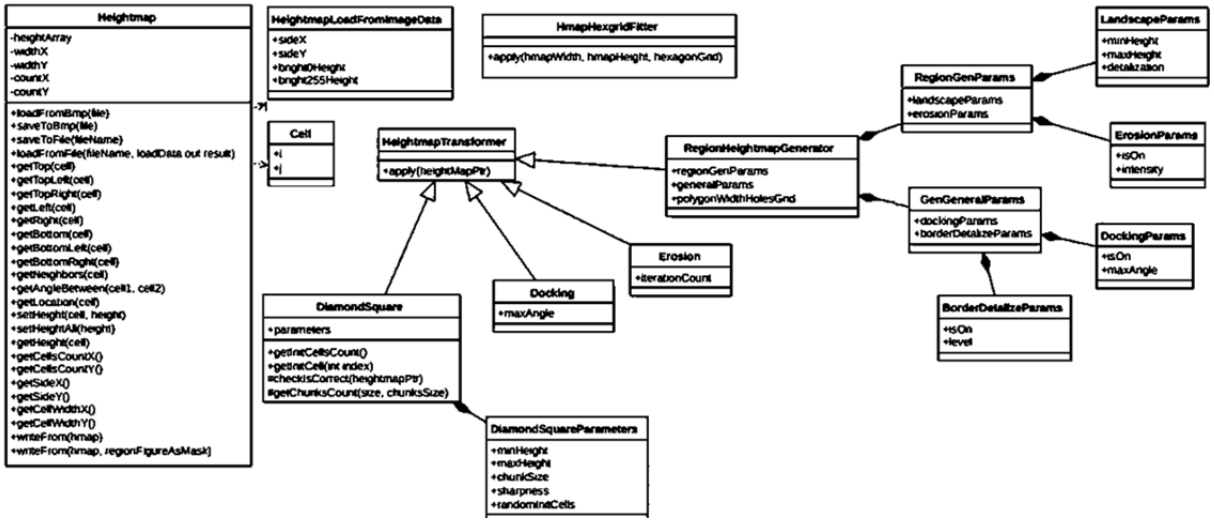


Рисунок 4. Диаграмма классы компонента «Heightmap»

При описании компонента «Heightmap» опишем только часть классов.

Класс «Heightmap» в основном служит для получения и записи высоты в нужную ячейку, методы «getHeight» и «setHeight» соответственно, а также получение размера массива карты высот, методы «getCellsCountX» и «getCellsCountY».

Методы «saveToBmp» и «loadFromBmp» необходимы для сохранения и загрузка карты в виде изображения. В данном случае – происходит сохранение в файл набора вещественных чисел, но, если нам нужен неограниченный набор значений высот, требуется сохранять данные по-другому.

Определен ввод и получение физических размеров карты, методы «getSideX», «getSideY», функционал которых может понадобиться для некоторых алгоритмов, использующих законы физики и основанных на размерах, скоростях и расстояниях между объектами.

Так же подготовлены вспомогательные методы для удобного написания кода: получение соседних ячеек относительно выбранной, методы «getTop», «getTopLeft», «getBottom», «getNeighbors» и другие.

Из-за того, что класс генерации, состыковки и эрозии имеют общее свойство – они изменяют входную карту высот, было принято решение сделать для них общий родительский класс «HeightmapTransformer».

При генерации разных участков по разным параметрам, на границах в большинстве случаев будут резкие перепады высот. Класс «Docking» определен для решения данной проблемы. На вход будем подавать максимальный угол, т.е., например, если подадим 45 градусов, не будет ни одной местности на карте, где угол между соседними точками будет больше 45.

Класс «RegionHeightmapGenerator» предназначен для объединения функционала вышеописанного: то есть, программисту не придется явно взаимодействовать с классами эрозии, генерации и состыковки.

Набор классов «RegionGenParams», «GenGeneralParams», «LandscapeParams», «ErosionParams», «DockingGenParams», «BorderDetalizeParams» хранят параметры для генерации ландшафта.

Реализация алгоритма генерации ландшафта

Были определены этапы реализации алгоритма:

1. Сгенерировать сетки шестиугольников и многоугольников.
2. Повысить реалистичность путем генерации шума для каждого биома с индивидуальными параметрами минимальной и максимальной высоты.
3. Сгладить все резкие перепады на карте, так как нет никакой гарантии, что после генерации шума с разными параметрами на границах биомов не будет не состыковок.

4. Применить ко всей карте алгоритм эрозии для повышения уровня детализации, придания реалистичности.

5. Просмотр и редактирование сетки шестиугольников в трехмерном пространстве, установка параметров высоты для каждого биома, запуск генерации и просмотр результата.

Алгоритм генерации сеток многоугольников

Была разработана небольшая подпрограмма, предоставляющая интерфейс создания и редактирования сетки шестиугольников на плоскости. В ней мы можем выделить биомы, сохранить результат в виде файла, а затем загрузить с целью изменения.

В полученной карте биомов на шестиугольной сетке предстоит совершить детализацию границ, то есть, увеличить число входящих в них отрезков, чтобы добиться большей реалистичности. Опишем общий принцип данной операции:

1. Определяются отрезки, которые есть в сетке.
2. Каждый отрезок разбивается на два.
3. Их середина перемещается перпендикулярно изначальному отрезку случайным образом в одну из двух сторон.
4. При всем вышеописанном отслеживается, чтобы новые отрезки не пересекались с остальными в сетке: т.е. рассчитывается максимальное расстояние, на которое можно передвинуть среднюю точку.
5. При необходимости повторить пункты 1–4.

Последовательность операций представлена на рисунке 5.

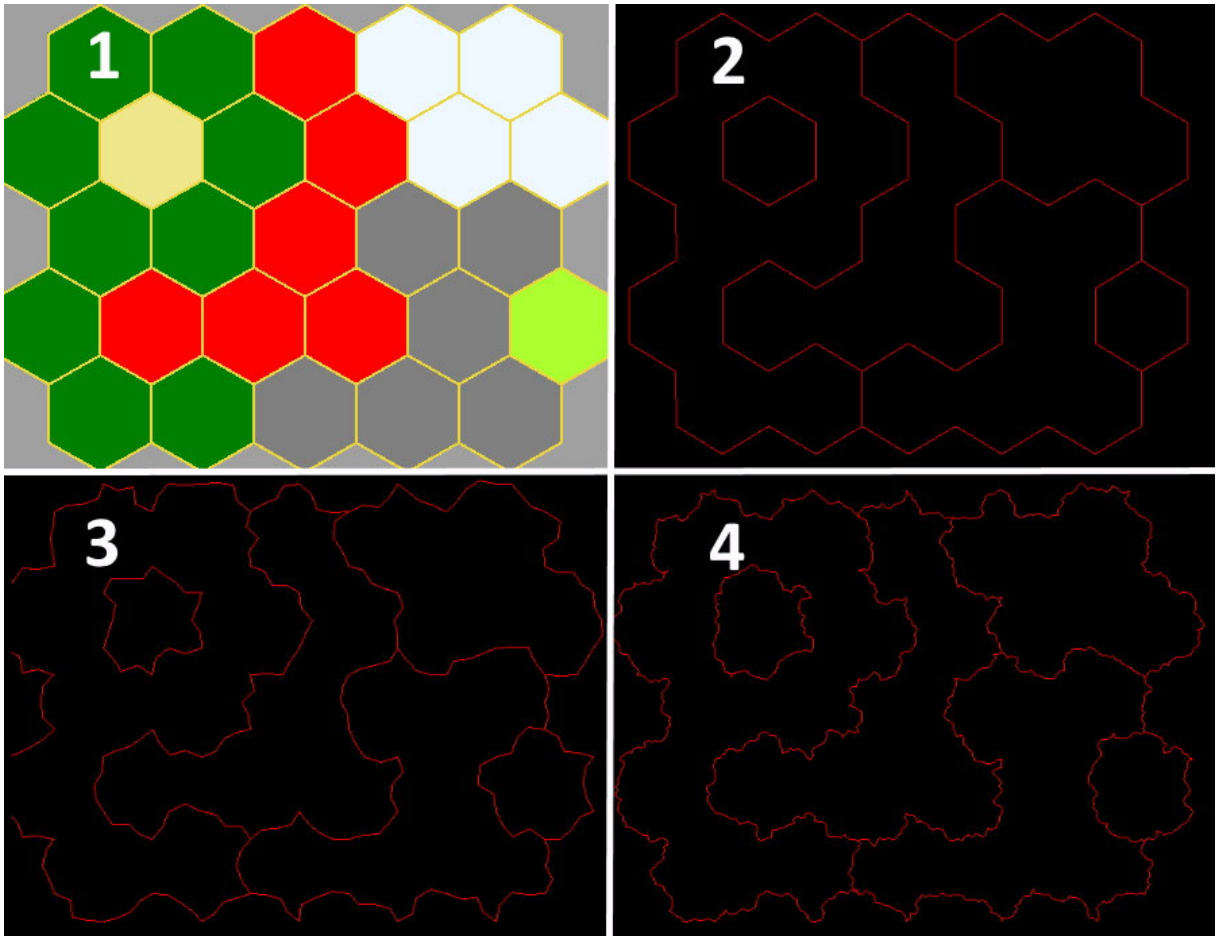


Рисунок 5. Сетка шестиугольников (1), получение полигонов из сетки (2), детализация границ (3, 4)

Алгоритм генерации шума

Далее необходимо добавить алгоритм Diamond Square, пример работы алгоритма представлен на рисунке 6.

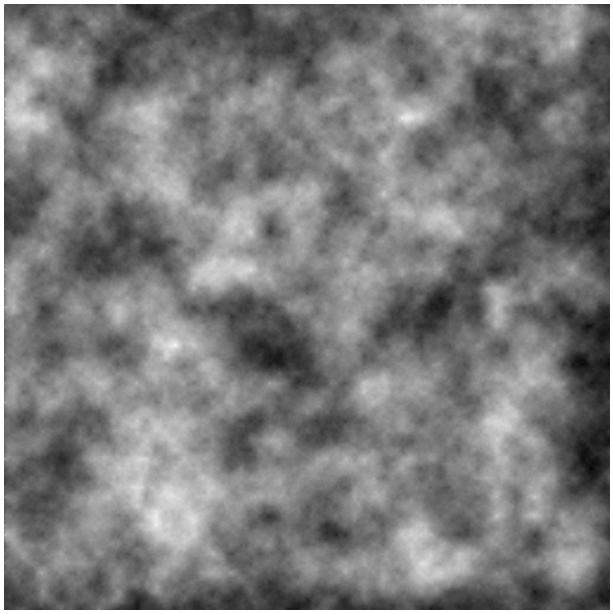


Рисунок 6. Сгенерированная карта высот алгоритмом «Diamond Square»

Данный алгоритм необходим для генерации карты высот для каждого биома в соответствии с их параметрами: минимальная и максимальная высота, то есть один биом в среднем располагается пониже, другой – повыше. Полученный результат применения алгоритма показан на рисунке 7.

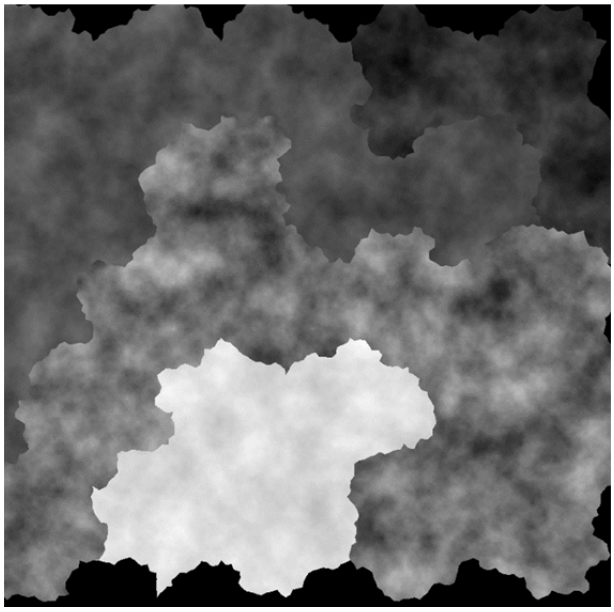


Рисунок 7. Карта высот, сгенерированная по разным параметрам

Как видно на границах существуют разрывы, их надо сгладить или удалить. Чтобы решить данную задачу, был разработан алгоритм состыковки ландшафта.

Алгоритм состыковки

Общий принцип заключается в следующем: одни ячейки изменяют высоту других ячеек в случае, если разница между ними слишком велика. Затем управление переходит изменен-

ным ячейкам. Они, в свою очередь, изменяют высоту своих соседей (так же, в случае максимальной разницы, выше установленной). Процедура повторяется до тех пор, пока не останется ячеек, которые могли мы изменить высоту других.

Разработано два варианта алгоритма:

- понижение: когда более низкие ячейки понижают высоту более высоких в случае большой разницы;
- повышение: наоборот, более высокие повышают более низкие ячейки.

Понижающий вариант оказался более предпочтительным для состыковки воды и остального ландшафта. Так, если вода будет на самом нижнем уровне высоты, в случае понижения ландшафта появится плавный переход между реками и землей: речное пространство не будет затронуто. Если же включить алгоритм на повышение: окружающие, более высокие ячейки просто поднимут все то место, которое должно было быть под водой.

Далее представлены результаты работы алгоритма в обработке сформированного ландшафта, рисунок 8.

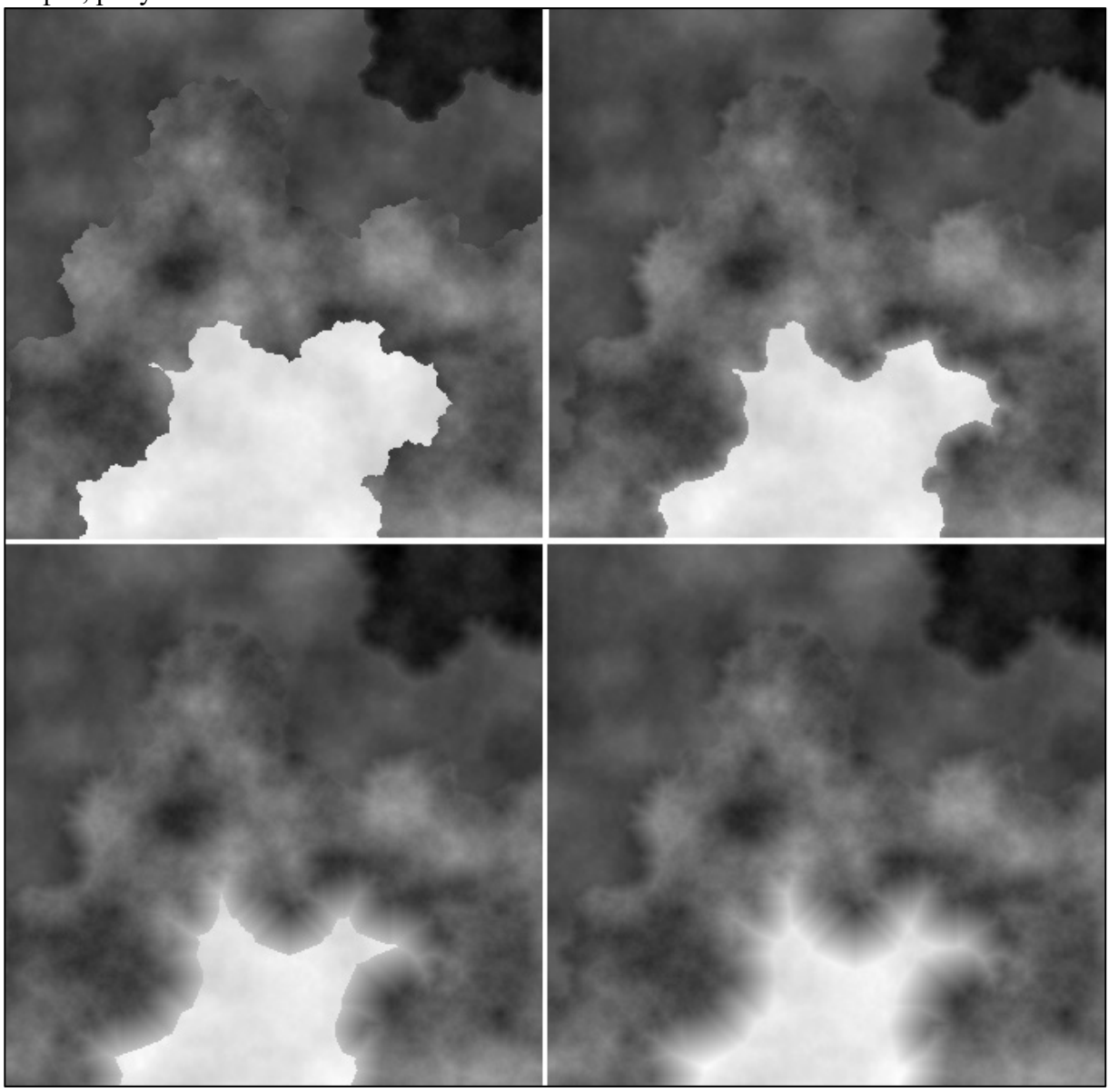


Рисунок 8. Последовательная работа алгоритма состыковки

Как можем видеть ландшафт постепенно шлифуется, начиная от самых нижних областей до самых высоких.

Изначально в алгоритме задается единый максимальный угол состыковки, то есть, каждая ячейка «руководствуется» одним значением максимального угла. В рамках улучшения работы алгоритма можно задать разные значения максимального угла. Это поднимет уровень реалистичности итоговой картины после стыковки.

Но ландшафт может потерять свой облик в случае большого значения угла. Если не внести дополнительные изменения в алгоритм, нужную стыковку не провести без повреждения облика всего ландшафта. Для этого на границах областей можно усилить влияние стыковки (то есть, уменьшить максимальный угол), а в других местах – уменьшить. Следует отметить, что данный подход можно объединить с предыдущим, то есть максимальные углы могут быть случайными, но в среднем ниже – на границах, выше – в остальных местах.

Алгоритм эрозии

Далее в проект был внедрен алгоритм эрозии, представленный в статье [3]. Алгоритм не был подвернут изменениям. Результаты можно наблюдать на рисунке 9.

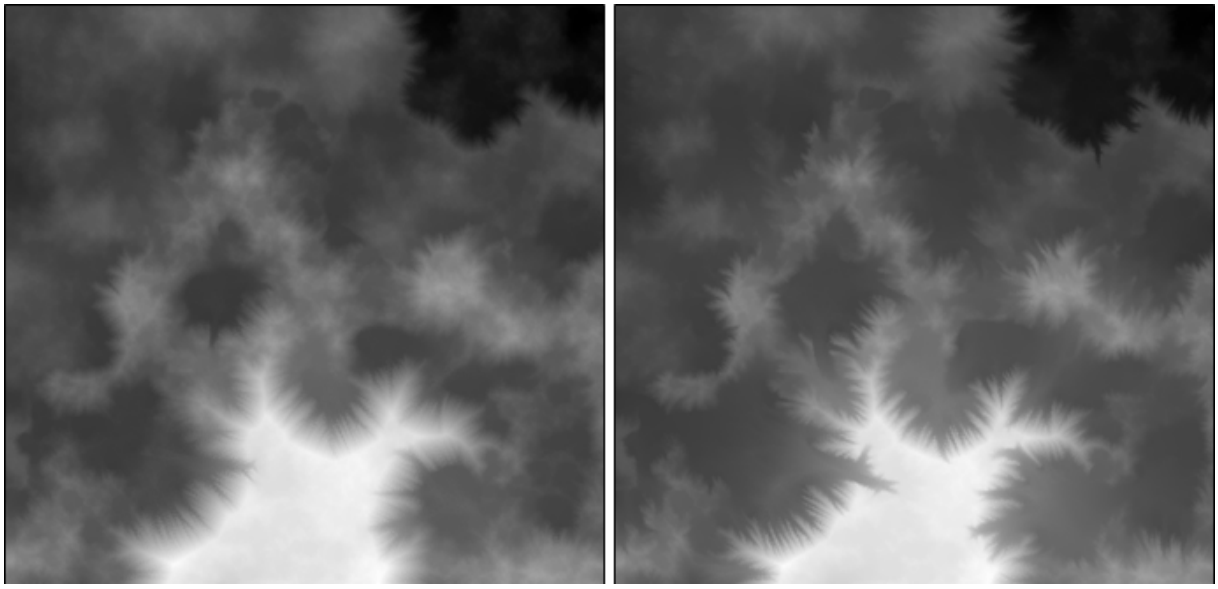


Рисунок 9. Работа алгоритма эрозии (средняя эрозия – слева, сильная – справа)

Можем наблюдать, как карта приобрела более реалистичный вид.

Принцип работы алгоритма аналогичен частицам воды, которые переносят в себе частицы земли и горных пород:

1. На карте высот случайным образом генерируются частицы.
2. Частицы перемещаются по физическим законам по карте, «забирая» с собой часть высоты и переносят ее в другое место.
3. В итоге частицы «испаряются» со временем.

Пользовательский интерфейс

Был реализован оконный пользовательский интерфейс для нанесения биомов на сетку шестиугольников, задания настроек и определения к какому биому принадлежит закрашенный шестиугольник.

В поле «Параметры биомов» выбирается порядковый номер биома, после чего в нижней части окна отобразятся поля для ввода минимальной и максимальной высоты для данного биома. Далее в процессе перемещения в трехмерном пространстве, наводя курсор на нужные шестиугольники, пользователем создается разметка карты, рисунок 10.

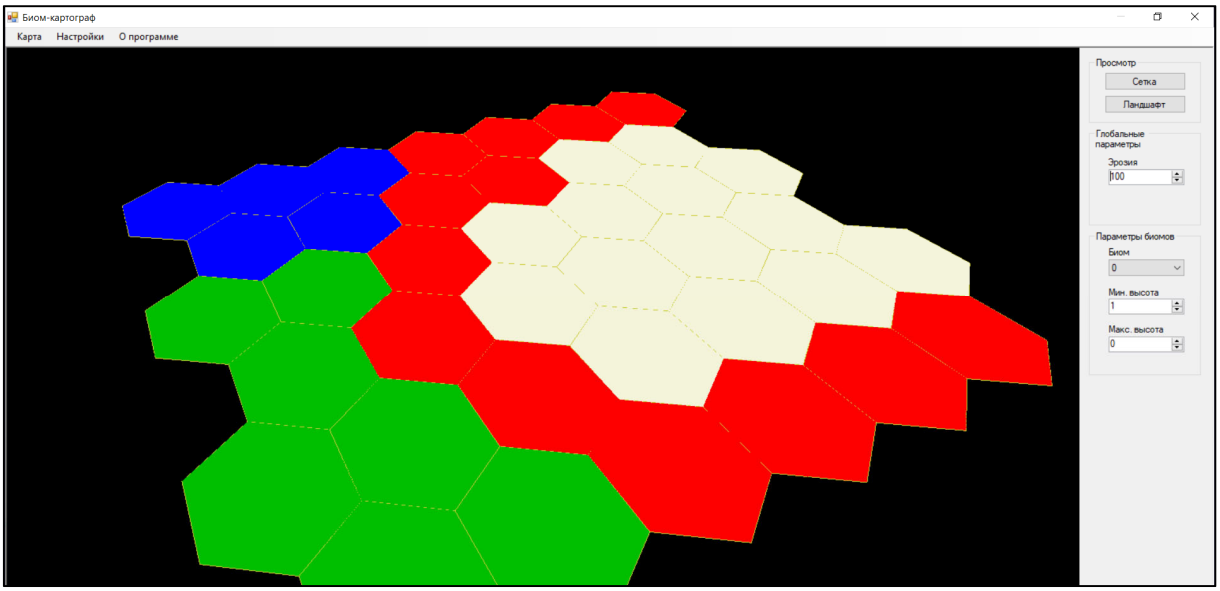


Рисунок 10. Нанесение биомов на шестиугольную сетку

В описываемом примере для «белого» биома указаны максимальная высота выше, для «синего» – ниже. У «зеленого» были указаны средние значения минимальной и максимальной высоты.

Далее, для запуска генерации следует перейти в меню «Карта» и нажать на соответствующую кнопку. После ожидания, в случае успешного завершения работы автоматически откроется окно просмотра ландшафта, рисунок 11.

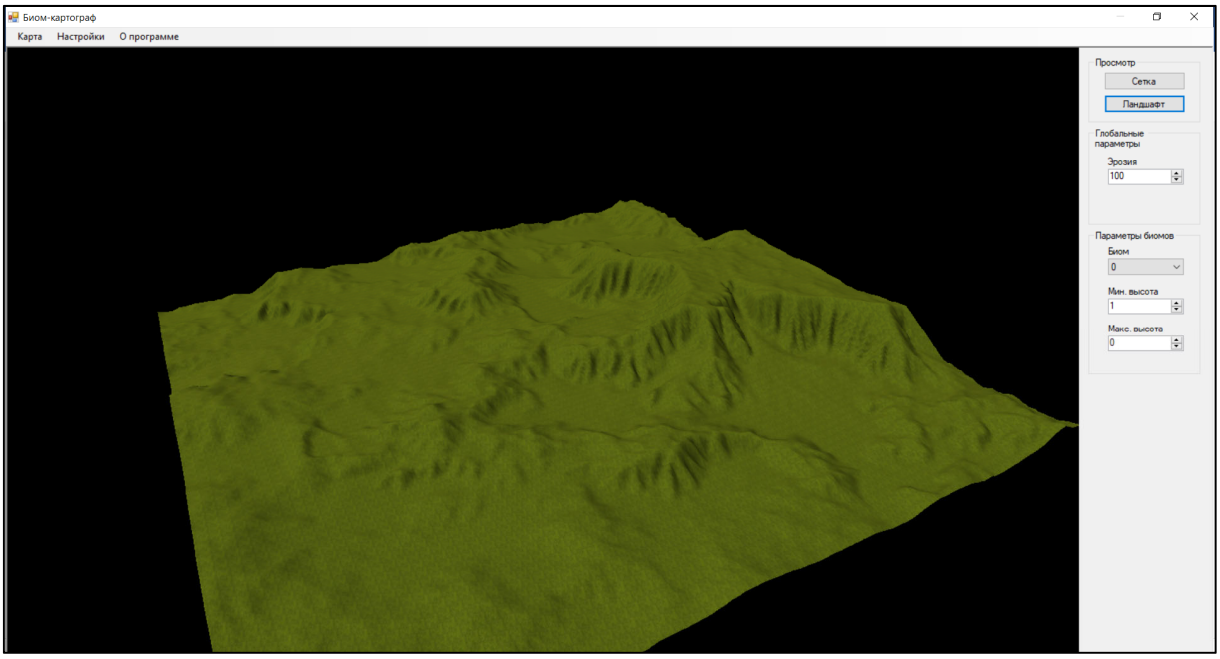


Рисунок 11. Сгенерированный ландшафт

Можем наблюдать сгенерированную карту высот по разметке биомов. В случае, если результат генерации пользователя не устроил, он может перейти обратно к редактированию сетки нажав на кнопку «Сетка» в верхнем правом углу экрана и повторить описанный раннее процесс.

Заключение

Была разработана программная среда для автоматизированной генерации ландшафтов по карте биомов. На итоговом ландшафте на сетке полигонов после детализации можно наблюдать острые углы. На основании углов между соседними отрезками можно рассчитать, куда следует перемещать среднюю точку, чтобы не появлялись острые углы, либо способствовать уменьшению этой остроты.

Алгоритм эрозии требует доработки, в виду того, что все ячейки на карте изначально обладают одинаковой «твердостью» и, следовательно, размываются одинаково. Так как в природе есть камни, почва и песок, то можно сделать так, чтобы одни области размывались сложнее, другие – проще.

Литература

1. AutoBiomes: procedural generation of multi-biome landscapes – Текст : электронный / R. Fisher, Ph. Dittman, R. Wellwr, G. Zachmann // The visual Compuret. – 2020. – Vol. 36. – URL: https://link.springer.com/article/10.1007/s00371-020-01920-7 (date of application : 26.08.2021).

2. Алгоритм «diamond–square» для построения фрактальных ландшафтов. – Текст : электронный // Хабр. – URL: https://habr.com/ru/post/111538/ (дата обращения: 26.08.2021).

3. Симуляция эрозии рельефа на основе частиц. – Текст : электронный // Хабр. – URL: https://habr.com/ru/post/496762/ (дата обращения: 26.08.2021).

ВЕСТНИК ЮГОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
2021 г. Выпуск 4 (63). С. 95–99

DOI: 10.17816/byusu20210495-99
УДК 004.43

С. Н. Шергин, Н. В. Денисов, В. В. Лука

ВЕБ-ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ БАНКОМ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ С СИНХРОНИЗАЦИЕЙ С СИСТЕМОЙ MOODLE

В статье рассматривается веб-инструмент, предназначенный для создания, управления и структурирования банков (наборов) тестовых заданий.

В ходе работы была предложена структурированная база данных, а также была проведена оптимизация работы веб-приложения.

Основной целью является взять за основу текущий модуль управления и создания тестовых заданий системы moodle и создать оптимальный, человекоориентированный интерфейс, с оптимизацией процессов в вузе, связанных с разработкой тестов.

Ключевые слова: фронтенд, бэкенд, разработка тестов, Moodle, GIFT

S. N. Shergin, N. V. Denisov, V. V. Luka

WEB-TOOL FOR MANAGING A SET OF TESTS WITH SYNCHRONIZATION WITH MOODLE

The article discusses a web application for creating, managing and structuring the bank (set) of tests.

In the course of the work, a structured database was proposed, and the web application was optimized.

The main goal is to take as a basis the current module for managing and creating a bank of test tasks of the moodle system and optimize it.

Keywords: frontend, backend, Moodle, test development, GIFT

Введение

В большинстве учебные заведения эксплуатируют одну из популярных платформ обучения – система управления обучением Moodle [1]. Также, в связи с коронавирусной инфекцией, в 2020 году большинство вузов разных стран приняли решение перейти на дистанционное обучение, и система стала неотъемлемой частью взаимодействия обучающих с преподавателями и освоением образовательных программ.

Данная система разработана 2002 году и до сих пор поддерживается. С развитием технологий перегруженность подобных систем увеличивается, оптимизация снижается в связи с отказом разработчиков обновления технологий.

Проведя исследования внутри вуза (рис. 1), выяснилось, что модуль управления банка тестовых заданий является не оптимизированным и нагруженным в плане элементов взаимодействия пользователя с системой. Модуль требует современных решений проектирования и добавление различного функционала. Проведя тестирование, оказалось, что проблемой является блок работы с тестовыми заданиями для преподавателей.

Для устранения данной проблемы было решено разработать веб-приложение с структурированной архитектурой и использованием современных технологий проектирования. Применяя архитектуру, которая упрощает работоспособность системы, что позволяет оптимизировать работу приложения в дальнейшем.

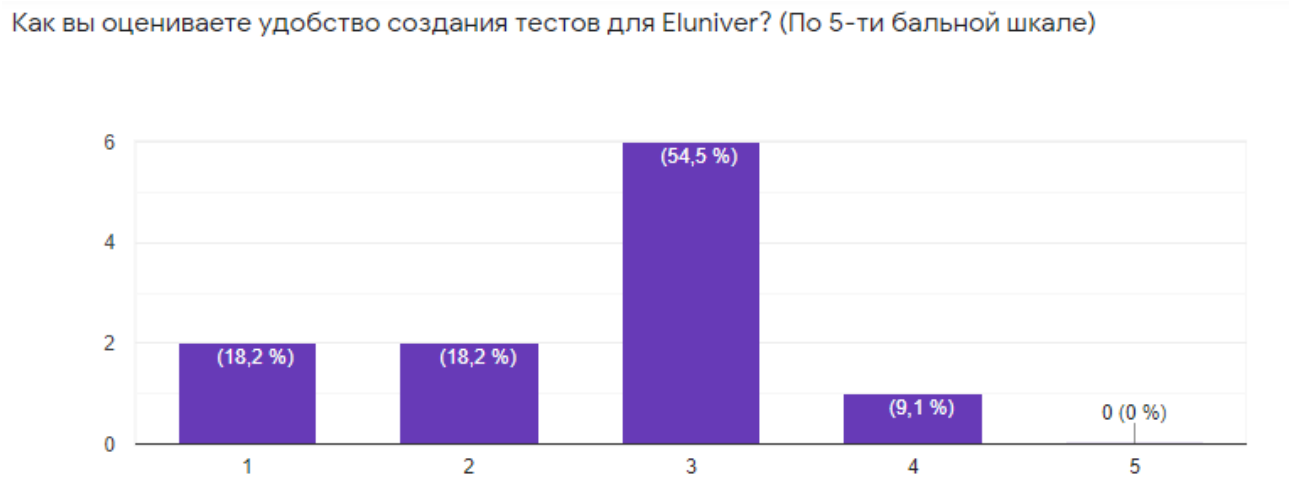


Рисунок 1. Удобство интерфейса по созданию вопросов

Требования к системе

При выборе реализации веб-инструмента работы с банками тестовых заданий были сформированы следующие требования:

- Автоматизировать создание паспорта банка тестовых заданий (в том числе отчетности).
- Обеспечить формирование вопросов банка тестовых заданий для загрузки на систему в moodle.
- Обеспечить быстродействие работы системы.
- Оптимизировать интерфейс взаимодействия с пользователем.

Для автоматизации формирования паспорта необходимо использовать современные технологии формирования документов.

Реализация и функциональные особенности

Платформа moodle имеет очень широкий функционал. Было решено не оптимизировать конкретный модуль с работой над тестовыми заданиями внутри системы. Так, как его ограничения бы остались, а другие технологии иметь большую гибкость и удобство в использовании.

Для решения данной задачи было принято решение вынести модуль работы с тестовыми заданиями из платформы moodle в отдельное web- приложение. Особенности данного решения является то, что, абстрагируясь от текущей системы, мы получим возможность упростить взаимодействие пользователя с элементами взаимодействия системы, так же оптимизировать функциональную часть, автоматизировать формирование наборов вопросов и отчетностей для преподавателей и центра тестирования.

Клиент-серверная архитектура представляет собой иерархическую сеть (рис. 2), которая состоит из узлов-клиентов и центрального сервера[4], через который выполняется хранение и обработка данных, а также передача их в обоих направлениях.

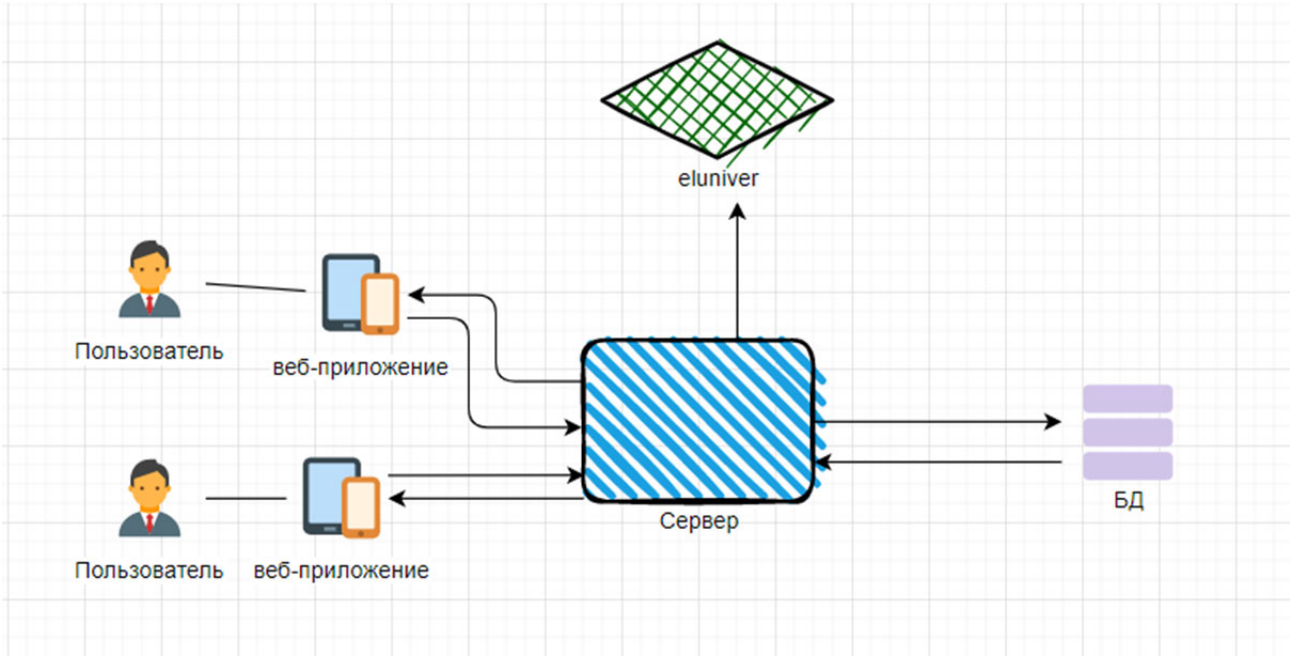


Рисунок 2. Структура ER-модели

На рисунке 3 продемонстрирована структура базы данных веб-сервера:

– Пользователь
– Банк тестовых заданий
– Секции
– Категории
– Вопросы
– Типы вопросов

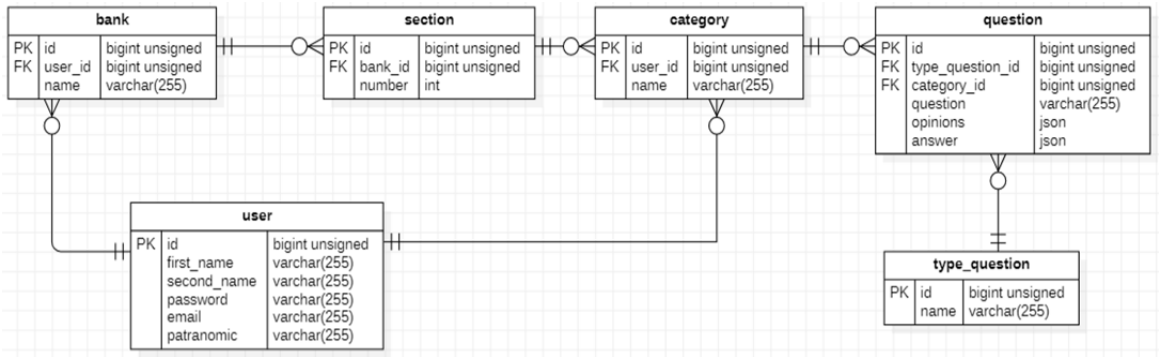


Рисунок 3. ER-диаграмма веб-сервиса

Пользователь имеет возможность регистрироваться в системе и использовать следующий функционал: создавать и изменять набор тестовых заданий. Каждый набор состоит из секций, которая состоит из категорий. Каждая категория содержит вопросы разных типов.

Система позволяет пользователям продолжать вести разработку тестов если до этого они работали в moodle. Пользователю необходимо предоставить возможность сохранить, редактировать набор имеющихся тестов. Взаимодействия с платформой mododle осуществляется путем загрузки банка тестовых заданий в формате Moodle XML. Это специфический формат экспорта вопросов Moodle в простой XML формат. Позволяет импортировать вопросы в другую категорию и использовать вопросы для других процессов, например XSLT трансформации. XML формат экспортирует также изображения, прикрепленные к вопросам; они кодируются в base64 [3]. Данный формат загружается как обыкновенный XML, декодируется в требуемый формат, который в дальнейшем используется для заполнения базы данных.

Выгрузка осуществляется в формате GIFT[2]. GIFT – формат данных для экспорта и импорта вопрос для платформы moodle. Она имеет структурированную схему, которая позволяет иметь разделы категории и вопросы. Каждый вопрос имеет свой определенный формат написания вопросов. В платформе moodle можно использовать для взаимодействия с пользователями формат данных GIFT. Для взаимодействия с форматом GIFT используется алгоритм, представленный на рисунке 4.

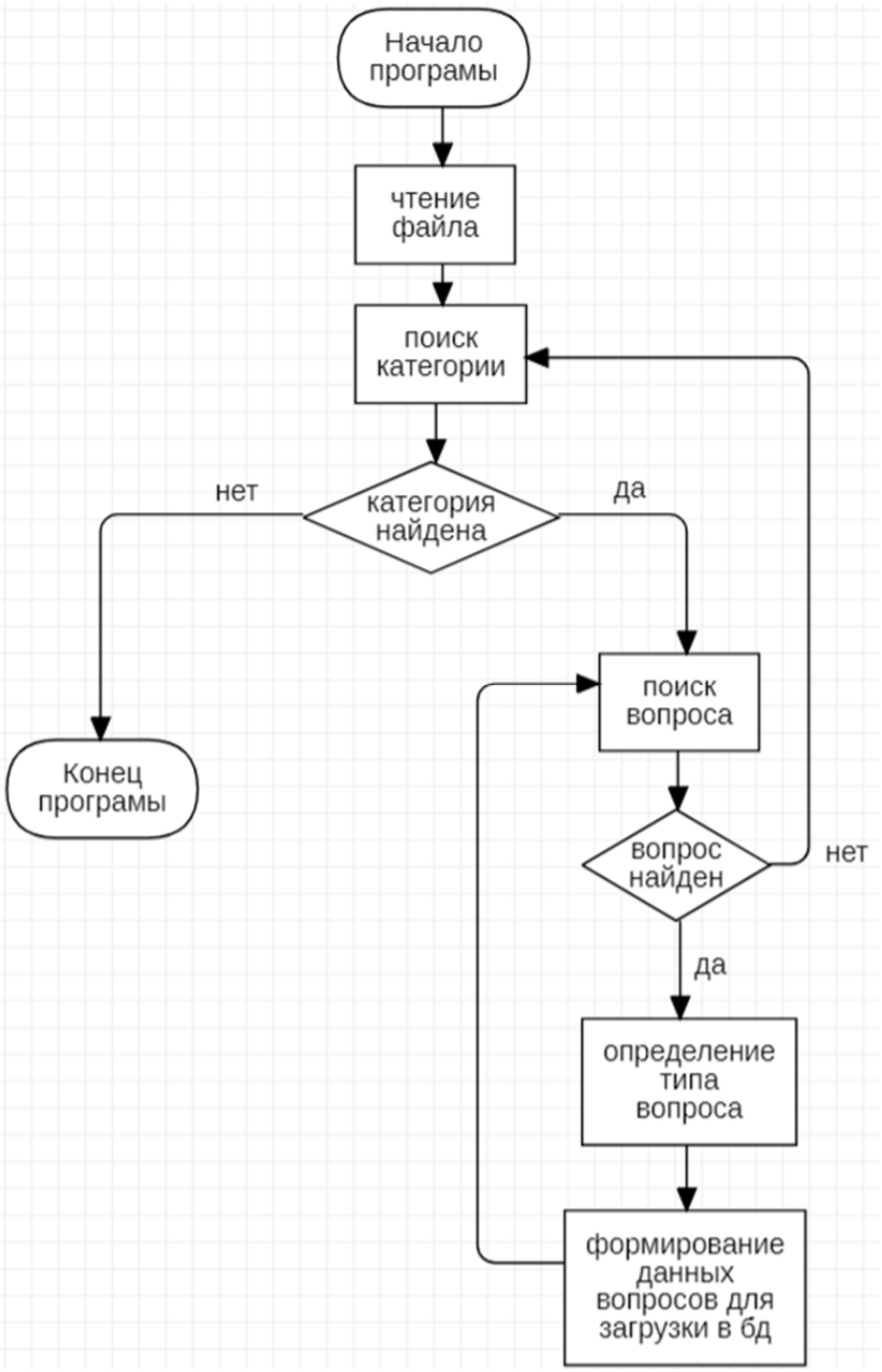


Рисунок 4. Блок схема алгоритма чтение файла GIFT

Также имеется выгрузка паспорта банка тестовых заданий. Паспорт подразумевает под собой ряд отчетностей о составе, наполненности набора тестов для проведения контрольных мероприятий для студентов. Для создания отчета требуется указать ряд параметров, характе-

ризующих контрольное мероприятие (форма проведения, время, количество участвующих вопросов, дата проведения и другие). Формирование файла происходит в формате docx.

Заключение

В результате проделанной работы представлен вариант реализации модуля работы с банком тестовых заданий платформы moodle. Данный вариант был успешно апробирован сотрудниками Югорского государственного университета (г. Ханты-Мансийск). В дальнейшем планируется внедрить совместную разработку тестов (с сохранением авторского права), реализовать более полную интеграцию с платформой moodle (без участия преподавателя), провести оценку сервиса для сравнения результатов с предыдущим исследованием.

Литература

1. Документация по Moodle 2.5 / перевод с английского В. А. Тунда ; под редакцией Ф. П. Тарасенко. – Текст : электронный // Электронная библиотека (репозиторий) Томского государственного университета. – 2014. – URL: http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000480285 (дата обращения: 12.04.2021).

2. Викулин, М. А. Разработка шаблонизатора для поточной загрузки вопросов в системы электронного обучения / М. А. Викулин, И. С. Старчаус, Л. Л. Хорошко. – Текст : непосредственный // Южно-Сибирский научный вестник. – 2019. – № 1 (25). – С. 166–169.

3. MOODLE : [сайт]. – 2021. – URL: https://moodle.org дата обращения: 12.04.2021). – Текст : электронный.

4. Смирнова, Г. Н. Проектирование экономических информационных систем : учебник / Г. Н. Смирнова, А. А. Сорокин, Ю. Ф. Тельнов ; под ред. Ю.Ф. Тельнова. – Москва : Финансы и статистика, 2002. – 512 с. – Текст : непосредственный.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ УГОЛОВНОГО НАКАЗАНИЯ НА НАЦИОНАЛЬНОМ И МЕЖДУНАРОДНОМ УРОВНЯХ

ВЕСТНИК ЮГОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
2021 г. Выпуск 4 (63). С. 103–110

DOI: 10.17816/byusu202104103-110
УДК 341.4

О. Г. Карпович

МЕЖДУНАРОДНО-ПРАВОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКСТРАДИЦИИ В США: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Россия последовательно выступает за возвращение межгосударственного взаимодействия в рамки общепризнанных принципов и норм международного права при центральной координирующей роли ООН. Россия настаивает на прекращении «охоты» американских спецслужб на российских граждан в третьих странах, возвращении российских граждан на Родину, приговоренных в США к длительным срокам заключения под надуманными предлогами. Необходимо исправить искусственно создаваемые Вашингтоном проблемы с взаимодействием по вопросам правовой помощи, нормализовать условия функционирования наших дипломатических и консульских учреждений в США.

Ключевые слова: экстрадиция, США, правовая помощь, ООН, Россия, правоохранительные органы, тюрьма.

O. G. Karpovich

INTERNATIONAL LEGAL PROBLEMS OF EXTRADITION IN THE UNITED STATES: THEORY AND PRACTICE

Abstract: Russia consistently supports the return of interstate cooperation to the framework of generally recognized principles and norms of international law with the central coordinating role of the United Nations. Russia insists on stopping the "hunting" of American special services for Russian citizens in third countries, returning them to their homeland, who were sentenced to long terms of imprisonment in the United States under far-fetched pretexts. It is necessary to correct the problems artificially created by Washington with cooperation on legal assistance, to normalize the conditions for the functioning of our diplomatic and consular institutions in the United States.

Keywords: extradition, USA, legal assistance, United Nations, Russia, law enforcement agencies, prison.

Введение

Основным документом, регулирующим вопросы института экстрадиции на наднациональном уровне, является: Европейская конвенция о выдаче 1957 года и Европейская конвенция о взаимной правовой помощи по уголовным делам 1959 года. При этом отсутствует универсальный международный договор по экстрадиции. Многолетние усилия по подготовке общего документа по данному вопросу в рамках ООН завершились в 1990 году принятием Типового договора об экстрадиции (Резолюция ГА ООН 45/116), который может быть использован при разработке международных (универсальных, региональных и двусторонних) конвенций, а также в процессе формирования соответствующих правовых норм на национальном уровне.

Однако помимо международного регулирования, нормы института экстрадиции в России закреплены в ст. 61 Конституции, ст. 13 Уголовного кодекса, ст. ст. 460 и 452 Уголовно-процессуального кодекса.

Институт экстрадиции подробно исследовался в российской науке международного права. Среди ученых стоит упомянуть: Р.М. Валеева, В. Н. Кудрявцева, Л. Н. Галенскую и др. В

зарубежной литературе необходимо отметить работы следующих ученых: М. Ш. Биссиуни, Х. Лаутерпахта, Ш. Руссо, Ж. Левассера и др.

Институт экстрадиции как институт выдачи подозреваемых в совершении преступления и осужденных преступников является сочетанием норм международного и национального права.

Институт выдачи преступников как институт права состоит из ряда компонентов, включающих в себя: конвенционные нормы, обычно-правовые нормы и нормы национального законодательства.

В 1995 году между Россией и США было подписано Соглашение о сотрудничестве по уголовно-правовым вопросам. Данное соглашение должно было послужить прологом к последующим договоренностям о взаимной правовой помощи между нашими государствами. Однако сотрудничество между Россией и США в указанной сфере не отлажено в должной мере, ничего в дальнейшем не было подписано.

Действующее Соглашение имеет очень узкую сферу применения – это процедурные вопросы предупреждения, расследования и преследования. Правоохранительные органы США обязаны руководствоваться в своей деятельности Законом об экстрадиции 1982 года, который требует наличия специального соглашения. Соглашение между нашими странами, как уже отмечалось, до сих пор отсутствует. С другой стороны, может использоваться норма о взаимности, но она довольно редко встречается в практике по вопросам экстрадиции. Более того, отношения между нашими государствами, к сожалению, не становятся лучше. Так, Министерство иностранных дел России, подведя основные внешнеполитические итоги 2020 года, отметило, что отношениях с США продолжала накапливаться напряженность вследствие наращивания многоплановых усилий Вашингтона по сдерживанию России [1].

Одним из последствий ухудшения отношений между двумя странами являются аресты российских граждан по всему миру по запросам правоохранительных органов США и их экстрадиция в эту страну.

Такие действия уже получили название «охоты» американских правоохранителей за российскими гражданами. Подобные аресты и экстрадиции являются грубейшим нарушением норм международного уголовного права. Наличие между Россией и Соединенными Штатами Соглашения о взаимной правовой помощи по уголовным делам указывает на то, что данное соглашение не работает. Целесообразность изучения проблемных вопросов экстрадиции в современный период обусловлено потребностью в ликвидации пробелов в отечественном и зарубежном уголовно-процессуальном законодательстве, улучшении практики правоприменения согласно требованиям и стандартам международного права.

В то же время в современный период целый ряд вопросов, посвященных институту экстрадиции, остается недостаточно исследованным, множество актуальных проблем, связанных с теорией экстрадиции и правильным практическим использованием его норм, остаются нерешенными [2].

Международное сотрудничество

В качестве одной из форм международного сотрудничества различных государств в борьбе с преступностью, проводимой в границах оказания юридической помощи по уголовным делам, выступает экстрадиция.

Поскольку институт экстрадиции постоянно развивается и совершенствуется, подобное сотрудничество необходимо для развития международных отношений [3].

Выдача лиц, совершивших общеуголовные преступления, считается средством, увеличивающим эффективность взаимодействия государств в борьбе с преступностью, которому придают все большее значение на двустороннем уровне межгосударственного сотрудничества.

Экстрадицией является реализуемая в процессуальном порядке деятельность правоохранительных органов двух и более государств, основанная на положениях внутреннего и международного права, а также на предусмотренном принципе взаимности, гарантирующая выдачу лиц, совершивших преступное деяние, для осуществления уголовного преследования, привле-

чения виновных субъектов к уголовной ответственности либо для исполнения приговора, передачи осужденных субъектов для отбывания назначенного наказания в государство, гражданами которого они являются, либо применения в отношении них мер принудительного характера.

Современная тенденция формирования института экстрадиции характеризуется, в первую очередь, желанием упростить процедуру, а также – расширить круг лиц, подлежащих выдаче, и области преступлений, предусматривающих выдачу.

Стремление любого государства бороться с преступностью выступает в качестве основы для совершения двусторонних и многосторонних договоров, где особое внимание уделено институту экстрадиции как одному из важных институтов международного уголовного права. Заключенные международные соглашения об экстрадиции имеют целью обеспечение неотвратимости назначенного наказания для лиц, совершивших какое-либо опасное преступное деяние.

Однако, несмотря на большое число заключенных международных договоров, предусматривающих экстрадицию, они требуют совершенствования и доработки. Доказательство этого факта – отсутствие в настоящее время единообразных стандартов в области экстрадиции [4].

Статьей 61 Конституции Российской Федерации [5] предусматривается, что российский гражданин не может быть выслан в другую страну, и регламентируется, что государство гарантирует собственным гражданам защиту и покровительство вне ее территории.

Запрещающие высылку российских граждан нормы в полной мере соответствуют статье 13 Всеобщей декларации прав человека, декларирующей право любого лица покидать всякое государство и возвращаться в собственную страну (часть 2 статьи 27).

В соответствии с российскими договорами о правовой помощи любое из договаривающихся государств берет на себя обязательство по требованию иного государства осуществлять согласно своему внутреннему законодательству уголовное преследование против собственных граждан, которые подозреваются в том, что они совершили преступные деяния на территории любого запрашивающего государства [6].

Различные двусторонние договоры России о правовой помощи включают правило о том, что выдача не происходит, если человек, в отношении которого подано прошение о выдаче, считается гражданином запрашиваемого государства [7].

Как нами отмечалось выше, в соответствии с законодательством США, экстрадицию могут запрашивать или осуществлять правоохранительные органы согласно международным договорам, а именно: на основании двустороннего договора, многостороннего договора, положения многостороннего договора, которое содержит пункт об экстрадиции; на основании военного соглашения об экстрадиции; договора о передаче осужденных на основе принципа взаимности [8].

Позиция США в отношении экстрадиции

Учитывая международно-правовую практику США, необходимо отметить, что в прошлом американские правоохранительные органы выступали с определенными запросами или сами реализовывали экстрадицию согласно принципу взаимности или в соответствии с международной вежливостью. В современный период США проводят экстрадицию, в основном, в соответствии с международным договором, хотя в отдельных случаях они выступают с определенными запросами об экстрадиции без наличия заключенного договора, ссылаясь на принцип взаимности.

Таким образом, рассматриваемый институт экстрадиции реализует интегрирующую функцию в области международного сотрудничества различных государств, выступает в качестве важного инструмента исполнения международных обязательств в сфере уголовного процесса. Несмотря на значительные достижения в области сотрудничества государств в борьбе с преступностью, не существует пока единообразного подхода в практической реализации экстрадиции.

Стремление США и их отдельных союзников утвердить однополярное мироустройство, применение ими военной силы против иных суверенных государств в обход резолюций Со-

вета Безопасности ООН, вмешательство во внутренние дела других стран и выраженные претензии на монополизацию функций по урегулированию возникающих международных конфликтов разной интенсивности кардинально меняют всю систему международных отношений.

В последнее время наблюдается тенденция к военно-силовому вмешательству Вашингтона во внутренние дела отдельных регионов, предпринимаемым попыткам оказания давления на некоторые государства для изменения их традиционного политического строя, подчинения своему влиянию и навязывания собственных моделей социально-политического, а также экономического развития.

Еще администрацией Б. Обамы была адаптирована доктрина «глобального доминирования», выработанная Дж. Бушем-мл., к обновленной расстановке сил на мировом пространстве. Доктрину «глобального доминирования» понимают как мировую американскую гегемонию, которая основана на доминировании Соединенных Штатов в политико-экономической, военной сферах практически до подавления всех имеющихся и появляющихся центров силы во всем мире. Отдельные американские аналитики указывают, что Б. Обама продолжил внешнюю политику своего предшественника [9]. Президент США Д. Байден также предпринимает усилия для последующей реализации данной доктрины.

Соединенные Штаты оставляют за собой право на совершение односторонних действий при конкретном указании на важность силовой акции, на определение ее целей и вероятных последствий.

Позиция России и новая архитектура международных отношений

Россия же выбрала другой внешнеполитический подход. Сегодня никто не рискнет назвать Россию региональной державой. В стремительно меняющемся мире все более отчетливо вырисовывается новая архитектура международных отношений. Неоднократно Президент России В. В. Путин и министр иностранных дел С. В. Лавров заявляли о приверженности России идее равенства, сохранения суверенитета и невмешательства во внутренние дела государств [10]. Эта идея оформилась в термин «многополярный мир» [11]. И действительно, все внешнеполитические усилия России направлены на построение именно такой системы международных отношений.

События, связанные с вхождением Крыма в состав Российской Федерации, войной в Донбассе и операцией ВКС России в Сирии, актуализировали для официальной Москвы необходимость поиска новых средств продвижения своих идей, ценностей и отстаивания национальных интересов. Более того, эти события породили новый международный конфликт, сравнимый лишь с холодной войной. Поэтому Россия остро нуждается в объяснении своей позиции мировой общественности, возрастает роль публичной дипломатии.

После названных выше событий западные лидеры надеялись, что «умело» сформированные санкции против ряда физических и юридических лиц, а также эмбарго на поставку некоторых товаров заставят Россию изменить свою внешнюю политику. Реакция со стороны России не заставила себя долго ждать. На первый пакет санкций МИД России опубликовал свой ответ в виде списка, куда вошли несколько физических лиц (часть из них члены конгресса США).

Затем последовал второй пакет санкций от США, ЕС и их союзников, который затрагивал уже целые секторы российской экономики. В ответ Россия ввела эмбарго на ввоз сельхозпродукции, сырья и продовольствия.

На 2018–2019 годы пришлось усиление санкционного нажима, было сфабриковано провокационное «дело Скрипалей» в Великобритании, высланы российские дипломаты из США и отдельных европейских государств.

Россия поощряет укрепление международного сотрудничества в защите прав и свобод человека на основе взаимного уважения и равноправия в соответствии с общепризнанными принципами и нормами международного права. При этом подчёркивали недопустимость политизации и применения «двойных стандартов», навязывания односторонних подходов и не-

универсальных ценностей, использования правозащитной тематики для давления и вмешательства во внутренние дела суверенных государств [12].

В настоящее время по-прежнему фиксируются случаи неприемлемой практики «охоты» за россиянами по всему миру. Фактически были совершены похищения российских граждан за границей. Так произошло с К. Ярошенко, схваченным в 2010 году в Либерии, а затем с В. Бутом, задержанным в Таиланде и вывезенным оттуда в США.

Между Россией и США существует множество противоречий – политических, экономических, территориальных и многих других. К сожалению, довольно часто все эти противоречия подкрепляются весьма сомнительными делами и судебными процессами, которые касаются граждан России [13]. Так, 15 июля 2018 года россиянку Марию Бутину арестовали в Вашингтоне, ей инкриминировалось участие в заговоре с целью ведения деятельности в пользу Правительства России на территории США.

Несколько месяцев Бутина провела в одиночной камере с запретом на любое общение; разрешалось только выходить на пару часов ночью. Даже связь с семьей по телефону стала возможна далеко не сразу. На свежий воздух ее не выводили. Власти объясняли это заботой о ее безопасности [14].

Дело Бутиной вызвало общественный резонанс в России. В Москве обвинения россиянки назвали надуманными. По словам Президента России В. В. Путина, для обвинений в ее адрес нет никаких оснований, так как никаких заданий в интересах России она не выполняла. По мнению МИД России, ФБР, вместо борьбы с преступностью, выполняло откровенный политический заказ.

Рассмотрим дело Виктора Бута, которое началось в 2001 году, однако не разрешилось до сих пор.

В 2008 году США выдали ордер на арест Бута. 6 марта он был задержан в Бангкоке, где трое сотрудников спецслужб США, под видом членов организации FARC, пытались купить у него ракеты класса «земля – воздух». Правительство США заявило о намерении экстрадиции бизнесмена в Америку. Супруга Бута заявляла, что ее муж прибыл в Таиланд для обсуждения нового бизнес проекта – строительства завода по производству одноразовых шприцов. Она обратилась лично к С.В. Лаврову с просьбой помочь. Российская сторона предложила отпустить Бута под залог, но суд Таиланда отказал. США готовили новые документы, настаивая на экстрадиции Бута в США. Таиланд отказывался выслать Бута, так как не признавал FARC террористической организацией, но в то же время не выпускал арестованного под залог, опасаясь, что он покинет страну.

США выдвинули Буту обвинения в сговоре с целью убийства офицеров или работников США, приобретения и использования ракеты «земля-воздух», предоставления материальной поддержки или ресурсов зарубежной террористической организации, а также в вооружении боевиков колумбийской террористической группировки «Революционные вооруженные силы Колумбии».

Ожидалось, что Бута приговорят к пожизненному заключению, однако он был приговорен к 25 годам лишения свободы. По заявлению Бута, его дело являлось не уголовным, а сугубо политическим.

А. Винник был арестован в Греции в июле 2017 года по запросу США [15], где его обвиняли в незаконном создании биржи криптовалют и отмывании 4–9 миллиардов долларов США через ныне не существующую интернет-биржу криптовалют. Обвиняемый вину не признавал. Его выдали Франции. До сих пор находится в тюрьме.

Американские власти обвиняют Винника в отмывании цифровой валюты и создании платформы для незаконных денежных операций. Доказательства причастности Винника к деятельности криптовалютной биржи отсутствуют.

Ранее суд Испании разрешил выдать США обвиняемого в хакерстве россиянина П. Левашова. Запрос на его экстрадицию также делала Россия [16].

В начале 2017 года в Барселоне задержали российского программиста С. Лисова. Его обвиняли в том, что он на протяжении трех лет взламывал компьютеры американцев и торговал паролями.

Ю. Мартышева обвиняют в мошенничестве с банковскими картами. Он уже доставлен в тюрьму в пригороде Вашингтона. Российские дипломаты обоснованно заявляют об «очередном случае похищения» и призывают соотечественников тщательно взвешивать все риски при поездках за границу. Мартышеву вменяется кража данных о чужих банковских картах. Он был задержан в Латвии [17].

Арестованные таким образом россияне испытывают на себе предвзятое отношение со стороны американского «правосудия». Их пытаются склонить, в том числе прямыми и косвенными угрозами, к признанию своей вины, несмотря на надуманность многих обвинений, а в случае отказа от такого признания приговаривают к длительным тюремным срокам. Аресты граждан России под явно надуманными и абсурдными предлогами являются очередной попыткой помешать нормализации отношений между Россией и США и усугубляют и без того не самые прочные отношения между двумя странами [18].

Все рассмотренные случаи экстрадиции россиян в США и ряд других государств указывают на то, что нет никаких оснований для задержания российских граждан при полном отсутствии доказательной базы со стороны следствия. Кроме того, нет конкретики в отношении составов преступлений, которые вменяются задержанным россиянам, что еще раз подтверждает надуманный характер всего происходящего.

США очень часто задерживают граждан, которые никогда не посещали их страну, на основании доктрины, декларирующей, что суд компетентен в рассмотрении дела там, где находятся возможные жертвы правонарушения.

Заключение и выводы

Подведем итоги. Рассмотренный институт экстрадиции реализует интегрирующую функцию в области международного сотрудничества различных государств, выступает в качестве важного инструмента исполнения международных обязательств в сфере уголовного процесса. Однако, несмотря на значительные достижения в области сотрудничества государств в борьбе с преступностью, не выработан единообразный подход в практической реализации экстрадиции.

Сегодня отношения между Россией и США приобрели более негативный окрас, чем в период холодной войны. Достаточно вспомнить действия обоих государств по высылке десятков дипломатов, закрытию дипломатических миссий и других объектов, введению экономических санкции и ответных мер и др. В настоящее время Россией проводится сбалансированная, продуманная и неконфронтационная внешняя политика. Российская дипломатия твердо и последовательно отстаивает приоритет международного права, выступает противником построения международных отношений на основе правил, которые удобны исключительно США. Россия подчеркивает, что центральная роль в разрешении основных мировых проблем принадлежит ООН.

При этом необходимо отметить, что США располагает всем необходимым инструментарием (в том числе правовым) для экстрадиции лиц, к которым у них имеется интерес. Ни гражданство, ни местонахождения не имеют значения. Данная система приобретает серьезные масштабы. В некоторых случаях уже можно сказать, что США пытаются придать своей юрисдикции наднациональный характер. Данный подход стал особо активно применяться с учетом террористической угрозы и проблемы наркотрафика.

Проанализировав нормативно-правовые акты, правоприменительную практику и научную литературу, мы можем отметить, что в настоящее время существует ряд нерешенных проблем в институте экстрадиции, что накладывает дополнительные трудности на проблематику оспаривания экстрадиции.

Остановимся на основных из них:

1) на сегодняшний день в международном праве отсутствует универсальный международный договор (конвенция), в котором принимали бы участие все государства, а также нет единых правил передачи обвиняемых, либо преступников другому государству;
2) различия правовых систем государств создают барьеры в процессе экстрадиции;
3) проблемы экстрадиции связаны с политическими разногласиями между государствами;
4) понимание правовой природы экстрадиции неодинаково в различных государствах;
5) экстерриториальное применение законодательства США при решении вопроса экстрадиции и ограниченное внедрение международного опыта во взаимоотношениях с другими государствами.

Литература

1. Министерство иностранных дел России [сайт]. –URL: http://www.mid.ru/foreign_policy/news/-/asset_publisher/ (дата обращения: 15.08.2021). – Текст : электронный.

2. Смирнов, П. А. Проблемы процессуально-правового положения лица в рамках экстрадиционных правоотношений / П. А. Смирнов. – Текст : непосредственный // Пробелы в российском законодательстве. – 2017. – № 1. – С. 31–36.

3. Кибальник, А. Г. Современное международное уголовное право: теория и практика уголовного права и уголовного процесса / А. Г. Кибальник. – Москва, 2016. – 304 с. – Текст : непосредственный.

4. Сафаров, Н. А. Экстрадиция в международном уголовном праве: проблемы теории и практики / Н. А. Сафаров. – Москва, 2015. – 158 с. – Текст : непосредственный.

5. Конституция Российской Федерации : (принята всенародным голосованием 12.12.1993) : (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 № 6-ФКЗ, от 30.12.2008 № 7-ФКЗ, от 05.02.2014 № 2-ФКЗ, от 21.07.2014 № 11-ФКЗ). – Текст : непосредственный // Собрание законодательства РФ. – 2014. – № 31. – Ст. 4398.

6. Слесарюк, Н. В. Возможна ли экстрадиция лиц, привлекаемых к ответственности за нарушение авторских прав? / Н. В. Слесарюк. – Текст : непосредственный // Сибирское юридическое обозрение. – 2014. – № 2. – С. 33–36.

7. Конвенция стран СНГ о правовой помощи по гражданским, семейным и уголовным делам : от 22.01.1993. – Текст : непосредственный // Собрание законодательства РФ. – 1995. – № 17. – Ст. 1472.

8. Bassiouni, M. Sh. International Extradition. United States Law and Practice / M. Sh. Bassiouni. – London ; Rome ; New York, 1983. – 209 p.

9. Володин, А. Г. «Постамериканский мир»: версия Фарида Закария / А. Г. Володин. – Текст : электронный // Перспективы. – URL: http://www.perspektivy.info/book/postamerikanskiiy_mir_versiya_farida_zakariya_2008-9-17-46-18.htm (дата обращения: 14.09.2021).

10. Путин, В. В. Россия последовательно выступает за верховенство международного права и его базовых принципов / В. В. Путин. – Текст : электронный // РИА Новости. – URL: https://ria.ru/politics/20041222/767874.html (дата обращения: 14.07.2019).

11. Дугин, А. Г. Теория многополярного мира / А. Г. Дугин. – Москва : Евразийское движение, 2013. – 532 с. – Текст : непосредственный.

12. Внешнеполитическая и дипломатическая деятельность Российской Федерации : обзор МИД России. – Москва, 2021. – 66 с. – Текст : непосредственный.

13. Алиева, М. Н. Проблемы реализации института экстрадиции в международном и национальном праве / М. Н. Алиева, Н. Т. Темирсултанова. – Текст : непосредственный // Закон и право. – 2019. – № 2. – С. 116–119.

14. Хатагова, И. Эксперт рассказал почему дело Бутиной в США могут закрыть / И. Хатагова. – Текст : электронный // MK.RU. – URL: https://www.mk.ru/politics/2018/12/11/ekspert-rasskazal-pochemu-delo-butinoy-v-ssha-mogut-zakryt.html (дата обращения: 14.07.2019).

15. Джесс, Л. Александра Винника экстрадируют в США: ему грозит до 55 лет тюрьмы / Л. Джесс. – Текст : электронный // Forklog. – URL: https://forklog.com/aleksandra-vinnika-ekstradiruyut-v-ssha-emu-grozit-do-55-let-tyurmy/ (дата обращения: 14.07.2019).

16. Адвокат объяснил, почему США добиваются экстрадиции программиста Левашова. – Текст : электронный // Rambler. – URL: https://news.rambler.ru/incidents/37971819/?utm_content=rnews&utm_medium=read_more&utm_source=copylink (дата обращения: 14.07.2019).

17. Афонский, А. С вещами на выезд / А. Афонский. – Текст : электронный // Профиль. – URL: https://profile.ru/politics/martyshev-5957/ (дата обращения: 14.09.2021).

18. Экстрадиция Виктора Бута в США. – Текст : электронный // РИО Новости. – URL: https://ria.ru/viktor_bout_extradition_usa_16112010/ (дата обращения: 14.09.2021).

ВЕСТНИК ЮГОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
2021 г. Выпуск 4 (63). С. 111–119

DOI: 10.17816/byusu202104111-119
УДК 343.8

А. К. Теохаров, А. Я. Бондарь, Г. Батболд

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛНЕНИЯ УГОЛОВНОГО НАКАЗАНИЯ

Введение. Вопросы, связанные с эффективностью исполнения уголовного наказания, постоянно привлекают к себе внимание ученых. Первые исследования в этой области были проведены в 60-х годах прошлого века. Несмотря на кажущуюся простоту проблемы, истинное ее содержание является неоднозначным. Исследователи, как правило, используют общую и весьма широкую категорию «эффективность наказания», а определение понятия «эффективность исполнения уголовного наказания» остается неразработанным. При этом не разграничиваются такие понятия, как «эффективность назначения наказания», «эффективность уголовно-правового регулирования», «эффективность применения наказания» и «эффективность исполнения наказания». Также до настоящего времени не определены признаки эффективности исполнения уголовного наказания.

Методы. Выводы, сделанные в процессе исследования, являются результатом использования различных научных методов, таких как анализ и синтез, а также системного и сравнительного методов.

Задачи. Основная цель статьи – восполнение пробела в теории уголовно-исполнительного права относительно понятия эффективности исполнения уголовного наказания. В качестве задач обозначены: формулирование авторского понятия эффективности исполнения уголовного наказания и определение его признаков.

Результаты. В ходе исследования осуществлен анализ научных точек зрения относительно таких понятий, как эффективность уголовного наказания, эффективность уголовно-правовой нормы и эффективность исполнения уголовного наказания, сформулировано авторское понятие эффективности исполнения уголовного наказания.

Вывод. Эффективность исполнения уголовного наказания – это способность пенитенциарной системы достигать целей уголовного наказания в соответствии с действующим законодательством и социальными ожиданиями, отражающая оптимальность применения мер репрессивного и исправительного воздействия, использованных материальных и финансовых ресурсов. Исполнение уголовного наказания становится эффективным, когда оно обладает следующими признаками: 1) сбалансированность карательного и исправительного воздействия; 2) прогрессивность исполнения наказания; 3) направленность исполнения наказания на государственные нужды и социальные потребности; 4) соответствие исполнения наказания уровню социального и экономического развития государства; 5) регламентированность исполнения наказания; 6) вариативность и индивидуальность исправительных мер воздействия на осужденного.

Ключевые слова: уголовное наказание, цели уголовного наказания, эффективность уголовного наказания, исполнение уголовного наказания, оптимальность исполнения уголовного наказания, прогрессивность исполнения уголовного наказания.

A. K. Teokharov, A. Bondar, G. Batbold

EFFECTIVENESS OF THE EXECUTION OF CRIMINAL PENALTIES

Introduction. Questions related to the effectiveness of the execution of criminal penalties constantly attract the attention of scientists. The first research in this area was conducted in the 60s of the last century. Despite the apparent simplicity of the problem, its true content is ambiguous. Researchers usually use the General and very broad category of "efficiency of punishment", and the

definition of "efficiency of execution of criminal punishment" remains undeveloped. While not restricted to such concepts as "effective sentencing", "the efficiency of criminal-legal regulation", "effectiveness of punishment" and "performance punishment." Also, to date, no indicators of the effectiveness of the execution of criminal penalties have been identified.

Methods. The conclusions made in the research process are the result of using various scientific methods, such as analysis and synthesis, as well as systematic and comparative methods.

Tasks. The main purpose of the article is to fill a gap in the theory of criminal enforcement law regarding the concept of efficiency of execution of criminal punishment. The following tasks are identified: formulation of the author's concept of the effectiveness of the execution of criminal punishment and determination of its features.

Results. In the study, the analysis of scientific views on concepts such as the efficiency of criminal punishment, the effectiveness of the criminal law and the effectiveness of the execution of criminal penalties, gives the authors the concept of efficiency of execution of criminal punishment.

Conclusion. The effectiveness of the execution of criminal punishment is the ability of the penitentiary system to achieve the goals of criminal punishment in accordance with current legislation and social expectations, reflecting the optimal application of repressive and correctional measures, the material and financial resources used. The execution of a criminal sentence becomes effective when it has the following characteristics: 1) balance of punitive and corrective actions; 2) progressive execution of punishment; 3) the focus of the punishment for public needs and social needs; 4) compliance of the execution of punishment the level of social and economic development of the state; 5) the regimentation of the sentence; 6) the variability and individuality corrective measures against the convicted person.

Keywords: the criminal punishment, goals of criminal punishment, the effectiveness of criminal punishment, the execution of criminal penalties, the optimal enforcement of criminal punishment, the progressivity of the execution of criminal penalties.

В связи с выполнением регулятивной функции уголовного права в научной среде непрерывно поднимается вопрос относительно эффективности уголовного наказания. Справедливо высказывание В. Н. Кудрявцева о том, что служебная роль права неизбежно сводилась к нулю, если бы оно не было эффективным [6, с. 59].

Известно, что ученые-экономисты посредством применения технических знаний и разработанных методик производства могут спрогнозировать возможных ошибки, финансовые потери, оценить производственный потенциал того или иного предприятия. Однако природа общественных отношений, возникающих в связи с совершением преступлений, совершенно иная и предвидеть возможные результаты применения уголовного наказания весьма затруднительно. Поэтому в последние годы специалистами в сфере уголовного права, криминологии и уголовно-исполнительного права было опубликовано ряд исследований, касающихся критериев и показателей эффективности уголовного наказания [2; 5; 7; 12].

Анализ современной уголовной статистики позволяет говорить о том, что обозначенная проблема не теряет своей актуальности. Так, в 2020 г. выявлено 852 506 лиц, совершивших преступления, при этом 492 107 (57,7 %) ранее совершали преступления, в 2019 г. данное соотношение составляло 884 661 – 504 416 (57 %), в 2018 г. – 931 107 – 525 475 (56,4 %), в 2017 г. – 967 103 – 541 541 (56 %), в 2016 г. – 1 015 875 – 548 382 (54 %), в 2015 г. – 1 075 333 – 556 914 (52 %)[1]. В 2007 г. в исправительных колониях содержалось 144,6 тыс. осужденных, которые три и более раз были осуждены к лишению свободы, в 2020 г. указанный показатель

[1] Состояние преступности – январь-декабрь 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 гг. URL: https://мвд.рф/reports/item/7087734/ (дата обращения: 20.09.2021).

составлял 152,8 тыс.[2]. На первый взгляд показатель увеличился незначительно, однако следует учитывать, что в 2007 г. в исправительных колониях отбывали наказание 718,1 тыс. осужденных, а в 2020 г. – 405,8 тыс. осужденных. Таким образом, можно утверждать, что лица, ранее совершавшие преступления, в большинстве случаев совершают их вновь, а те, кто отбывали наказание в местах лишения свободы, не боятся оказаться в них снова. При этом статистические данные свидетельствуют о том, что в последние годы количество указанных лиц только увеличивается.

На основании вышеизложенного представляется необходимым рассмотреть вопрос относительно понятия эффективности исполнения уголовного наказания. Определение указанного понятия позволит в дальнейшем разработать критерии оценки эффективности, выделить факторы, влияющие на эффективность исполнения наказания, а также сформулировать предложения, направленные на совершенствование указанного процесса.

Термин «эффект» (лат. «effectus») означает результат, следствие каких-либо причин, действий. Прилагательное «эффективный» трактуется как действенный, результативный [11, с. 914]. «Эффективный» значит приносящий эффект, но не любой, а ранее определенный, который приводит к нужным результатам; «эффективность» – это результативность целенаправленного действия [13, с. 1583]. В философском аспекте «эффективность» – это «существенное отношение изменений на выходе неравновесной системы к изменениям на входе, позволяя зафиксировать ее критерии» [14, с. 827]. Экономическая теория определяет понятие «эффективность», исходя из соотношения полученного результата с понесенными издержками.

Анализ имеющихся определений позволяет в обобщенном понимании термин «эффективность» обозначить как количественную характеристику соотношения средств и целей воздействия в конкретных условиях. Применяемый в юриспруденции термин «эффективность» заимствован у технических наук и зачастую он не определяется количественными показателями, являясь выражением действительности, результативности, достижения ожидаемого результата.

По отношению к уголовному наказанию наряду с термином «эффективность» применяются такое понятие, как «результативность». Действительно, понятия «эффективность» и «результативность» зачастую употребляются как синонимы, они относятся к многоаспектным категориям, которые выступают в качестве итоговых, ключевых показателей какой-либо деятельности. Однако при кажущейся синонимизации данных понятий в смысловом содержании они все же разнятся.

Результативность – это соотношение достигнутых результатов и использованных ресурсов, которое показывает степень достижения поставленной цели. Результативность отражает ориентацию определенной деятельности, ее точку фокуса. Как известно, на что ориентируются, то в итоге и получают. Если деятельность будет нацелена на результат, то она его достигнет.

Эффективность – это инструментарий, совокупность методик, алгоритмов, при помощи которых появляется возможность более эффективно организовать деятельность, посредством их применения можно быстрее получить желаемый результат, достигнуть намеченной цели. Можно сказать, что эффективная деятельность – это деятельность разумная, когда изначально решения обдумываются, а потом уже задействуются необходимые ресурсы и усилия. При осуществлении эффективной деятельности четко определено, для чего совершаются какие-либо действия и каким будет от этого результат.

Таким образом, результативность – это мера достижения результата, эффективность – это потенциальная способность добиться определенного результата. Для измерения результативности необходимо ставить конкретные цели и планы, которые являются своеобразной точкой отсчета для ее оценки. Эффективная деятельность демонстрирует, как при организа-

[2] Характеристика лиц, содержащихся в исправительных колониях для взрослых. URL: http://fsin.gov.ru/structure/inspector/iao/statistika/Xar-ka%20lic%20sodergahixsya%20v%20IK/ (дата обращения: 20.09.2021).

ции определенного процесса можно распоряжаться имеющимися ресурсами: временем, методами, инструментами, финансами и т. п. Для оценки эффективности деятельности нужно уметь определять затраты на ее выполнение и если это получается сделать, то можно судить о том, что конкретно достигнуто и какой ценой. Поэтому по отношению к институту уголовного наказания термин «результативность» не применим, и необходимо оценивать его эффективность.

Задачей уголовного законодательства является охрана общественных отношений от преступных посягательств (ст. 2 УК РФ). С учетом того, что охрана является определенным процессом, происходящим за какой-то временной промежуток, результаты которого невозможно определить, самостоятельные цели имеет только уголовное наказание. Поэтому оценить эффективность уголовно-правового воздействия возможно только основываясь на сведениях о достижении целей уголовного наказания.

Следует отметить, что цели наказания, закрепленные в ч. 2 ст. 43 УК РФ, являются довольно абстрактными, идеализированными и предложить какие-то критерии, позволяющие сделать вывод относительно степени их достижения, весьма проблематично. Например, как можно утверждать о достижении такой цели, как восстановление социальной справедливости. Во-первых, само понятие «социальная справедливость» является неоднозначным и имеет множество трактовок, во-вторых, полностью ее восстановить просто невозможно. Исправление осужденного предполагает формирование правопослушного поведения. И. С. Ной считал, что только в случае исправления и перевоспитания осужденного можно говорить об эффективности наказания, так как достигается цель специальной превенции [10, с. 140]. Предположим, что, отбыв наказание, лицо ведет законопослушный образ жизни и не совершает преступлений в течение пяти лет, после чего вновь преступает уголовный закон. Можно ли сделать заключение относительно степени его исправления? Как можно оценить насколько изменились его жизненные установки, ценности и переосмыслил ли он свое преступное поведение? Интересное суждение относительно возможности посредством применения наказания предупреждать преступления приводил Л. И. Спиридонов. По мнению ученого, чтобы определить степень эффективности наказания, следует провести социальный эксперимент, в процессе осуществления которого было бы отменено действие уголовного закона и ликвидированы все правоохранительные структуры [15, с. 184].

Перечисленные вопросы, так или иначе, постоянно задаются исследователями, и объясняется это тем, что спрогнозировать поведение лица, ранее совершавшего преступления, довольно сложно. Как известно, криминология рассматривает взаимодействие общества и человека как прогнозируемую систему. Однако следует подчеркнуть, что подобное прогнозирование возможно только в период стабильных общественных отношений.

Однозначно можно говорить о том, что в настоящее время среди ученых нет единой позиции относительно критериев оценки эффективности уголовного наказания. Как правило, в качестве критериев приводятся рецидив преступлений, исправление осужденного, предупреждение преступлений, состояние преступности, применяемость уголовного наказания. Такое разнообразие точек зрения объясняется тем, что в поисках решения анализируемой проблематики ученые используют различные категории, применяемые по отношению к уголовному наказанию.

Обзор научной литературы, посвященной проблемам уголовного наказания, позволяет сделать вывод, что термин «эффективность» употребляется при исследовании вопросов, касающихся:

1) системы уголовных наказаний;
2) конкретного уголовного наказания;
3) применения уголовных наказаний в борьбе с отдельными видами преступности;
4) применения уголовных наказаний в отношении определенной категории лиц;
5) назначения уголовного наказания;
6) исполнения уголовных наказаний.

Рассуждая о самом распространенном и устоявшемся в научной литературе выражении «эффективность уголовного наказания», стоит отметить, что в теории уголовного права оно достаточно исследовано. В большинстве случаев под ним понимается собирательный образ института уголовного наказания, его потенциал и способность влиять на общественные отношения. По мнению Б. С. Никифорова эффективность уголовного наказания – это адекватность уголовно-правовых норм потребностям общества, справедливость назначения уголовного наказания, неукоснительное его исполнение, а также создание необходимых условий для лиц, отбывших наказание [9, с. 4]. А. М. Яковлев утверждал, что эффективность уголовного наказания можно определить как степень реального обеспечения безопасности общественных отношений [18, с. 102].

Большинство советских правоведов эффективность уголовного наказания неразрывно связывали с достижением его целей. Так, А. Е. Наташев утверждал, что эффективность уголовного наказания выражается в реальном осуществлении (степени достижения) его целей посредством воздействия на общество и осужденного [8, с. 71]. По мнению М. Д. Шаргородского, анализируемая категория также подразумевает успешность достижения целей уголовного наказания [16, с. 60].

Часть исследователей указывает, что эффективность уголовного наказания выражается в его экономичности и оптимальности. Так, Г. А. Груничева считает, что эффективность уголовного наказания – это «способность реально при наилучшем использовании средств, в оптимальные сроки и с наименьшими издержками содействовать целям восстановления социальной справедливости, исправления осужденных и предупреждения совершения новых преступлений, и таким образом, получить требуемый уголовным законом результат» [3, с. 9]. По мнению Э. В. Жидкова эффективность уголовного наказания заключается в «способности с минимальными издержками обеспечить недопущение совершения осужденным новых преступлений в период исполнения в отношении его наказания и создать необходимые условия для несовершения им преступлений после окончания его исполнения» [4, с. 11].

Анализируя имеющиеся точки зрения относительно понятия эффективности уголовного наказания, необходимо отметить, что, во-первых, рассматриваемая уголовно-правовая категория подразумевает достижение целей уголовного наказания, во-вторых, она предполагает качественность достижения этих целей, и, в-третьих, качественность проявляется в экономичности затраченных средств и оптимальности карательного воздействия. Однако стоит согласиться с А. П. Ракицким, что эффективность какого-либо процесса – «это показатель стремления к конечному результату, но не сам результат, а вариант правильности, точности направления к нему (конечному результату)» [12, с. 315]. Именно из такого видения, как представляется, следует исходить при оценке эффективности уголовного наказания.

Следующим распространенным понятием является эффективность уголовно-правовой нормы. Эффективность уголовно-правовой нормы, устанавливающей запрет на совершение того или иного деяния и предусматривающей наказание, проявляется в двух аспектах: 1) в законодательной технике построения нормы, отсутствии ошибок и пробелов в регламентации; 2) в должном карательном воздействии. Эффективность предупредительного воздействия установленного запрета, как правило, реализуется в отношении лиц, ранее не совершавших преступления, в целом ведущих социально-полезный образ жизни. В первую очередь, это относится к нормам УК РФ, предусматривающим уголовную ответственность за экономические коррупционные, экологические преступления. Знание об установленном уголовно-правовом запрете в совокупности с социальной ответственностью, боязнью лишиться социального статуса, работы и другими условиями приводит к тому, что лицо не совершает преступление. Что касается должного карательного воздействия наказания, закрепленного в санкции нормы, то яркой иллюстрацией его эффективности является эпизод из киноновеллы «Операция „Ы“», когда проворовавшийся директор торговой базы договаривается с троицей жуликов об инсценировке кражи со взломом, а последние сомневаются и не могут решиться на совершение преступления из-за строгого наказания.

Необходимо отметить, что зачастую исследователи, рассуждая относительно эффективности уголовного наказания, не расщепляют этот процесс на стадии и отдельные элементы. Очевидно, что собирательное понятие «эффективность уголовного наказания» включает в себя эффективность его законодательной регламентации, назначения и исполнения. В этой связи справедливо суждение А. Е. Наташева, что при оценке эффективности наказания следует различать: 1) эффективность всей системы наказания; 2) эффективность определенного вида наказания; 3) эффективность установленного уголовно-правового запрета совершения противоправных посягательств; 4) эффективность наказания на стадии его назначения и исполнения; 5) эффективность постпенитенциарного воздействия [8, с. 72].

Относительно понятия «эффективность назначения уголовного наказания» необходимо отметить, что на счет него среди ученых сложилась единая точка зрения. Как правило, данная категория характеризуется назначением наказания, соответствующего степени общественной опасности деяния, обстоятельствам его совершения и личности виновного лица. Так, говоря об эффективности назначения уголовного наказания, Л. И. Спиридонов отмечал, что наказание способно оказывать общественно вредные последствия, поэтому при его назначении следует руководствоваться принципом экономии репрессии [15, с. 178].

Представляется, что, апеллируя понятиями «эффективность уголовного наказания», «эффективность уголовно-правовой нормы», «эффективность назначения уголовного наказания», затруднительно сделать однозначный вывод относительности успешности достигнутых результатов. Так, понятие «эффективность уголовного наказания» является обобщенным, имеет больше теоретический, нежели практический оттенок. Безусловно, существование одного только уголовно-правового запрета на совершение того или иного деяния оказывает предупредительное воздействие на преступность, граждане отказываются от совершения преступления из-за страха наказания. Однако, как определить эффективность этого воздействия в количественном либо качественном выражении? Это просто невозможно. Эффективность уголовно-правовой нормы проявляется в своевременной криминализации, законодательной технике, ее конструкции и отсутствии проблем квалификации. Но это все характеризует качество уголовно-правового регулирования и только косвенно относится к уголовному наказанию. Эффективность уголовно-правового регулирования проявляется именно в исполнении уголовного наказания.

Исполнение уголовного наказания имеет гораздо больший эффект нежели его назначение. Приговор суда может быть строгим, но на осужденного он не окажет воздействия, если условия отбывания наказания будут вольготными или в последующем он незаслуженно будет освобожден условно-досрочно. Поэтому для оценки действенности и успешности анализируемого уголовно-правового института предпочтительнее руководствоваться категорией «эффективность исполнения уголовного наказания».

Исполнение наказания является выражением реальности уголовного законодательства, которая заключается в реализации предписаний уголовно-правовых норм в целях восстановления социальной справедливости, исправления осужденного и предупреждения совершения новых преступлений. Действительно, какими бы ни были совершенными уголовное судопроизводство и уголовно-правовые нормы, реальные результаты воздействия на лицо, совершившее преступление, можно оценить только после его осуждения, в период исполнения уголовного наказания. Именно от порядка и условий отбывания уголовного наказания в основном зависит успешность предшествующих этапов, регламентированных уголовным и уголовно-процессуальным законодательством.

Анализ имеющихся немногочисленных определений понятия «эффективность исполнения уголовного наказания» позволяет заключить, что, как правило, его сущность ученые также связывают с достижением целей наказания. Так, И. В. Шмаров под эффективностью исполнения понимал успешность достижения целей наказания [17, с. 62]. Отдельные исследователи трактуют указанное понятие, исходя из оптимальности затраченного времени, средств и адекватности уголовно-исполнительного законодательства современным реалиям

жизни общества [19, с. 88–89]. Б. С. Бикситова считает, что эффективность исполнения наказания – это «способность реально при наилучшем использовании средств, с наименьшими издержками содействовать достижению целей исправления осужденных и предупреждения совершения новых преступлений» [1, с. 41–42].

Современная уголовно-исполнительная система существенно отличается от той, которой она была 30–50 лет назад. Пенитенциарная система была закрыта от общества, о том, как на самом деле исполнялось уголовное наказание и в каких условиях содержались осужденные, становится известным только сейчас. В настоящее время одним из принципов деятельности ФСИН России является открытость ее функционирования. Интернет, телевидение, общественные и правозащитные организации, родственники осужденных, сотрудники правоохранительных структур в совокупности создают постоянный поток информации о деятельности системы исполнения уголовных наказаний. И в большинстве случаев данная информация носит отрицательный оттенок, говорит о неспособности системы обеспечить безопасность общества, позволяет задуматься о степени ее эффективности. В качестве примера можно привести скандальное условно-досрочное освобождение Евгении Васильевой, которая оказалась на свободе после месячного нахождения в исправительной колонии, а по отдельным свидетельствам она там и вовсе не находилась[3]. Также эффективность исполнения уголовного наказания может оценить обычный гражданин когда с его банковского счета списываются денежные средства теми, кто отбывает наказание в местах лишения свободы[4].

На протяжении последних десятилетий постоянно сокращается тюремное население, государство постепенно перестает ассоциироваться с репрессивными мерами, широко стали применяться наказания, несвязанные с изоляцией осужденных от общества, существенно улучшились условия содержания в исправительных учреждениях. Все это, безусловно, следует оценивать положительно и соответствующим общемировым тенденциям. Однако при этом на второй план отходят проблемы эффективности исполнения уголовных наказаний, в частности ее экономической составляющей. Так, на строительство самого современного в Европе следственного изолятора «Кресты-2» из федерального бюджета было выделено 12 млрд рублей. Остаются нерешенными проблемы, связанные с трудовой занятостью осужденных в местах лишения свободы, и в настоящее время трудоустроено только 33–36 % спецконтингента.

Своеобразным индикатором для общества, позволяющим судить об эффективности исполнения уголовного наказания, в настоящее время являются такие наказания, как лишение свободы на определенный срок и пожизненное лишение свободы. Так, общественный резонанс вызвала передача журналиста Эдуарда Петрова «Приговоренные», вышедшая на экраны в ноябре 2017 г., в которой были показаны условия и стоимость содержания осужденных к пожизненному лишению свободы. К тому же ранее в ст. 125 УИК РФ были внесены изменения о предоставлении одного длительного свидания в год пожизненно лишенным свободы.

Вышеперечисленное вызывает общественное негодование и возмущение, что естественно негативно сказывается как на имидже правоохранительной системы, так и государства в целом. Необходимо понимать, что обычные граждане не разбираются в тонкостях законодательной регламентации, они судят об эффективности наказания потому, как оно исполняется, какие меры применяются в отношении осужденных и какие средства на это затрачены.

Эффективность исполнения является качественной характеристикой уголовного наказания, которая выражается не столько в репрессивности мер воздействия на осужденного, сколько в их соразмерности и вариативности. Представляется, что исполнение уголовного наказания становится эффективным, когда оно обладает следующими признаками:

---

[3] Васильеву не нашли в колонии. URL: https://www.gazeta.ru/social/2015/08/04/ 7668417.shtml (дата обращения: 20.09.2021).

[4] Тюремный кол-центр. Как телефонные мошенники крадут у россиян миллиарды. URL: https://life.ru/p/1345633 (дата обращения: 20.09.2021).

- сбалансированность карательного и исправительного воздействия. С одной стороны, исполнение наказания должно быть гуманным и отвечать международным стандартам, с другой – оно не должно превращаться в филантропию и излишнюю заботу об осужденном;
- прогрессивность исполнения наказания. Процесс исполнения наказания должен постоянно развиваться и совершенствоваться, поэтому важно ориентироваться на передовой пенитенциарный опыт;
- направленность исполнения наказания на государственные нужды и социальные потребности. Осужденный должен приносить пользу государству и обществу посредством материальной компенсации и трудовой деятельности;
- соответствие исполнения наказания уровню социального и экономического развития государства. Пенитенциарная система должна отображать цивилизацию общества и уровень его культуры. Исполнение наказания должно быть экономичным;
- регламентированность исполнения наказания. Эффективность исполнения наказания достигается только на основе правовой регламентации и своевременных ее изменениях;
- вариативность и индивидуальность исправительных мер воздействия на осужденного. Исполнение наказания ориентировано на ресоциализацию осужденного, поэтому меры воздействия должны применяться исходя из личностных особенностей осужденного.

Таким образом, эффективность исполнения уголовного наказания – это способность пенитенциарной системы достигать целей уголовного наказания в соответствии с действующим законодательством и социальными ожиданиями, отражающая оптимальность применения мер репрессивного и исправительного воздействия, использованных материальных и финансовых ресурсов.

Исследование эффективности исполнения уголовного наказания и оптимальности форм его воздействия на лиц, совершивших преступления, остается одной из актуальных задач уголовно-исполнительного права. Только посредством эффективного исполнения можно говорить о степени достижения целей уголовного наказания и осуществлении необходимого воздействия на общественное сознание. В тоже время проблемы и просчеты в процессе исполнения наказания негативно сказываются на общественном настроении, они ставят под сомнение всю предшествующую процедуру, способствуя дискредитации государственных структур. Поэтому в настоящее время необходимо дальнейшее изучение обозначенных проблемных вопросов, пенитенциарная наука должна предложить теоретические и методологические решения, разработать критерии, определить показатели, позволяющие судить о степени эффективности исполнения наказания.

Литература

1. Бикситова, Б. С. Эффективность исполнения уголовного наказания в виде лишения свободы (по материалам Оренбургской области) : диссертация на соискание ученой степени кандидата юридических наук / Б. С. Бикситова. – Бишкек, 2006. – 178 с. – Текст : непосредственный.

2. Горшкова, Н. А. Некоторые критерии эффективности наказания в виде лишения свободы / Н. А. Горшкова. – Текст : непосредственный // Вестник Владимирского юридического института. – 2017. – № 1. – С. 17–20.

3. Груничева, Г. А. Эффективность наказания в виде лишения свободы : диссертация на соискание ученой степени кандидата юридических наук / Г. А. Груничева. – Москва, 2004. – 185 с. – Текст : непосредственный.

4. Жидков, Э. В. Частное предупреждение преступлений как цель применения уголовного наказания : диссертация на соискание ученой степени кандидата юридических наук / Э. В. Жидков. – Москва, 2004. – 290 с. – Текст : непосредственный.

5. Иншаков, С. М. Эффективность уголовного наказания: методика анализа / С. М. Иншаков. – Текст : непосредственный // Вестник Московского государственного лингвистического университета. – 2014. – № 22. – С. 32–61.

6. Кудрявцев, В. Н. О структуре марксистско-социологической теории / В. Н. Кудрявцев. – Москва, 1970. – 90 с. – Текст : непосредственный.

7. Курдин, Д. А. Коэффициент эффективности работы учреждений, исполняющих наказания в виде лишения свободы, как один из критериев оценки / Д. А. Кудрин. – Текст : непосредственный // Вестник Владимирского юридического института. – 2016. – № 1. – С. 36–38.

8. Наташев, А. Е. Основы теории исправительно-трудового права / А. Е. Наташев, Н. А. Стручков. – Москва, 1967. – 191 с. – Текст : непосредственный.

9. Никифоров, Б. С. Эффективность уголовно-правовых мер борьбы с преступностью / Б. С. Никифоров. – Москва, 1968. – 255 с. – Текст : непосредственный.

10. Ной, И. С. Сущность и функции уголовного наказания в советском государстве: политико-юридическое исследование / И. С. Ной. – Саратов, 1973. – 193 с. – Текст : непосредственный.

11. Ожегов, С. И. Толковый словарь русского языка / С. И. Ожегов, Н. Ю. Шведова. – Москва, 2002. – 944 с. – Текст : непосредственный.

12. Ракицкий, А. П. О критериях социально-экономической эффективности применения наказаний / А. П. Ракицкий. – Текст : непосредственный // Проблемы укрепления законности и правопорядка: наука, практика, тенденции. – 2011. – № 4. – С. 315–318.

13. Советский энциклопедический словарь / под редакцией А. М. Прохорова. – Москва, 1989. – 1633 с. – Текст : непосредственный.

14. Современный философский словарь / под редакцией В. Е. Кемерова. – Москва, 2004. – 1060 с. – Текст : непосредственный.

15. Спиридонов, Л. И. Социология уголовного права / Л. И. Спиридонов. – Москва, 1986. – 236 с. – Текст : непосредственный.

16. Шаргородский, М. Д. Наказание, его цели и эффективность / М. Д. Шаргородский. – Ленинград, 1973. – 160 с. – Текст : непосредственный.

17. Шмаров, И. В. Исправительно-трудовое право / И. В. Шмаров. – Москва, 1966. – 328 с. – Текст : непосредственный.

18. Яковлев, А. М. Об эффективности исполнения наказания / А. М. Яковлев. – Текст : непосредственный // Советское государство и право. – 1964. – № 1. – С. 99–103.

19. Яхшибекян, Э. Н. Эффективность исполнения, отбывания наказания в виде обязательных работ / Э. Н. Яхшибекян. – Москва, 2017. – 186 с. – Текст : непосредственный.

ВЕСТНИК ЮГОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
2021 г. Выпуск 4 (63). С. 120–125

DOI: 10.17816/byusu202104120-125
УДК 343.26

Ю. В. Трунцевский

ЦЕЛИ НАКАЗАНИЯ ЛИШЕНИЕМ СВОБОДЫ

Цель исследования состоит в постановке вопросов о целях уголовного наказания в виде лишении свободы с учетом новых реалий, в том числе новых технологий.

Основные результаты исследования отражают проблемы несовершенства наказаний в виде лишения свободы с точки зрения достижения ими целей предупреждения преступлений и реабилитации осужденного.

Сформулированы выводы относительно несоответствием между целями наказания и практикой, что имеет негативные последствия для эффективности системы, ее законности и степени, в которой она обеспечивает правосудие; необходимости уделять больше внимания эффективному доведению до сведения правонарушителей целей наказания.

Ключевые слова: гуманизм, трансгуманизм, преступление, возмездие, реабилитация, срок

Yu. V. Tryncevski

PURPOSES OF PUNISHMENT BY DEPRIVATION OF LIBERTY

The purpose of the study is to raise questions about the purposes of criminal punishment in the form of deprivation of liberty, taking into account new realities, including new technologies.

The main results of the study reflect the problems of imperfection of punishments in the form of deprivation of liberty from the point of view of achieving the purposes of crime prevention and rehabilitation of the convicted person.

Conclusions are formulated regarding the discrepancy between the purposes of punishment and practice, which has negative consequences for the effectiveness of the system, its legality and the degree to which it provides justice; the need more attention to the effective communication of the purposes of punishment to offenders.

Keywords: humanism, transhumanism, crime, retribution, rehabilitation, sentence

Введение

Принцип гуманизма в уголовно-правовых отношениях (ст. 7 УК РФ) это, во-первых, обеспечение безопасности человека – неприкосновенности его личности (жизни, здоровья, конфиденциальности), то есть охрана потенциальной жертвы (ч. 1 ст. 7 УК РФ), и, во-вторых, уголовно-правовое воздействие на нарушителя-преступника, такого характера, при котором наказание и иные меры, предусмотренные УК РФ, не должны предусматривать (иметь изначальную цель) «причинение физических страданий или унижение человеческого достоинства» (ч. 2 ст. 7 УК РФ).

Самой важной и значимой мерой уголовно-правового воздействия является наказание, которое выступает мерой принуждения лица, признанного виновным приговором суда.

Итак, наказание является одной из целей вынесения приговора (наказание может рассматриваться как синоним приговора, возмездия), при оно дополнительно выполняет такие инструментальные функции (ч. 2 ст. 43 УК РФ) как восстановления социальной справедливости, исправление осужденного и предупреждения совершения новых преступлений (снижение преступности). Вместе с тем, наказание рассматривается не как самоцель, а как ин-

струмент достижения других целей, таких как сокращение преступности, путем сдерживания и реабилитации. Назовем их утилитарным оправданием наказания.

При таком смешанном наборе (потенциально противоречивых) целей вынесения приговора трудно оценить, в какой степени приговор будет эффективен.

Результаты и обсуждение

Суровость, тяжесть наказания зависит от достигаемости целей наказания. Что касается гуманности материальных наказаний – штраф, различного рода работы, то здесь понятно, государство принуждает виновного, как бы компенсируя его вредоносное поведение штрафом либо принудительными (исправительными) работами.

Сложнее обстоит дело с применением лишения свободы (на определенный срок, пожизненного), в том числе, для возмещения правонарушителями ущерба лицам, пострадавшим от их преступлений.

Тюремное заключение используется в качестве формы наказания во всех странах мира. В большинстве стран это самая суровая форма наказания, которую могут применить суды.

Выделим троякую цель лишения свободы (защита, наказание и реабилитация):

- во-первых, защита общества от самых опасных и жестоких людей;
- во-вторых, такое наказание лишает правонарушителей их свободы и определенных свобод, которыми пользуется остальная часть общества, и действует в качестве сдерживающего фактора;
- в-третьих, реабилитация – в местах лишения свободы правонарушителям предоставляется возможность поразмыслить о своих преступлениях и взять на себя ответственность за них, а также подготовить их к законопослушной жизни после освобождения. Только уделяя приоритетное внимание реабилитации можно сократить число повторных правонарушений и, в свою очередь, число будущих жертв преступлений. Правило 4 Правил Нельсона Манделы (The United Nations Standard Minimum Rules for the Treatment of Prisoners (the Nelson Mandela Rules, 2015) также подчеркивают важность подготовки правонарушителей к их социальной реинтеграции для оправдания тюремного заключения.

Таким образом, государство заключает с осужденным своего рода социальный контракт: тот отбывает свой срок, меняют свою жизнь и доказывает, что больше не представляет опасности для общества. Вместе с тем, места лишения свободы не всегда достигают того, для чего они существуют. Существует мало свидетельств того, что использование тюремного заключения в качестве наказания во всем мире было эффективным в достижении этой цели [1]. Причины этого разнообразны и сложны.

Например, можно заметить, что некоторые из целей лишения свободы противоречат друг другу. В частности, цель реабилитации, по-видимому, противоречит изоляции от общества, разобщению преступника с членами семьи и всем другим трудностям в местах лишения свободы.

Считается, что суровость приговора зависит от индивидуальных обстоятельств (например, личности виновного) [2] и уязвимости объекта уголовно-правовой охраны.

Однако на практике так и не удается отойти от идеи, что можно объективно ранжировать тяжесть наказания и определять то, чего оно должно достичь.

Что касается лишения свободы (тюремного заключения), то в настоящее время оно не сообщает осужденным, для чего оно к ним применяется, и, по-видимому, не обеспечивает реабилитации или сдерживания.

Тем не менее, легитимность системы уголовного правосудия основывается на представлениях о справедливости не только жертв и общественности, но и тех, кто подвергается наказанию.

Таким образом, для понимания основных целей наказания учитывается субъективный опыт наказания, субъективное понимание его и его последствий. Так как среди правонарушителей нет единого мнения о значении и функции наказания.

Для того чтобы изменить (скорректировать) современную уголовную политику в сфере наказаний (см.: Концепция развития уголовно-исполнительной системы Российской Федерации на период до 2030 г., утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 апреля 2021 г. № 1138-р) необходимо рассмотреть «ценность» наказания, то чего от него ждет приговор, общество, потерпевшие и сам наказанный.

На гуманное обращение с незащищенными людьми – осужденными за совершение преступления [3] – обращали внимание со времен Декарта, Кант и др. Данную проблему пытались решить на заре нового советского государства. Так, начальник Главного управления мест заключения НКВД РСФСР профессор Е. Г. Ширвиндт активно выступал за отмену «фетиша решеток», замену тюрем трудовыми лагерями [4].

Вместе с тем, ни один закон или суд не может корректировать приговоры с точностью, необходимой для того, чтобы их суровость точно соответствовала преступлению, не прибегая к бесчеловечным методам или существенному перестраиванию существующей правовой системы. Граница между суровым, но допустимым наказанием и наказанием-страданием нуждается в исследовании.

Рассмотрим взгляды трансгуманистов, которые считают, что все человеческое существование имеет какую-то ценность, ищут способы сохранить жизнь и максимизировать ее полезность в обществе, и предлагают альтернативные сегодняшним наказаниям меры.

Рассмотрение предложений трансгуманистов, на наш взгляд, позволит ответить на такие вопросы как: почему нам эти альтернативные меры неприемлемы? Какие ценности они нарушают? Чему они противоречат в существующей системе уголовных наказаний?

Ответив на эти вопросы, можно будет скорректировать цели и принципы применения современных наказаний, а также определить оптимальность изоляции осужденного, срока отбывания им наказания, желаемого результата реабилитации и пр., или ответить на морально-экономические вопросы – для чего налогоплательщики (в том числе пострадавшие от преступления) должны расплачиваться за тюремное заключение виновных, приговоренных на длительные (пожизненные) сроки лишения свободы: «что бы ни случилось, мы не должны продолжать тратить миллиарды долларов налогоплательщиков, чтобы держать так много преступников в тюрьме» [5]. Это этические вопросы о том, что общество ожидает от тюрьмы, потому что все знают, что «решетки» не останавливают преступника, и это плохая программа реабилитации.

2 августа 2013 г. философ-ученый Ребекка Роуч опубликовала пост в блоге (URL : http://blog.practicalethics.ox.ac.uk/2013/08/enhanced-punishment-can-technology-make-life-sentences-longer/), в котором изложила свои трансгуманистические идеи в отношении наказаний:

- роботы могут быть привлечены для выполнения часто физически и умственно сложной работы по охране заключенных («правосудие киборгов»), и это, на наш взгляд, означает создание безопасных тюрем с гуманными условиями жизни с упорядоченными, целенаправленными и структурированными режимами, свободными от насилия, запугивания и членовредительства: физическая неприкосновенность, исключение проникновения наркотиков, мобильных телефонов и других запрещенных предметов;
- манипулирование восприятием времени заключенными; медицинский препарат, который смог бы заставить преступника испытать то, что казалось бы более длительным приговором, изменив его восприятие времени; такой медпрепарат даст судьям возможность выносить приговоры на «длительный срок», без каких-либо затрат, сократив расходы на содержание заключенных;
- за восьмичасовой приговор с ощущением в несколько лет и несколько часов с точки зрения преступника, нескольких лет лечения, могла бы последовать его реабилитация;
- предложение насильственным преступникам, приговоренным к пожизненному заключению (возможно, смертной казни), получить возможность крионики, чтобы в будущем вернуть в живое состояние, где восстановление мозга и новые профилактические технологии (URL : https://www.theguardian.com/science/2016/nov/18/the-cryonics-dilemma-will-deep-frozen-bodies-be-fit-for-new-life) не позволят им совершать насильственные действия.

Почему мы не приемлем часового воздействия на осужденного, при этом полностью исправляя его поведение, взгляды, ведь это одна из целей наказания – исправить, реабилитировать. Нет, это несправедливо. Значит справедливо тратить средства на его содержание, в том числе налогоплательщиков на содержание сотрудников ФСИН? Технологии, вместе с тем смогут обеспечить отсутствие контакта сотрудников с заключенными, что вызывает сейчас коррупционные риски.

Справедливо то, что осужденный в местах свободы скорее накапливает тюремный опыт и его ожидания на будущее не связан с продолжением правопослушного поведения после освобождения. Часто наказание проявляется для осужденного иначе, чем ожидалось, основываясь, например, на презентациях тюремного заключения в средствах массовой информации.

Почему заключенные вообще должны получать справедливое обращение? Почему система уголовного правосудия должна помогать преступникам, а не наказывать их, когда они не были справедливы в отношении своих невинных жертв?

С увеличением средней продолжительности жизни человека (это цель технологий) неизбежно, следуя нашему пониманию справедливости наказания (строгость и соразмерность), будут меняться сроки таких наказаний в санкциях статей УК РФ. Опять ляжет нагрузкой на налогоплательщиков.

Отметим, что консенсус в обществе относительно ранжирования преступлений и приговоров в соответствии с их относительной серьезностью и суровостью, так и не достигнут. Представители общественности предпочитают принципы возмездия при вынесении приговоров, хотя на словах они поддерживают утилитарные цели, такие как реабилитация [6].

В свою очередь, тюрьма – это контролируемая, структурированная среда, и она накладывает рутину на жизнь заключенных. Это резко контрастирует с тем, с чем сталкиваются бывшие заключенные после освобождения. Тюрьма, таким образом, может достичь противоположности реабилитации (т. е. приобретенной беспомощности), если заключенные становятся зависимыми от институциональных процедур [7], что свидетельствует о провале системы социального обеспечения и упущенных возможностях для предупреждения преступности («теория сдерживания»). Немногие заключенные рассматривали свое заключение как сдерживающий фактор для совершения будущих правонарушений. Поэтому существует идея о том, что места лишения свободы должны быть более карательными, чтобы усилить их сдерживающий эффект [8].

И здесь на практике мы видим разнонаправленность соответствующих тенденций: одна часть общества ратует за ужесточение наказания, другая, в том числе, уголовно-исполнительная система – стремится обеспечить гуманное отношение к осужденным в местах лишения свободы, облегчить условия их содержания. В большинстве стран мира можно найти, по крайней мере, одну национальную или международную неправительственную организацию, которая работает над улучшением условий содержания заключенных и привлечением внимания общественности к правам заключенных (см., например: Международная амнистия, Международный комитет Красного Креста и Международная пенитенциарная реформа) [9]. Поэтому тюремное заключение признается серьезным и суровым наказанием. При этом все разговоры об ужесточении ответственности касаются исключительно увеличения сроков наказания. Так, по УК РСФСР 1922 г. лишение свободы назначалось «на срок от шести месяцев до десяти лет» (ст. 34), УК РСФСР 1926 г. – «от одного года до десяти лет, по делам о шпионаже, вредительстве и диверсионных актах – на более длительные сроки, но не свыше 25 лет» (ст. 28), УК РСФСР 1960 г. – «от трех месяцев до десяти лет, а за особо тяжкие преступления, … – не свыше пятнадцати лет» (ст. 24); УК РФ 1996 г. – «от двух месяцев до двадцати лет» (ч. 3 ст. 56).

То есть модель этих мер (карательный поворот) такова: «мы посадим этого человека в тюрьму на долгое время. И это, пожалуй, все, что мы можем вам предложить». Уголовная политика становится более карательной, отправляя в места лишения свободы больше людей и держа их там дольше.

Получается, сегодняшняя цель такой политики – увеличить сроки «гуманного» содержания в местах лишения свободы. Однако если дать осужденным слишком много удобных предметов для времяпровождения, они, возможно, не станут размышлять о том, что они сделали неправильно, и выйдут из тюрьмы такими же, какими они были, когда совершили преступление. Исследования показывают, что более суровая тюремная обстановка может привести к противоположному сдерживанию и вместо этого увеличить рецидивизм [10]. Хотя опыт тюремного заключения должен удерживать от совершения новых преступлений, чтобы избежать тюрьмы в будущем.

Оказывает ли тюремное заключение сдерживающий эффект, может зависеть от качества жизни до и после тюремного заключения, так что более высокое качество жизни за пределами тюрьмы усиливает сдерживающий эффект тюремного заключения.

И здесь также уместно поставить вопрос: назначение наказания на срок, например, 5 лет – это время на реабилитацию только для самого осужденного или за этот же срок должны будут ликвидированы те факторы, которые способствовали совершению рассматриваемого преступления – социальные, экономические и иные.

Заключение и выводы

Итак, очевидно несоответствие между многочисленными целями наказания и практикой, что имеет негативные последствия для эффективности системы, ее законности и степени, в которой она обеспечивает правосудие. Это важно с точки зрения общественного доверия и жертв, а также в отношении восприятия правонарушителем справедливости. Хотя уголовная политика в настоящее время выражает приверженность широкому кругу целей наказания, она не достигает ничего, кроме наказания ради наказания (на субъективном уровне это нарушает принцип соразмерности). Изоляция осужденного в нынешней форме также не выполняет коммуникативной функции наказания.

Эффективная уголовная политика требует определенной уголовной философии, которая затем может формировать уголовную практику. Проблема нынешней системы вынесения приговоров в виде лишения свободы заключается не только в человеческих издержках, но и в подразумеваемой идее о том, что суровость наказания может объективно измеряется и увеличивается за счет введения более длительных сроков отбывания наказания. Вместо этого необходимо признать, что любое наказание болезненно, но воспринимается по-разному в зависимости от индивидуальных уязвимостей и личных обстоятельств. Лишение свободы не обязательно является более болезненным, чем альтернативные варианты, а это означает, что альтернативные санкции могут также служить карательной цели наказания за более серьезные преступления.

Однако сложным является вопрос в том, как следует оценивать субъективные переживания при вынесении приговора. Это может быть реализовано посредством процесса «согласованного вынесения приговора» [11], в котором обсуждение между соответствующими заинтересованными сторонами (включая правонарушителя, жертву и сотрудника службы пробации) в идеале привело бы к консенсусу относительно соответствующего приговора.

Чтобы обеспечить общую справедливость и избежать излишне суровых приговоров, при вынесении приговора следует руководствоваться принципом минимального вреда: соответствующее наказание должно быть таким, которое, как ожидается, достигнет желаемой цели (с учетом субъективной тяжести и серьезности преступления) и причинит наименьший возможный вред с точки зрения социальной изоляции и ожидаемых последствий для психологического благополучия.

В этой связи неоправданно назначать длительные сроки заключения, если необходимо достичь цели исправления осужденного. Справедливого наказания можно добиться, не прибегая к длительным срокам лишения свободы и особо суровым условиям его отбывания. Следует уделять больше внимания эффективному доведению до сведения правонарушителей целей наказания, чтобы заключенные знали, что есть путь к лучшей жизни. Возмездие же за

серьезное преступление, например, за насильственную педофилию повторно («Единая Россия» внесла законопроект о пожизненном за педофилию. 10.09.2021. URL : https://www.interfax.ru/russia/789551), должно нести исключительный целевой характер.

Литература

1. Imprisonment Worldwide: The Current Situation and an Alternative Future / A. Coyle, H. Fair, J. Jacobson, R. Walmsley. – Bristol : Policy Press, 2016. – 112 p.

2. Диваева, И. Р. Средства индивидуализации наказания и их роль в назначении наказания / И. Р. Диваева, Т. В. Николаева. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы права и государства в XXI веке. – 2018. – Т. 10, № 4. – С. 88–91.

3. Международное уголовное правосудие: современные проблемы / под редакцией Г. И. Богуша, Е. Н. Трикоз. – Москва : Институт права и публичной политики, 2009. – 749 с. – Текст : непосредственный.

4. Ширвиндт, Е. Г. Система мер социальной защиты и проблемы ее реформы. Основы и задачи советской уголовной политики / Е. Г. Ширвиндт. – Москва ; Ленинград, 1929. – 155 с. – Текст : непосредственный.

5. The Hidden Cost of Incarceration // Nhe Marshall Project. – URL : https://www.themarshallproject.org/2019/12/17/the-hidden-cost-of-incarceration (date of application: 15.08.2021).

6. Carlsmith, K. M. The roles of retribution and utility in determining punishment / K. M. Carlsmith // Journal of Experimental Social Psychology. – 2006. – Vol. 42 (4). – P. 437–451.

7. Haney, C. The psychological impact of incarceration: Implications for post-prison adjustment / C. Haney // Paper presented at the ‘From prison to home’ conference : Working paper prepared for the ‘From Prison to Home’ Conference (January 30-31 2002). – 2002. – P. 77–92.

8. Рассказов, Л. П. Лишение свободы в России: истоки, развитие, перспективы / Л. П. Рассказов, И. В. Упоров. – Краснодар, 1999. – 490 с. – Текст : непосредственный.

9. Трунцевский, Ю. В. Международное пенитенциарное право : лекция / Ю. В. Трунцевский. – Москва : Юрист, 2001. – 48 с. – Текст : непосредственный.

10. The pains of imprisonment revisited: The impact of strain on inmate recidivism / S. J. Listwan, C. J. Sullivan, R. Agnew [et al.] // Justice Quarterly. – 2013. – Vol. 30 (1). – P. 144–168.

11. Duff, R. A. Punishment, communication and community / R. A. Duff // Debates in contemporary political philosophy / eds. D. Matravers, J. Pike. – London : Routledge, 2003. – P. 387–407.

УГОЛОВНО-ПРАВОВЫЕ И КРИМИНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ПРЕСТУПНОСТИ С УЧЕТОМ ЛИЧНОСТИ ПРЕСТУПНИКА

ВЕСТНИК ЮГОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
2021 г. Выпуск 4 (63). С. 129–139

DOI: 10.17816/byusu202104129-139
УДК 343.58

А. Ю. Асеев, Е. И. Чекмезова

УГОЛОВНО-ПРАВОВАЯ ПОЛИТИКА ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ЖЕСТОКОМУ ОБРАЩЕНИЮ С ЖИВОТНЫМИ: КОМПАРАТИВИСТСКИЙ АСПЕКТ

Предметом исследования выступает механизм уголовно-правовой охраны животных от жестокого обращения. Цель исследования состоит в актуальном анализе опыта установления уголовной ответственности за жестокое обращение с животными в странах постсоветского пространства, западноевропейских странах и США. Методологическую основу исследования составляют сравнительно-правовой, формально-юридический и системный методы. В результате исследования определена специфика конструирования уголовно-правовых норм, предусматривающих ответственность за жестокое обращение с животными в зарубежных странах. Рассмотрены основные направления уголовно-правовой политики противодействия жестокому обращению с животными в разрезе криминализации деяний, посягающих на общественные отношения в сфере гуманного обращения с животными. Авторами обосновывается возможность рецепции в российский уголовный закон некоторых положений уголовных законов зарубежных стран в части установления ответственности за посягательства на животных в целях обеспечения эффективной охраны общественных отношений от негативных проявлений в сфере обращения с животными.

Ключевые слова: жестокое обращение с животными, зарубежный опыт, уголовная ответственность, краш-фетиш, противодействие жестокому обращению с животными, бои животных, сексуальное насилие над животными.

A. Yu. Aseev, E. I. Chekmezova

CRIMINAL LAW POLICY OF COUNTERING ANIMAL CRUELTY: A COMPARATIVE STUDY

The subject of the research is the phenomenon of criminal law protection of animals from abuse. The purpose of the research is to provide likely analysis of the experience of establishing criminal liability for animal abuse in the post-Soviet countries, Western Europe and the United States. The methodological basis of the research consists of comparative legal, formal legal and systematic methods. In the course of the research, the specifics of the construction of criminal law norms providing for liability for animal abuse in foreign countries are determined. The focal points of the criminal law policy of countering animal cruelty in the sphere of criminalization of acts encroaching on public relations in the field of animal welfare are considered. The authors substantiate the possibility of assimilation into the Russian criminal law of a number of provisions of the criminal laws of foreign countries in terms of establishing liability for encroachment on the life of animals in order to ensure effective protection of social relations from negative development in the field of animal treatment.

Keywords: animal cruelty, international experience, criminal liability, crushing, countering animal cruelty, animal fights, sexual abuse of animals.

Девальвация нравственных устоев, изменение криминологических реалий привели законодателя к необходимости пересмотра функционирования механизма уголовно-правовой защиты животных от жестокого обращения. Многие субъекты, совершившие тяжкие и особо тяжкие преступления, в несовершеннолетнем возрасте проявляли агрессию по отношению к

животным, которая становилась одной из реперных точек для формирования линии их дальнейшего антиобщественного поведения. Утверждение о том, что «истязание животных как посягательство на беспомощных, физически слабых или больных оскорбляет совесть человечества, травмирует психику вынужденных свидетелей и укрепляет девиантные модели субъектов таких преступлений» [12], представляется нам аксиоматичным.

Вопросы правовой регламентации ответственности за преступления в сфере гуманного обращения с животными в последнее время все чаще становятся предметом обсуждения мирового сообщества. Предпринимаемые отечественным законодателем меры по реформированию уголовно-правовой политики противодействия жестокому обращению с животными не всегда оказываются эффективными, ввиду того что вне поля зрения законодателя остаются новые социодеструктивные проявления в сфере обращения с животными. Указанные обстоятельства свидетельствуют о необходимости совершенствования отечественного уголовного законодательства.

Как справедливо отмечает Г. А. Есаков, «компаративистски ориентированные исследования помогают усовершенствовать национальное право либо заимствовав из зарубежных аналогов ряд удачных норм, либо исключив возможные коллизии между различными правовыми системами» [4, с. 15]. В связи с этим изучение опыта зарубежных стран в соответствующей области правового регулирования представляется целесообразным в контексте поиска правовых средств борьбы с антигуманными формами обращения с животными.

Анализ уголовного законодательства стран постсоветского пространства позволяет прийти к выводу, что в подавляющем большинстве названных стран установлен уголовно-правовой запрет на жестокое обращение с животными. Исключением из этого ряда является законодательство таких государств, как Азербайджан [13], Таджикистан [19], Туркменистан [21].

Некоторые страны постсоветского пространства используют те же приемы конструирования норм, устанавливающих уголовную ответственность за жестокое обращение с животными, что и российский законодатель. Так, диспозиция ст. 339.1 Уголовного кодекса Республики Беларусь (далее – УК Белоруссии) выглядит следующим образом: «жестокое обращение с животным, повлекшее его гибель или увечье, совершенное из хулиганских, корыстных или иных низменных побуждений либо в присутствии заведомо малолетнего» [16]. В части 2 ст. 339.1 УК Белоруссии закреплено несколько квалифицирующих признаков: совершение данного деяния повторно либо группой лиц. Диспозиция ст. 316 Уголовного Кодекса Республики Казахстан (далее – УК Казахстана) сформулирована похожим образом: «жестокое обращение с животными, повлекшее их гибель или увечье, если это деяние совершено из хулиганских побуждений или с применением садистских методов либо в присутствии малолетних» [17]. В качестве квалифицирующих признаков в ч. 2 ст. 316 УК Казахстана указаны следующие: совершение данного деяния группой лиц или группой лиц по предварительному сговору, или неоднократно. Нетрудно заметить, что подход законодателей приведенных стран отличается от подхода российского законодателя на уровне сужения или расширения перечня факультативных признаков субъективной стороны, включенных в число конститутивных для основного состава, а также отнесения тех или иных признаков к числу либо основных, либо квалифицирующих. Примечательно, что в рассмотренных составах в качестве квалифицирующих признаков закреплена неоднократность, которая ныне чужда российскому уголовному закону.

Единственным примером использования преюдициального состава при конструировании нормы об уголовной ответственности за жестокое обращение с животными является ст. 202.1 Уголовного кодекса Республики Узбекистан (далее – УК Узбекистана) [20].

Интересен опыт криминализации жестокого обращения с животными в Республике Молдова. Основной состав преступления, предусмотренного ст. 222-1 Уголовного кодекса Республики Молдова (далее – УК Молдавии), устанавливает ответственность за жестокое обращение или пытки животных, причинившие увечье или повлекшие смерть животных [18].

Особенностью данного состава является то, что законодатель отказался от включения факультативных признаков субъективной стороны в число составообразующих. Подобный подход воспринят также в уголовных кодексах Грузии, Латвийской Республики, Литовской Республики, Эстонской Республики.

Действующая редакция ст. 245 Уголовного кодекса Российской Федерации (далее – УК РФ) в качестве обязательных признаков состава предусматривает либо цель – причинение животному боли и (или) страданий, либо альтернативные мотивы – хулиганские или корыстные побуждения. Подобное решение законодателя, на наш взгляд, является избыточным, неоднозначно влияет на правоприменительную практику, существенно сужает область применения данной нормы и в ряде случаев не позволяет привлекать к уголовной ответственности лиц, практикующих насилие над животными.

Так, по уголовному делу было установлено, что И. А. М. нанес собаке один удар ногой в область грудной клетки, после чего, продолжая издевательство над животным и причиняя ему страдания, схватил собаку за шею и ударил ее головой о стену, отчего собака упала на пол. Далее И. А. М., не останавливаясь на достигнутом, в продолжение своего преступного умысла взял собаку в руки, вышел с ней из квартиры и, действуя с особой жестокостью и садизмом, бросил ее на бетонированный пол лестничного марша, причинив ей телесные повреждения, от которых животное скончалось на месте. Органами предварительного следствия И. А. М. была инкриминирована ст. 245 УК РФ. Судом И. А. М по данному эпизоду был оправдан, поскольку «действия подсудимого И. А. М. имели целью не убийство животного – собаки потерпевшей, а вымещение злости на потерпевшую, с которой он проживал совместно, из-за ревности. Данных о том, что при этом умысел И. А. М. был направлен на причинение страданий животному, не имеется, в связи с чем его действия необходимо квалифицировать по ст. 167 ч. 1 УК РФ. Какие-либо другие признаки субъективной стороны указанного преступления (хулиганские и корыстные побуждения) судом не установлены» [11].

Отказ законодателя от закрепления целей и (или) мотивов в качестве криминообразующих признаков для данного состава, как нам представляется, позволяет обеспечить наиболее полную защиту животных от жестокого обращения, а также оказывает большее превентивное воздействие. Кроме того, как отмечает О. М. Шаганова, «пример изложения состава жестокого обращения с животными без указанных признаков субъективной стороны находил отражение еще в советском периоде развития уголовного законодательства (ст. 230.1 УК РСФСР 1960 г.) и существовал достаточно длительное время (примерно 7 лет) вплоть до принятия УК РФ 1996 г.» [23, с. 95].

Квалифицирующие признаки, предусмотренные УК Молдавии для данного состава, в целом соответствуют таковым в УК РФ. Однако в ч. 2 ст. 222-1 УК Молдавии предусмотрен такой неизвестный УК РФ квалифицирующий признак, как жестокое обращение с животными, совершенное лицом, отвечающим за уход, защиту и благосостояние животных, за дрессировку или лечебную ветеринарную помощь.

Особенностью уголовного законодательства Киргизской Республики является конкретизация предмета преступления (указание на подтип животных). Диспозиция ст. 169 Уголовного кодекса Кыргызской Республики (далее – УК Киргизии) сформулирована следующим образом: «жестокое обращение с животным, относящимся к позвоночным, повлекшее его гибель или увечье, совершенное из хулиганских или корыстных мотивов, а равно в присутствии малолетнего» [14]. Таким образом, киргизский законодатель, в отличие от российского, четко очертил типовую принадлежность животных, способных выступать в качестве предмета преступления. Указание на аналогичный предмет преступления содержит также ст. 299 Уголовного кодекса Украины (далее – УК Украины).

Российский нормотворец не конкретизирует предмет преступления, предусмотренного ст. 245 УК РФ. В отечественной теории уголовного права превалирует мнение, что предметом данного преступления являются только высшие позвоночные (млекопитающие и птицы) [5, 7]. С. И. Никулин, помимо указания на подтип животных, выделяет еще и другие крите-

рии отнесения животных к предмету преступления, предусмотренного ст. 245 УК РФ: способность испытывать страдания и ощущать физическую боль [6].

Кроме того, ст. 169 УК Киргизии не содержит квалифицирующих признаков.

В статье 264 Пенитенциарного кодекса Эстонской Республики (далее – Пенитенциарный кодекс Эстонии) предусматривается ответственность за недопустимые деяния в отношении животного в общественном месте или совершенные жестоким способом [9]. Отметим, что субъектом данного преступления в соответствии с Пенитенциарным кодексом Эстонии может являться как физическое, так и юридическое лицо. Аналогично решается вопрос о субъекте данного преступления в Уголовном кодексе Литовской Республики [30].

К особенностям эстонского уголовного закона следует отнести наличие такого вида дополнительного наказания, как запрет на содержание животных. Согласно ст. 52.2 Пенитенциарного кодекса Эстонии за жестокое обращение с животным суд может применить в качестве дополнительного наказания запрет на содержание любого животного или животного, относящегося к определенному виду животных. Согласно ст. 55.1 Пенитенциарного кодекса Эстонии данный вид наказания может быть применен и к юридическому лицу.

По Уголовному кодексу Латвийской Республики (далее – УК Латвии) подвергаются наказанию за жестокое обращение с животным, в результате которого оно погибло или было искалечено, или за истязание животного (ст. 230 УК Латвии). Квалифицирующими признаками являются совершение деяния в общественном месте или в присутствии несовершеннолетнего, или если деяние было совершено группой лиц по предварительному сговору, или если деянием был причинен значительный ущерб [28].

Принципиально иные приемы законодательной техники при построении норм об ответственности за жестокое обращение с животными используют законодатели Армении и Украины. Так, в соответствии с ч. 1 ст. 258.2 «Жестокое обращение с животным» Уголовного кодекса Республики Армения (далее – УК Армении) уголовно наказуемым деянием является «жестокое обращение с животным, а именно: прерывание жизни животного путем удушения, повешения, расчленения, сильного удара, стегания кнутом, выстрела из огнестрельного оружия, отравления или введения ему такого вещества, которое приводит к жестокой и болезненной смерти, сдирания кожи, ампутации органа, бросания в огонь, с высоты или из транспортных средств, организации и проведения боев животных, а также проведения научно-учебных опытов на животных с нарушением установленного порядка и прочие виды жестокого обращения» [15].

Анализ приведенной нормы позволяет прийти к выводу, что законодатель использует описательную диспозицию путем перечисления в ней деяний, составляющих объективную сторону преступления. Кроме того, сложно не заметить, что содержание диспозиции не соответствует наименованию статьи.

Квалифицирующих признаков, неизвестных российскому законодателю, ст. 258.2 УК Армении не содержит.

Определенный исследовательский интерес представляет модель криминализации жестокого обращения с животными в УК Украины.

Диспозиция ч. 1 ст. 299 «Жестокое обращение с животными» УК Украины изложена следующим образом: «жестокое обращение с животными, принадлежащими к позвоночным, в том числе с бездомными животными, нарушение правил транспортировки животных, если такие действия привели к телесным повреждениям, увечью или гибели животного, натравливание животных друг на друга, совершенное из хулиганских или корыстных побуждений, а также пропаганда, публичные призывы к совершению действий, имеющих признаки жестокого обращения с животными, распространение материалов с призывами к совершению таких действий» [8].

Квалифицирующим признаком (ч. 2 ст. 299 УК Украины) является совершение указанных в ч. 1 ст. 299 УК Украины действий в присутствии малолетнего или несовершеннолетнего.

Конструкция ч. 3 ст. 299 УК Украины совмещает в себе квалифицирующие признаки для чч. 1, 2 ст. 299 УК Украины (указанные действия, совершенные с особой жестокостью или в

отношении двух и более животных, или повторно, или группой лиц, или совершенные активным образом) и самостоятельный состав преступления – насильственные действия в отношении животного, направленные на удовлетворение половой страсти.

Схожую конструкцию имеет и ч. 4 ст. 299 УК Украины, в которой, наряду с особо квалифицирующим признаком для первых трех частей (совершение данных действий с целью создания изображений, произведений, кино-, видео-, аудиопродукции), содержится самостоятельный состав – сбыт или распространение изображений, произведений, кино-, видео-, аудиопродукции, пропагандирующих жестокое обращение с животными.

Анализ указанной нормы позволяет заключить, что имеется несоответствие между наименованием статьи и ее содержанием. Спорным, по нашему мнению, является решение украинского законодателя объединить в рамках одного состава преступления максимально возможное число преступных проявлений, так или иначе затрагивающих общественные отношения в сфере негуманного обращения с животными. Такое сочетание приводит к неоправданной перегруженности нормы и, как следствие, дезориентации правоприменителя.

Вместе с тем направленность законодателей стран постсоветского пространства на оптимизацию борьбы с негативными проявлениями в сфере обращения с животными и соответствующая уголовно-правовая оценка таких проявлений заслуживают внимания.

В данном контексте наиболее продуктивным, как нам представляется, будет рассмотрение некоторых трендов криминализации посягательств в сфере обращения с животными в западноевропейских странах и США.

Анализ законодательства западноевропейских стран и США позволяет выделить группы специфических уголовно-правовых норм, производных от уголовно-правового запрета на жестокое обращение с животными или генетически связанных с таким запретом и направленных на защиту животных от негуманного обращения.

А. Нормы, устанавливающие ответственность за производство, хранение, распространение, демонстрацию контента, содержащего изображение жестокости по отношению к животным. Частным случаем данной группы посягательств является производство, хранение, распространение, демонстрация порнографических материалов, содержащих насилие или действия сексуального характера в отношении животных.

Статьей 10b Уголовного кодекса Швеции предусмотрена ответственность в отношении лица, которое «посредством движущихся изображений открыто или чрезмерно изображает крайнее насилие по отношению к людям или животным с намерением распространить такие изображения или распространяет такое изображение» [22]. Особенностью данной статьи является то, что для лиц, осуществляющих предпринимательскую деятельность или иным образом преследующих цель извлечения прибыли и распространивших указанные изображения, ответственность наступает и в случае совершения деяния по неосторожности.

Статья 135 Уголовного кодекса Швейцарии (далее – УК Швейцарии) «Изображение насилия», расположенная в разделе «Преступные деяния против жизни и здоровья», предусматривает уголовную ответственность за производство, ввоз, хранение, распространение, рекламу, введение в обращение, демонстрацию фотоснимков, изображений, других предметов, которые представляют собой жестокие акты насилия в отношении людей или животных, и тем самым серьезно ущемляют элементарное человеческое достоинство [31].

Кроме того, статьей 197 УК Швейцарии наказывается распространение порнографических материалов, которые включают в себя сексуальные действия с детьми или животными, человеческими экскрементами или насильственную деятельность.

Особенностью Уголовного уложения Федеративной Республики Германия (далее – УУ ФРГ) является то, что состав истязания животных, ранее предусмотренный параграфом 145b, был перенесен в специальный Федеральный закон о защите животных (TierschutzG) и в настоящее время расположен в параграфе 17 указанного закона. Вместе с тем УУ ФРГ содержит параграф 184a, расположенный в разделе 13 «Преступные деяния против сексуального самоопределения», предусматривающий уголовную ответственность за распространение

порнографических материалов, содержащих насилие или действия сексуального характера в отношении животных [3].

Криминализация подобной модели поведения продиктована необходимостью ответной реакции на субкультуризацию такого явления, как краш-фетишизм. Краш-фетишизм представляет собой сексуальную девиацию, при которой сексуальное возбуждение возникает при созерцании раздавливания ногами различных объектов, в том числе животных. Интерес потребителей к сегменту краш-фетишизма привел к появлению специфической индустрии, готовой удовлетворять соответствующие запросы.

В 2010 году в США был принят закон Animal Crush Video Prohibition Act of 2010, который предусматривает уголовную ответственность на федеральном уровне за создание, продажу, распространение, рекламу или обмен так называемых animal crush videos[1], если преступление связано с иностранной или межгосударственной торговлей или затрагивает ее, или если оно совершено на территории, находящейся в федеральной собственности [24]. В 2019 году был принят Preventing Animal Cruelty and Torture Act [29], который установил ответственность и за сам crushing[2].

Несколько иначе решается вопрос о криминализации подобных деяний в уголовном законодательстве Эстонии. Так, статья 180 Пенитенциарного кодекса Эстонии «Показ жестокости несовершеннолетнему» содержит запрет на передачу или демонстрацию лицу, не достигшему четырнадцатилетнего возраста, либо заведомое обеспечение ему иным образом доступа к произведению или его репродукции, пропагандирующим жестокость либо беспричинное убийство, либо истязание животного на глазах такого лица, или иной заведомый показ ему жестокости [9].

Специальные нормы, направленные на противодействие созданию и распространению порнографического контента с животными, в действующем УК РФ отсутствуют, однако для этой цели подходит ст. 242 УК РФ.

Так, по одному из эпизодов уголовного дела было установлено следующее: ФИО1, имея умысел на распространение материалов откровенно порнографического содержания…, воспользовавшись услугой доступа к мобильной сети передачи данных…, с целью демонстрации другим лицам и копирования ими незаконно распространил… на странице… интернет-сайта vkontakte.ru в разделе «Мои видеозаписи» доступный для просмотра и копирования другими пользователями указанного сайта видеофайл Love With Horse…, содержащий видеосюжет откровенно порнографического характера, демонстрирующий сцены генитальных, орогенитальных контактов, половых актов женщин с животными (конями), женские половые органы и половые органы животных (коней) крупным планом, являющийся порнографическим материалом, к которому было осуществлено с момента размещения более одного обращения пользователей сети Интернет. Суд квалифицировал действия ФИО1 по п. «б» ч. 3 ст. 242 УК РФ [10].

Вместе с тем нормы, позволяющей привлекать к уголовной ответственности лиц, производящих или распространяющих материалы, изображающие сцены жестокого обращения с животными и не относящиеся при этом к порнографическим, действующий УК РФ не содержит.

Б. Нормы, устанавливающие уголовную ответственность за сексуальное насилие над животными.

Установление уголовной ответственности за сексуальные действия в отношении животных характерно для уголовного законодательства многих зарубежных стран. Как указывают А. А. Байбарин и А. А. Гребеньков, «традиционно ответственность за данное деяние предусмотрена в государствах англо-американской правовой семьи (так, соответствующие статьи присутствуют в законодательстве Брунея, Бутана, Великобритании, Замбии, Зимбабве, Индии, Канады, Кирибати, Нигерии, Новой Зеландии, Самоа, Сент-Люсии, Сингапура, Тонго,

[1] Под данным термином понимается любая фотография, кинофильм, видео, цифровая запись или электронное изображение, на котором воспроизведено раздавливание животного.

[2] Термин обозначает преднамеренное участие в раздавливании животного.

Тринидада и Тобаго, Тувалу, Фиджи, ЮАР и значительного числа штатов США), а также в некоторых странах романо-германской системы (Эквадор, Эфиопия)» [2, с. 19].

В УК РФ отдельной нормы, устанавливающей ответственность за сексуальное насилие над животными, не содержится. Как отмечает Л. В. Авдеева, «объективная сторона преступления, предусмотренного ст. 245 УК РФ, может выражаться в сексуальных действиях насильственного характера в отношении животных (зоофилия или скотоложство)» [1, с. 236].

На наш взгляд, выделение сексуального насилия над животными в отдельный состав представляется целесообразным, поскольку для квалификации подобной модели поведения по ст. 245 УК РФ необходимым является наличие последствий в виде гибели или увечья животного, а также установление в действиях виновного обязательной цели или мотивов. Иные же действия виновного остаются за рамками данного состава, что свидетельствует о пробельности законодательства.

В. Нормы, запрещающие организацию, проведение зрелищных мероприятий, связанных с жестоким обращением с животными, а также боев между животными.

Так, статья 8 Закона Соединенного Королевства Великобритании и Северной Ирландии «О благополучии животных» (Animal Welfare Act) 2006 г. устанавливает запрет на бои животных, под которыми понимается «случай, когда охраняемое животное помещается с животным или с человеком с целью драки, борьбы или травли» [25]. Достаточно широко определен в указанной норме перечень наказуемых деяний, к которым относятся: организация боя животных или покушение на организацию такого мероприятия, получение денег за допуск на подобное мероприятие, предоставление информации о бое животных другому лицу с целью обеспечения или поощрения участия в бое, ставки и прием ставок на исход боя животных, участие в бое животных, содержание помещений для боев животных, содержание и тренировка животных для использования в бое, а также само присутствие на таком бое. Кроме того, наказывается опубликование и демонстрация соответствующего контента, а также его хранение с целью публикации или демонстрации.

В отличие от российского уголовного закона Уголовный кодекс Канады (далее – УК Канады) предусматривает уголовную ответственность для лиц, которые любым способом поощряют, помогают, продвигают, организуют, получают деньги или принимают участие в драке или травле животных или птиц, а также обучают, транспортируют или разводят животных или птиц для этих целей. К уголовной ответственности привлекаются также владельцы, арендаторы или лица, отвечающие за любое помещение, если они разрешают использовать помещение или любую его часть для проведения боев животных (ст. 445.1 УК Канады) [27].

Интерес вызывает итальянский опыт криминализации подобных деяний. Нормы, устанавливающие ответственность за негуманное обращение с животными, консолидированы итальянским законодателем в отдельный раздел Уголовного кодекса – раздел IX-BIS «Преступления против чувства к животным». Данный раздел, наряду с общими нормами, устанавливающими запрет на жестокое или неоправданное убийство животных, а также на жестокое обращение с ними, содержит и иные запреты в сфере обращения с животными. Так, статья 544-quater устанавливает ответственность для лиц**,** организующих или способствующих организации шоу или выставок, сопряженных с пытками или мучениями животных. В статье 544-quinquies установлен запрет на организацию, пропаганду, содействие организации боев или соревнований между животными, которые могут поставить под угрозу их физическую целостность [26].

Кроме того, в ст. 544-sexies Уголовного кодекса Италии предусмотрены специфические виды наказания за совершение данных деяний: обязательная конфискация животного, а также лишение права заниматься деятельностью по транспортировке, торговле или разведению животных на определенный срок или пожизненно.

Г. Нормы, охраняющие здоровье животных.

УК Швейцарии содержит два состава преступления, непосредственно охраняющих здоровье животных. Данные составы расположены в разделе «Преступления и проступки про-

тив общественного здоровья». Статьей 235 УК Швейцарии предусмотрена уголовная ответственность за производство корма, вредного для здоровья животных. Статья 236 УК Швейцарии устанавливает уголовную ответственность за введение в обращение корма, вредного для здоровья животных. При этом для данных преступлений предусмотрена как умышленная, так и неосторожная формы вины. Данное обстоятельство также может быть принято во внимание отечественным законодателем при совершенствовании уголовного закона.

Таким образом, исследование подходов зарубежных законодателей к уголовно-правовой политике в области противодействия жестокому обращению с животными, а также иным деструктивным проявлениям в сфере обращения с животными, позволило сформулировать ряд предложений по реформированию действующего уголовного законодательства России.

1. Представляется оправданным исключение из диспозиции ст. 245 УК РФ указания на цель и (или) мотивы совершения данного преступления по аналогии с уголовными законами Молдавии, Грузии, Латвии, Литвы, Эстонии. Подобное решение позволит сформировать оптимальный механизм охраны животных от жестокого обращения, а также выровнять траекторию развития судебно-следственной практики.

2. Учитывая недостаточность уголовно-правовых средств для борьбы с изготовлением и распространением материалов, содержащих изображение сцен жестокого обращения с животными, представляется целесообразным дополнить главу 25 УК РФ статьей 242.3 следующего содержания:

«Статья 242.3. Оборот материалов с изображением жестокого обращения с животным

1. Изготовление, приобретение, хранение и (или) перемещение через Государственную границу Российской Федерации в целях распространения или публичной демонстрации материалов с изображением жестокого обращения с животным – наказываются…

2. Распространение или публичная демонстрация материалов с изображением жестокого обращения с животным среди несовершеннолетних – наказываются…

3. Деяния, предусмотренные частями первой или второй настоящей статьи, совершенные:

а) группой лиц по предварительному сговору;

б) с использованием средств массовой информации, в том числе информационно-телекоммуникационных сетей (включая сеть «Интернет») – наказываются…

4. Деяния, предусмотренные частями первой, второй или третьей настоящей статьи, совершенные организованной группой – наказываются…».

3. По нашему мнению, действующее уголовное законодательство не позволяет в полной мере привлекать к уголовной ответственности лиц, практикующих сексуальное насилие над животными. Исходя из этого, предлагается дополнить главу 25 УК РФ статьей 245.1 следующего содержания:

«Статья 245.1. Сексуальное насилие в отношении животного (зоофилия)

Половое сношение или иные насильственные действия сексуального характера в отношении животного – наказываются…»

4. Учитывая пробельность уголовного законодательства в части противодействия организованному насилию над животными, предлагается дополнить главу 25 УК РФ статьей 245.2 следующего содержания:

«Статья 245.2. Организация боев животных или систематическое предоставление помещений для проведения боев животных

1. Организация боев животных или систематическое предоставление помещений для проведения боев животных – наказываются…

2. Деяния, предусмотренные частью первой настоящей статьи, совершенные группой лиц по предварительному сговору – наказываются…

3. Деяния, предусмотренные частью первой настоящей статьи, совершенные организованной группой – наказываются…».

Литература

1. Авдеева, Л. В. Уголовно-правовая характеристика жестокого обращения с животными / Л. В. Авдеева. – Текст : непосредственный // Вестник РГГУ. Серия: Экономика. Управление. Право. – 2013. – № 3 (104). – С. 232–240.

2. Байбарин, А. А. Половые преступления : учебное пособие / А. А. Байбарин, А. А. Гребеньков. – Курск : Индивидуальный предприниматель Горохов Александр Анатольевич, 2013. – 109 с. – ISBN 978-5-905556-74-6. – Текст : непосредственный.

3. Головненков, П. В. Уголовное уложение Федеративной Республики Германия – Strafgesetzbuch (StGB) : научно-практический комментарий и перевод текста закона / П. В. Головненков. – Текст : электронный // Universität Potsdam. – 2021. – URL: https://publishup.uni-potsdam.de/frontdoor/index/index/docId/47371 (дата обращения: 25.09.2021).

4. Есаков, Г. А. Основы сравнительного уголовного права : монография / Г. А. Есаков. – Москва : Элит, 2007. – 152 с. – ISBN 978-5-902405-21-4. – Текст : непосредственный.

5. Комментарий к Уголовному кодексу Российской Федерации (постатейный). В 4 томах. Том 3. Особенная часть. Раздел IX / А. В. Бриллиантов, А. В. Галахова, В. А. Давыдов [и др.] ; ответственный редактор В. М. Лебедев. – Москва : Юрайт, 2017. – 298 с. – URL: https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&cacheid=B26C62BDCBBADD453B2C5F3D4A13434E&mode=backrefs&SORTTYPE=0&BASENODE=32799-97&ts=25458163535584519351&base=CMB&n=18606&rnd=486CA2DC331D7C63BB823924687973D3#Rt0z3nSafnDXdlU (дата обращения: 27.10.2021). – Текст : электронный.

6. Комментарий к Уголовному кодексу Российской Федерации (постатейный) / В. П. Верин, О. К. Зателепин, С. М. Зубарев [и др.] ; ответственный редактор В. И. Радченко. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Москва : Проспект, 2008. – 704 с. – URL: https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&ts=I4C24nS46A5hLJfl&cacheid=CB45C93CDFB2F1B24113CC70766FBAA2&mode=splus&base=CMB&n=15905&rnd=486CA2DC331D7C63BB823924687973D3#RmJ24nS0k7tkW1vk (дата обращения: 27.10.2021). – Текст : электронный.

7. Комментарий к Уголовному кодексу Российской Федерации (постатейный) / Ю. В. Грачева, Л. Д. Ермакова, Г. А. Есаков [и др.] ; ответственный редактор. А. И. Рарог. – 7-е издание, переработанное и дополненное – Москва : Проспект, 2011. – 824 с. – URL: https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&rnd=486CA2DC331D7C63BB823924687973D3&base=CMB&n=16770&stat=srcfld%3D3%26src%3D72%26fld%3D134%26code%3D16876%26page%3Desse%26p%3D78%26base%3DCMB%26doc%3D15905#61V34nS0a2MW0msg1 (дата обращения: 27.10.2021). – Текст : электронный.

8. Кримінальний кодекс України : от 5 апреля 2001 года № 2341-III. – Текст : электронный // Верховная Рада Украины. – 2021. – URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2341-14#Text (дата обращения: 06.10.2021).

9. Пенитенциарный кодекс : [утвержден Законом № VIII-1968 от 26 сентября 2000 г. : принят 6 июня 2001 г. : вступил в силу 1 сентября 2002 г.]. – Текст : электронный // Juristaitab. – 2021. – URL: https://www.juristaitab.ee/sites/www.juristaitab.ee/files/elfinder/ruseadused/%D0%9F%D0%95%D0%9D%D0%98%D0%A2%D0%95%D0%9D%D0%A6%D0%98%D0%90%D0%A0%D0%9D%D0%AB%D0%99%20%D0%9A%D0%9E%D0%94%D0%95%D0%9A%D0%A1%2031.05.2021.pdf (дата обращения: 19.10.2021).

10. Приговор Боровичского районного суда Новгородской области по делу № 1-342/2015 от 4 сентября 2015 г. – Текст : электронный // СудАкт: судебные и нормативные акты РФ. – 2021. – URL: https://sudact.ru/regular/doc/CUYGEgunqiJx/ (дата обращения: 10.10.2021).

11. Приговор Пушкинского городского суда Московской области по делу № 1-470/2018 от 30 ноября 2018 г. – Текст : электронный // Судебныерешения.рф. – 2021. – URL: http://xn--90afdbaav0bd1afy6eub5d.xn--p1ai/36298168 (дата обращения: 11.10.2021).

12. Уголовное право Российской Федерации. Особенная часть : учебник / А. А. Бимбинов, С. А. Боженок, Ю. В. Грачева [и др.] ; под редакцией И. Э. Звечаровского. – Москва : Проспект, 2020. – 688 с. – ISBN 978-5-392-30809-5. – Текст : непосредственный.

13. Уголовный кодекс Азербайджанской Республики : [утвержден Законом Азербайджанской Республики от 30 декабря 1999 г. № 787-IQ]. – Текст : электронный // Информационная система «Континент». – 2021. – URL: http://continent-online.com/Document/?doc_id=30420353#pos=5;-120 (дата обращения: 06.10.2021).

14. Уголовный кодекс Кыргызской Республики от 2 февраля 2017 года № 1 : [вводится в действие Законом Кыргызской Республики от 24 января 2017 г. № 10 с 1 января 2019 г.]. – Текст : электронный // Централизованный банк данных правовой информации Министерства юстиции Кыргызской Республики. – 2021. – URL: http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/111527 (дата обращения: 06.10.2021).

15. Уголовный кодекс Республики Армения : от 29 апреля 2003 года № ЗР-528. – Текст : электронный // Законодательство стран СНГ. – 2021. – URL: https://base.spinform.ru/show_doc.fwx?rgn=7472 (дата обращения: 06.10.2021).

16. Уголовный кодекс Республики Беларусь : от 9 июля 1999 года № 275-З : [принят Палатой представителей 2 июня 1999 г. : одобрен Советом Республики 24 июня 1999 г.]. – Текст : электронный // Национальный правовой интернет-портал Республики Беларусь. – 2021. – URL: https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=hk9900275 (дата обращения: 06.10.2021).

17. Уголовный кодекс Республики Казахстан от 3 июля 2014 года № 226-V. – Текст : электронный // Юрист. – 2021. – URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31575252#pos=4604;-36 (дата обращения: 06.10.2021).

18. Уголовный кодекс Республики Молдова : от 18 апреля 2002 года № 985-XV. – Текст : электронный // Информационная система «Континент» : [сайт]. – 2021. – URL: http://continent-online.com/Document/?doc_id=30394923#pos=2815;-38 (дата обращения: 06.10.2021).

19. Уголовный кодекс Республики Таджикистан : от 21 мая 1998 года № 574. – Текст : электронный // Информационная система «Континент». – 2021. – URL: http://continent-online.com/Document/?doc_id=30397325#pos=52;-44 (дата обращения: 06.10.2021).

20. Уголовный кодекс Республики Узбекистан : [утвержден Законом Республики Узбекистан от 22 сентября 1994 г. № 2012-XII]. – Текст : электронный // LexUz. – 2021. – URL: https://lex.uz/docs/111457#5613984 (дата обращения: 06.10.2021).

21. Уголовный кодекс Туркменистана : от 12 июня 1997 года № 222-I. – Текст : электронный // Юрист. – 2021. – URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31295286#pos=149;-47 (дата обращения: 06.10.2021).

22. Уголовный кодекс Швеции / научные редакторы: Н. Ф. Кузнецова, С. С. Беляев ; перевод С. С. Беляева. – Санкт-Петербург : Юридический центр Пресс, 2001. – 320 с. – ISBN 10:5942010137. – Текст : непосредственный.

23. Шаганова, О. М. Жестокое обращение с животными по уголовному законодательству России и зарубежных стран / О. М. Шаганова. – Текст : непосредственный // Алтайский юридический вестник. – 2019. – № 4 (28). – С. 91–95.

24. Animal Crush Video Prohibition Act of 2010 // U.S. Government Publishing Office. – 2021. – URL: https://www.govinfo.gov/content/pkg/PLAW-111publ294/pdf/PLAW-111publ294.pdf (date of application: 27.10.2021).

25. Animal Welfare Act 2006 // The National Archives. – 2021. – URL: https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2006/45/contents/enacted (date of application: 26.10.2021).

26. Codice Penale 2021 // Altalex. – 2021. – URL: https://www.altalex.com/documents/codici-altalex/2014/10/30/codice-penale (date of application: 01.10.2021).

27. Criminal Code // Justice Laws Website. – 2021. – URL: https://laws-lois.justice.gc.ca/eng/acts/c-46/page-1.html (date of application: 29.09.2021).

28. Krimināllikums. – Текст : электронный // Likumi : [сайт]. – 2021. – URL: https://likumi.lv/ta/id/88966 (дата обращения: 19.10.2021).

29. Preventing Animal Cruelty and Torture Act // Congress.gov. – 2021. – URL: https://www.congress.gov/116/plaws/publ72/PLAW-116publ72.pdf (date of application: 24.10.2021).

30. Republic of Lithuania Criminal Code // Legislationline. – 2021. – URL: https://www.legislationline.org/download/id/8272/file/Lithuania_CC_2000_am2017_en.pdf (date of application: 19.10.2021).

31. Schweizerisches Strafgesetzbuch vom 21 Dezember 1937 (Stand am 1. Juli 2021) // Fedlex : Die Publikationsplattform des Bundesrechts. – 2021. – URL: https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/54/757_781_799/de#book_2/tit_7/lvl_d6610e616 (date of application: 20.10.2021).

ВЕСТНИК ЮГОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
2021 г. Выпуск 4 (63). С. 140–149

DOI: 10.17816/byusu202104140-149
УДК 343.91

С. А. Хохрин

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОНЦЕПЦИИ ЛИЧНОСТИ ПЕНИТЕНЦИАРНОГО ПРЕСТУПНИКА

Введение. Выработка мер профилактики и предупреждения преступности осужденных в исправительных учреждениях, подразумевает изучение личности пенитенциарного преступника. В статье предпринимается попытка обобщения и периодизации научных течений о личности преступника как биологического и социологического явления.

Цель: провести анализ формирования концепции личности пенитенциарного преступника.

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

Результаты: определены временные показатели формирования мнения исследователей о необходимости углубленной разработки проблем, связанных с понятием личности преступника. Детальному анализу подвергнут этап формирования значительного объема уголовно-правовых и криминологических знаний о личности преступника.

Выводы: автор полагает, что центральным элементом любого вида преступности является личность преступника как носителя криминального поведения.

Ключевые слова: антропология, личность преступника, исследование, криминология, преступление, пенитенциарная преступность, уголовно-правовая характеристика.

S. A. Hohrin

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL FORMATION OF THE PERSONAL CONCEPT OF A PENITENTIARY CRIMINAL

Introduction. The development of measures for the prevention and prevention of crime of convicts in correctional institutions implies the study of the personality of the penitentiary offender. The article attempts to generalize and periodize scientific trends about the personality of the criminal as a biological and sociological phenomenon.

Purpose: to analyze the formation of the concept of the personality of a penitentiary offender.

Methods: The article uses such general scientific research methods as: generalization, analysis and synthesis, concretization.

Results: The time indicators of the formation of the opinion of researchers about the need for in-depth development of problems associated with the concept of the personality of a criminal were determined. The stage of formation of a significant volume of criminal law and criminological knowledge about the personality of the criminal is subjected to a detailed analysis.

Conclusions: The author believes that the central element of any type of crime is the personality of the offender as a carrier of criminal behavior.

Keywords: anthropology, personality of a criminal, research, criminology, crime, penitentiary crime, criminal law characteristics

Введение

Изучение видовой преступности предполагает предварительное установление историко-правовых и криминологических тенденций развития общей доктрины рассматриваемой проблемы. В противном случае нетрудно предположить о системных противоречиях, трудно разрешимых на примере исследованиях конкретного направления.

Возникновение спора между представителями классической школы уголовного права и представителей социологической школы, связанного с предметом научных исследований института преступления и наказания, привело к возникновению отраслевой ветви науки как криминология.

Результаты

Классическая школа преимущественно рассматривала преступление и наказание, законодательные дефиниции, а личность преступника как биологическое и социологическое явление оставались вне предмета её исследования.

Однако Э. Ферри в своих работах предал значение личности преступника как начальной и конечной цели предупреждения преступлений и как следствие преступности. [23]

Создание новых приоритетов подтолкнуло на рубеже XIX–XX веков формированию социологической школы уголовного права. Преобладающим направлением данной научной школы являлась систематизация учений касающихся антропологии, статистических данных, психологии, социологии и т. д. Э. Ферри в своих работах указывал, что научная школа о преступлениях и наказаниях основывалась только на силе логического мышления [23]. Именно антропология, психология, совместно с уголовным правом позволили сформировать уголовную социологию [23].

В криминологической литературе справедливо утверждается, что родоначальником антропологических теорий преступности (преступника) является Ч. Ломброзо. Однако следует заметить, что до Ч. Ломброзо основой для рассматриваемого течения явились работы Ф. Галля (1758–1818 гг.), по мнению которого, была сформулирована теория локализации сложных психических функций и свойств в коре головного мозга и подготовлен вывод о полушарии головного мозга, как органе психической деятельности человека [2]. Преступные намерения, их реализация определяются в одном из таких полушарий, что приводит естественно к выводу, что при возникновении преступного умысла можно локализовать воздействие на определенный участок мозга. Профессор Д. А. Дриль, оценивая работы Ф. Галля, [3] отмечал о переплетении их с итальянской школой уголовного права, и, в частности, с работами Ч. Ломброзо [13].

Антропологическая школа уголовного права как направление возникло в результате настоятельной потребности и поиска рациональных средств в противостоянии преступности, поскольку традиционные меры уголовной юстиции, главным образом наказание, показали свою малоэффективность. Необходимо обратить внимание на работу Ч. Ломброзо «О преступном типе» где за основу берётся «Преступный человек».

Фундаментальной основой доктрины учения Ч. Ломброзо, а, в частности, указанной работы, являлась теория биологических (врожденных) причин преступности. Хотя этот вывод профессора не получил должного одобрения научной общественности, тем не менее его значение для развития теории личности преступника трудно переоценить. Основная заслуга антропологической школы, на наш взгляд, заключается в том, что именно данное научное направление поставило в центр всей проблемы преступности – личность преступника.

Основной упрек представителя антропологического направления состоял в том, что его сторонники отрицают социальные факторы преступности, основываясь лишь на биологических (врожденных) факторах. Отсюда следует вывод, о применении мер связанных с невозможностью исправления преступного поведения личности за счет лишением свободы или смертной казни. Хотя в последующем Ч. Ломброзо и его ученики не были столь категоричны в суждениях.

Прежние научные исследования, проводимые преимущественно в числе классической школы уголовного права, как известно, акцентировали свое внимание на совершенном деянии (преступлении), основанном на свободной воле виновного лица.

В связи с этим, необходимо заметить, что основные дискуссии по вопросу свободной воли преступника и детерминистическое объяснение криминального поведения характерны и для современной юридической науки. Как известно, специалисты в области уголовного права придерживаются точки зрения классической школы, считая человеческое поведение ре-

зультатом свободного выбора, что обуславливает, уголовную ответственность и наказание. Криминологи напротив, стоят на нормативистских позициях, согласно которым социальные закономерности находятся вне сферы сознания человека, в значительной мере обуславливая криминальное поведение человека.

Основной идеей трудов Ч. Ломброзо являлось отрицание врожденных преступных наклонностей человека. В своей работе «Преступный человек», вышедшей в свет в конце 19 века, он обосновал, что криминальное поведение субъекта характеризуется врожденными импульсами и, следовательно «преступник от рождения» является самым опасным типом правонарушителя. Данный тип преступника, по мнению Ч. Ломброзо, имеет примитивное сознание и является «атавистическим» пережитком, унаследовавшим черты первобытных людей, поведение данного типа характеризуют «стигмы» первобытности, а физиогномика характеризуется низким лбом, ярко выраженными надбровными дугами и челюстью. Помимо этого, автор утверждал, что для данной типологии преступников характерны психологические «стигмы»: нечувствительность к боли, отсутствие нравственного чувства и безудержное стремление к удовольствию низменных физиологических потребностей.

Вполне закономерным выводом книги «Преступный человек» было предложение о наиболее рациональных методах противодействия преступности – пожизненное заключение и смертная казнь.

Следует заметить, что отдельные ученые усматривали, что антропологическая школа уголовного права вполне допускала и социологические факторы криминального поведения. К примеру, Д. А. Дриль, являясь участником отмеченного конгресса, указывал, что только отказ признания социальных факторов является несостоятельным при обвинениях антропологической школы изучения преступности [9]. Хотя, по мнению этого профессора, уголовно-антропологическая школа прекрасно осознает и тщательно изучает социальные факторы криминального поведения. В рамках этого же конгресса профессором Д. А. Дрилем были сформулированы семь основных принципов уголовно-антропологической школы:

1. Под целью наказания понимается не месть, не возмездие, а необходимость ограждения общества от зла.

2. В изучении преступников, причин и форм их поведения школа стремится использовать все «точные научные методы», противопоставляемые априорной метафизике.

3. В преступлении школа видит результат взаимодействия внутренних особенностей психофизической организации преступника (антропологический аспект) и внешних социальных воздействий (социологический аспект).

4. Школа рассматривает преступника как в большей или меньшей степени несчастную, порочную, недостаточную организацию, мало приспособленную к борьбе за существование в легальных формах.

5. Причины преступления школа делит на: а) ближайшие причины, т. е. «психофизическое оскудение»; б) более отдаленные неблагоприятные внешние условия бытия, под влиянием которых постепенно зарождаются, вырабатываются и закрепляются первые причины; в) предрасполагающие причины, под воздействием которых порочная психофизическая организация обрекается, толкается на преступление.

6. Школа изучает преступление не с позиции морализаторства или теологического осуждения, а как «естественное общественное явление, как дефект, в конечном счете, всего общественного устройства». Этим она смыкает вопрос о преступности с «великим социальным вопросом нашего времени» и настаивает на необходимости широких мер предупреждения не только преступности как части патологии, но и оскудения или социальной патологии вообще».

7. Вот почему школа ставит репрессии за преступления в зависимость от «изучения индивидуальных особенностей каждого деятеля преступления» [8].

Вместе с тем необходимо заметить, что большинство криминалистов в мире не воспринимали идеи уголовно-антропологической школы, особенно идею о прирожденном «преступном типе».

Позднее Ч. Ломброзо несколько изменит свои взгляды и будет придерживаться более умеренной позиции при выступлении в 1896 году на IV Международном уголовно-антропологическом конгрессе. Высказываясь в пользу американских реформаториев, он указывал на необходимость создания определенной системы испытаний, которую в зрелом возрасте необходимо проходить человеку [13].

Стало быть, антропологическая школа в предмет своего исследования ставила личность преступника как некое антрополого-биологическое существо, которое имеет врожденное наклонности преступной деятельности.

Основным достижением этого научного направления, на наш взгляд, является то, что личность преступника является основой исследования преступности. В связи с этим следует заметить, что большинство положений антропологической школы уголовного права не получает столь широкого признания, все же отдельные её концептуальные положения заслуживают внимания, в частности:

- теория передачи преступного гена по наследству;
- теория предрасположенности к совершению преступлений за счет определенной структуры тела;
- теория предрасположенности к совершению преступлений за счет определенного гормонального фона;
- теория предрасположенности к совершению преступлений за счет определенного психического состояния;
- теория предрасположенности к совершению преступлений за счет определенной расовой принадлежности [7].

В тридцатые годы прошлого века в советской юридической науке не уделяли должного внимания вопросам формирования личности преступника. Тем не менее, идеи особенностей формирования типов преступника активно изучали многие ученые. С. В. Познышев в 1926 г. подготовил и опубликовал работу «Криминальная психология (преступные типы)», идеей которой было разделение на двух типов преступников:

- эндогенный тип (прирожденный преступник);
- эзогенный тип (совершивший преступление под влиянием обстоятельств) [18].

Отдельные идеи антропологической школы разделял профессор И. С. Ной. В частности, он полагал, что преступное деяние есть смешанный процесс, обусловленный биологическими и социальными факторами, а потому в своих работах указывал, что в предмет криминологической науки должны быть включены проблемы комплексного исследования личности преступника (биолого-физиологические, психологические социологические, антропологические) [16].

В связи с этим следует обратить внимание ещё и на работу Ю. А. Алферова «Типология преступников и исправительные программы» (1991), где выделяется несколько типов личности преступника: конституционно-депрессивный; гипертимный; эмотивно-лабильный; астенический; истерический; шизоидный; неустойчивый; психастенический [4].

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что предложенные Ю. А. Алферовым типы преступников по существу являются пенитенциарными с ограниченной вменяемостью. Отмеченные типы преступников исследовались с позиции исправительного (частной превенции) воздействия. И в этом качестве представляют научный интерес для настоящего нашего исследования.

В последующем такие учения, как физиогномика и френология дали толчок развитию *криминальной антропологии*, основоположником данного учения является итальянский криминолог Ч. Ломброзо и его ученики. По мнению данных криминологов, преступникам характерны особенности строения тела и психологии [13]. Сегодня при общении с людьми можно столкнуться с мнением, что все осужденные обладают набором характерных черт характера и характерными особенностями строения тела. Даже в художественной литературе, кино, театрах осужденных всегда показывают худощавого телосложения обязательно с характерны-

ми чертами характера, манерой поведения. Именно Ч. Ломброзо выдвинул теорию становления преступника благодаря врожденным отклонениям.

Последователи Ч. Ломброзо, Р. Гарофало и Э. Ферри, придерживаясь основных идей антропологической школы, основное внимание акцентировали на социальные факторы формирования преступника, по мнению данных ученых, «под воздействием врожденных психических и физиологических отклонений лицо совершившее преступление является особой разновидностью человеческого рода» [21].

Рассматривая данный вопрос, необходимо уделить внимание трудам, посвященным тюремной системе. Первым сочинением, выпущенным в России, в котором рассматривалась данная проблема, был трактат «Историческое описание о наказаниях преступников в Филадельфии» [1] о самобытности Пенсильванской системы тюремного содержания. Позднее криминологическая стигматизация преступников претерпела изменения, факт совершения преступления является внутренним стремлением и желанием его совершения. Желание противоправных действий выявляется определенными тестами, и по их результатам подобрано лечение с целью корректировки преступного поведения.

Корректировка преступного поведения не отличалась разнообразием методов воздействия. Наиболее распространенный способ воздействия заключался в применении медикаментозных препаратов, воздействии на субъекта электрическим током, проведении психоанализа и наконец, хирургическом вмешательстве. При этом активно применялась изоляция данного преступника, пока, по мнению комиссии врачей, не минует опасное состояние личности. Наиболее яркими представителями этого научного направления, как известно, являются Жан Пинатель, Филиппо Грамматика и Бенине ди Туллио.

Начало XIX века характеризуется появлением нового учения на основе социологической теорий преступности, основателем данной школы является бельгийский статистик А. Кетле, по мнению которого «основоположником образования всех преступлений является общество, так как именно общество способствует совершаемым преступлениям» [24]. Теория, описанная А. Кетле, позволяет утверждать взаимосвязь человеческих действий в зависимости от уровня образования, выбранной профессии, пола, места проживания, климатических условий, времени года. Примерно к середине XIX века данное учение было признано необоснованным, так как в результате повышения уровня жизни, социального прогресса, повышения уровня образования преступность не только не уменьшалась, но и напротив, росла все более быстрыми темпами.

Советскими учеными идеи социальных корней преступности приняты положительно. По мнению Е. Пашуканиса: «Зарубежные капиталистические криминологи признали зависимость борьбы с преступностью от медицины и педагогики, поэтому юристы с его «составами преступлений», кодексами, с его понятием «виновности», полной или частичной вменяемости, с покушениями и соучастиями, пособничеством, подстрекательством и т. д. не нужны» [17].

В продолжение указанной теории Ф. Грамматика и его соратниками был создан и зарегистрирован центр социальной защиты в 1945 году в Генуе, где разрабатывались меры борьбы с преступностью.

По мнению сторонников новой социальной защиты, на преступника необходимо воздействовать гуманно, что позволит его полностью перевоспитать. Применение в отношении преступника мер, относящихся к категории специальных, должно осуществляться только с правовой точки зрения. При этом применение данных мер предполагает только наличие самого преступника без совершения преступного деяния.

Концептуальное поддержание теории «преступник – больной человек, который совершает преступление под воздействием причин, затрагивающих его прирожденные наклонности», подразумевает, что использование медицинских препаратов и психологических методик является обязательным и предпочтительным направлением воздействия на предупреждение и профилактику преступного поведения.

Опыт некарательного воздействия на преступника в зарубежных странах вызвал бурные спорные процессы. Интересно, что в уголовном кодексе Швеции 1965 года в качестве нека-

рательного воздействия к осужденному (больному) предусматривалось лишение свободы на неопределенный срок до признания его выздоровевшим. Применение данного воздействия привело к тяжелым психологическим травмам у лиц, совершивших преступление, поэтому национальная уголовно-правовая доктрина этой страны вернулась на позиции неоклассического направления.

Рассмотренное концептуальное учение о некарательном воздействии на осужденного по своей природе предусматривает большое множество применения социальных мер воздействия на преступность со стороны органов государственной власти, но, вместе с тем, как указывал И. Анденес, данные власти теряются и не могут выбрать, какие меры применить [15].

Одновременно с теориями формирования преступности необходимо обратить внимание на пенитенциарную систему России. В конце 19 – начале 20 веков пенитенциарная система нашей страны характеризовалась повышенной смертностью осужденных и бесконтрольностью администрации. Как отмечалось П. П. Кропоткиным, социальный статус осужденного влиял на тип наказания, и как, следствие, на формирование субкультуры [18]. Первое крупное изучение криминальной субкультуры предпринято А. Н. Олейником [11] – по его мнению, существует мощное внедрение криминальной субкультуры в повседневную жизнь.

Одной из основных проблем существования пенитенциарных учреждений при реализации такого наказания, как лишение свободы, является поддержание порядка и соблюдение режимных требований в учреждениях. Данная проблема порождает зависимость осужденных от администрации и формирование латентных механизмов противодействия осужденных и сотрудников. Попытки нарушения режимных требований на территории пенитенциарного учреждения часто совершают как сотрудники, так и осужденные, при этом за счет постоянного общения между ними происходит сращивание социокультур и формирование факторов, способствующих совершению пенитенциарного преступления.

Изучая теории преступности, необходимо уделить внимание таким научным теориям, как теория стигматизации (теория клеймения) и теория дифференциальной ассоциации (теория субкультур), данные теории являются заключительными социальными концепциями при описании личности преступника.

Теория стигматизации, основателем которой являлся Г. Бекер, основывается на идее, что человек, даже при совершении преступления, не является преступником, а становится им под влиянием государства и общества, которые «вешают» на него осужденного «клеймо», «ярлык» преступника. Под воздействием этого человек становится изгоем, и благодаря обстоятельствам у осужденного происходит переоценка, и преступное поведение для него становится привычным.

Обязательно необходимо отметить, что последователи социологической теории уголовного права (уголовно-социологической доктрины) соглашались по ряду вопросов с представителями уголовно-антропологической теории уголовного права.

Первое: их мнения сходились в недостаточности одного абстрактно-юридического изучения факта совершения преступления и назначения наказания, они считали необходимым изучение личности преступника.

Второе: они считали, что в зависимости от тяжести совершенного преступления назначение наказания нужно осуществлять с учетом вины и базовых принципов уголовного права.

Третье: они признавали социальную опасность личности преступника, которая предполагает применение мер социальной защиты и предупреждения.

Вместе с тем уголовно-социологическое течение имело свою доктрину, которая принципиально отличалась от уголовно-антропологической. Так, в соответствии указанной доктриной, применение наказания, основанного на принципах классической школы уголовного права (вины, справедливости, гуманизма и т. д.), по мнению социологов, является малоэффективной мерой воздействия на преступника.

По убеждению сторонников рассматриваемого течения, осужденного преступника изолируют от общества, т. е. лишают свободы; а тогда, когда он с психологической точки зрения

не является опасным для общества, или его наказание закончилось, его отпускают домой. Однако очень часто психическое состояние данного осужденного говорит о том, что он готов снова совершить преступление.

В криминологической науке грань между переходом личности социально-правопослушного человека к личности преступника проходит в момент совершения преступления. Отмечается, что «личность преступника существует только в определенных законом временных рамках, с момента вынесения приговора суда до момента отбытия наказания и снятия или погашения судимости» [5]. Альтернативной точкой зрения указывается, что в противовес теории уголовно-исполнительного права, пенитенциарного преступника как личность необходимо рассматривать не только осужденного, но и фактически любое лицо, совершившее преступление на территории исправительного учреждения. Потому что на практике нередко именно наиболее опытные и опасные преступники оказываются избежавшими уголовной ответственности. «Отказ принимать во внимание данную категорию – это значит не увидеть существенного пласта криминальной мотивации» [10].

На первоначальном этапе изучения преступлений и преступности имели место обоснованные теории, объясняющие антисоциальное поведение человека, напрямую связанные с религией и вероисповеданием. Например, в странах, где основой вероисповедания являются такие религиозные учения, как индуизм, буддизм и брахманизм, соотносят духовную сущность субъекта и понятие «карма». Согласно учениям рассмотренных религией, «душа» человека подвержена реинкарнации, т. е. проходит перерождение через множество воплощений, причем деяния, совершаемые человеком в период его жизни под воздействием кармы, отражаются на формировании криминально направленной личности, окружение и статус во всех последующих жизнях. Тяга к совершению преступления и видению антисоциального образа жизни, по мнению проповедников, «обосновывается наследованием отрицательных личностных характеристик от предыдущих жизней, негативная карма предопределяет человека к виктимологии» [7].

«Личность преступника, как сформированная модель, характеризуется за счет взаимосвязанных социальных, психологических, нравственных портретов с преобладанием определенных черт характера» – указывал в своих работах В. Д. Малков [14]. Данное понятие по своей природе максимально полно охватывает совокупность лиц, не только совершивших преступления с умыслом, но и за совершение общественно опасных деяний по неосторожности.

В работе «О личности преступника и причинах преступности в СССР», по мнению А. Б. Сахарова, утверждалось, что к особенностям формирования личности преступника относят совокупность антисоциальных свойств, сформированных до совершения деяния и создающих предпосылки для его совершения, что дает основания для признания конкретного человека преступником только после конкретных действий». Также он утверждал, что понятие «личность преступника» вправе применять только к лицу, которое по закону признано субъектом преступления [20].

Проведенное изучение криминологических теорий о личности преступника позволяет сформировать группы по абстрактному и сущностному подходам к изучению и условно разделить по использованию термина личность преступника.

Первая группа условно является абстрактной, личность преступника рассматривалась как нечто условное юридическое понятие, при этом использование термина личность преступника является обязательным. Яркими представителями данной теории являются Ю. М. Антонян, С. М. Иншаков, Е. Б. Кургузкина [12].

Группа сущностного подхода рассматривает личность преступника как конкретного человека, совершившего преступление. Мнение представителей этого научного течения разделились. Одна группа исследователей считала, что для изучения причин, условий и механизма преступного поведения необходимо использование понятия «личность преступника», под которым понимается личность человека, виновного в совершении общественно опасного деяния, запрещенного законом под угрозой уголовной наказания» [24]. Яркими представителями являются: Г. А. Аванесов, В. Д. Малков, Г. М. Резник, Н. С. Лейкина.

Вторая группа ученых считает, что нет смысла в использовании понятия «личность преступника», и отрицают ее существование потому, что совершение преступления в достаточной мере характеризует термин «субъект преступления», антиобщественная ориентация, характеризующая личность преступника, нехарактерна для всех лиц, совершивших преступления, у преступника отсутствуют какие-либо специфические признаки, а формируются определенные социальные функции, необходимые для достижения преступных целей. Яркими представителями являются: И. И. Карпец; Ю. Д. Блувштейн; Я. И. Гилинский.

Особенности изучения личности пенитенциарного преступника, его мотивации поведения, направленного на совершение преступлений в период отбывания наказания, особо необходимо выделить криминальную социологию. Данное научное направление сформировалась в конце XX века, и, по мнению Ю. А. Алферова, включает в себя вопросы, описывающие общественные отношения при формировании личности в условиях отбывания наказания в виде лишения свободы.

В дальнейшем, исследуя юридические проблемы исполнения наказания, И. В. Шмаров акцентирует внимание на предмет данного исследования и разбирает эффективность использования средств и методов работы с преступником, независимо от вида воздействия.

Необходимо отметить, что И. В. Шмаров рассматривает в предмете социологического исследования только вопросы уголовно-исполнительного спектра действий, при этом совершенно не уделяя внимание криминологическим проблемам. В исследованиях совершенно не охвачены вопросы криминальной субкультуры осужденных, ее влияние на осужденных впервые отбывающих наказание.

Поэтому необходимо отметить, что криминологическая наука получила два новых научных течения: «пенитенциарная криминология» и «криминопенология». Одним из основателей данной научной школы является доктор юридических наук, профессор О. В. Старков. По мнению основоположника русской криминопенологии, к предмету исследуемых этой отраслью закономерностей относятся развитие пенальных преступлений и пенальное преступное поведение, особенности причин и условий их возникновений, а также вопросы их профилактики [22]. Местом совершения указанных преступлений являются пенитенциарные учреждения, в которых исполняется лишение свободы.

Принципиальных различий между отмеченными криминологическими теориями, обосновывающих различные аспекты пенитенциарной преступности, немного. Тем общим, что объединяет эти научные теории, является изучение преступлений, совершаемых осужденными, отбывающими наказание в виде лишения свободы, в меньшей степени изучение преступлений, совершаемых сотрудниками (персоналом) уголовно-исполнительной системы.

Обращает на себя внимание то, что эти теории весьма расширительно определяют общее понятие пенитенциарной преступности, включая в ее предмет и преступления сотрудником (персоналом) уголовно-исполнительной системы. Хотя при более пристальном внимании нетрудно заметить, что совершенные преступления сотрудников (персонала) могут относиться, например, к коррупционной или корыстной преступности.

Заключение

Пенитенциарная преступность, по нашему мнению, тесно связана с социальным положением осужденных, их криминальной направленностью и мотивацией, способствует ориентации субъектов совершаемых преступлений на криминальную субкультуру. В конечном итоге – признание криминальной иерархии и многих других аспектов.

Таким образом, анализ научных тенденций развития учения о преступности позволяет заключить, что центральным элементом любого вида преступности является личность преступника как носителя криминального поведения. Устоявшееся в криминологической науке мнение о преступности как совокупности преступлений, совершенных на определенной территории и за определенное время, имеет лишь оценочное значение и характеризует ее с социологических позиций.

Литература

1. Историческое описание о наказании преступников в Филадельфии / перевод с немецкого С. Венечанского. – Москва, 1799. – 111 с. – Текст : непосредственный.

2. Crime classification manual: A standard system for investigating and classifying violent crimes / Eds.: J. E. Douglas, A. W. Burgess, A. G. Burgess, R. K. Ressler. – 2nd ed. – San Francisco, CA : Jossey-Bass, 2006. – 355 p.

3. Gall, F. J. Sur les fonctions du cerveau. T.I. / F. J. Gall. – Paris : J. B. Baillière, 1825. – 475 p.

4. Алферов, Ю. А. Пенитенциарная социология : учебник для вузов МВД России : в 2частях / Ю. А. Алферов. – Домодедово : РИПК МВД РФ, 1995. – Ч. 1. – 185 с. – Текст : непосредственный.

5. Фильченко, А. П. Возникновение, смягчение и прекращение уголовной ответственности (проблемы отраслевого и межотраслевого согласования) : монография / А. П. Фильченко ; под редакцией А. В. Наумова. – Москва : Юрлитинформ, 2014. – 292 с. – Текст : непосредственный.

6. Гришаев, П. И. Советская криминология : курс лекций для студентов / П. И. Гришаев. – Москва, 1977. – 255 с. – Текст : непосредственный.

7. Долженко, Я. А. К вопросу исследования качеств жизнестойкой личности / Я. А. Долженко. – Текст : электронный // Молодой ученый. – 2011. –Т. 2, № 10. – С. 154–156. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-i-razvitie-nekotoryh-harakteristik-zhiznestoykoy-lichnosti-u-uchaschihsya-starshih-klassov/viewer (дата обращения: 01.05.2021).

8. Дриль, Д. А. Преступность и преступники : уголовно.-психологические этюды) / Д. А. Дриль. – 2-е издание. – Санкт-Петербург : Я. Канторович, 1899. – 295 с. – Текст : непосредственный.

9. Дриль, Д. А. Учение о преступности и мерах борьбы с ней / Д. А. Дриль. – Санкт-Петербург, 1912. – 769 с. – Текст : непосредственный.

10. Жмуров, Д. В. Криминальная мотивация / Д. В. Жмуров. – Текст : непосредственный // Baikal Research Journal. – 2018. — Т. 9, № 1. – С. 17.

11. Кропоткин, П. П. В русских и французских тюрьмах / П. П. Кропоткин. – Санкт-Петербург : Знание, 1906. – 69 с. – Текст : непосредственный.

12. Антонян, Ю. М. Личность преступника / Ю. М. Антонян, В. Н. Кудрявцев, В. Е. Эминов. – Санкт-Петербург : Юридический центр Пресс, 2004. – 366 с. – Текст : непосредственный.

13. Ломброзо, Ч. Преступление. Новейшие успехи науки о преступнике. Анархисты / Ч. Ломброзо. – Издание 3-е, переработанное и дополненное. – Москва : ИНФРА-М, 2014. – 313 с. – Текст : непосредственный.

14. Малков, В. Д. Криминология: учебник для вузов / В. Д. Малков, С. И. Курганов. – Москва : Юстицинформ, 2011. – 421 с. – Текст : непосредственный.

15. Анденес, И. Наказание и предупреждение преступлений : перевод с английского / И. Анденес ; под редакцией Б. С. Никифорова. – Москва : Прогресс, 1979. – 251 с. – Текст : непосредственный.

16. Ной, И. С. Методологические проблемы советской криминологии / И. С. Ной. – Москва, 1975. – 222 с. – Текст : непосредственный.

17. Пашуканис, Е. Общая теория права и марксизм. Опыт критики основных юридических понятий / Е. Пашуканис. – Москва : Социальная академия, 1924. – 160 с. – Текст : непосредственный.

18. Познышев, С. В. Криминальная психология. Преступные типы / С. В. Познышев. – Ленинград : Государственное издательство, 1926. – 256 с. – Текст : непосредственный.

19. Кристи, Н. Пределы наказания / Н. Кристи. – Москва : Прогресс, 1985. – 176 с. – Текст : непосредственный.

20. Сахаров, А. Б. О личности преступника и причинах преступности в СССР / А. Б. Сахаров. – Москва : Госюриздат, 1961. – 279 с. – Текст : непосредственный.

21. Свирин, Ю. В. Биологический (генетический) фактор как одно из условий преступного поведения / Ю. В. Свирин. – Текст : непосредственный // Российская юстиция. – 2014. – № 12. – С. 122–125.

22. Орлов, В. Н. Понятие, предмет, методы и система криминопенологии / В. Н. Орлов // Труды юридического факультета Северо-Кавказского государственного технического университета : сборник научных трудов. – Ставрополь : Издательство СевКавГТУ, 2004. – Вып. 6. – С. 149–167.

23. Ферри, Э. Уголовная социология / Э. Ферри. – Москва : Инфра-М, 2005. – 657 с. – Текст : непосредственный.

24. Устинов, В. Некоторые итоги развития отечественной криминологии в XX веке / В. Устинов. – Текст : непосредственный // Уголовное право. – 2001. – № 1. – С. 74–76.

25. Гернет, М. Н. История царской тюрьмы : в 5 томах / М. Н. Гернет. – Москва : Государственное издательство юридической литературы, 1961. – Т. 2. – 582 с. – Текст : непосредственный.

26. Отчет Медицинского департамента Министерства Внутренних дел. – Текст : электронный // Государственная публичная историческая библиотека России. – URL: http://elib.shpl.ru/ru/nodes/56830 (дата обращения: 15.08.2021).

НАШИ АВТОРЫ

Асеев Андрей Юрьевич

Бакалавр Сибирского юридического университета

E-mail: a.andrei1999@yandex.ru

Andrey. Yu. Aseev

Bachelor, Siberian Law University

E-mail: a.andrei1999@yandex.ru

Батболд Галбадрах

Кандидат юридических наук

Начальник кафедры Исполнения судебных актов Университета внутренних дел Монголии

Тел.: + (976) 991-788-94

E-mail: batbold.galbadrakh@yandex.ru

Galbadrakh Batbold

Candidate of Law Sciences

Chief for the Department of Court Decision Execution, University of Internal Affairs of Mongolia

Phone + (976) 991-788-94

E-mail: batbold.galbadrakh@yandex.ru

Бондарь Альберт Янович

Преподаватель кафедры физической подготовки Восточно-Сибирского института МВД России

Тел.: +7 (3952) 41-01-70

E-mail: alik260410@yahoo.com

Albert Ya. Bondar

Teacher of the Department of Physical Training, East Siberian Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia

Phone +7 (3952) 41-01-70

E-mail: alik260410@yahoo.com

Валеева Алина Равилевна

Ассистент кафедры материаловедения, сварки и производственной безопасности Казанского национального исследовательского технического университета им. А. Н. Туполева – КАИ

Тел.: +7 (843) 231-97-60

E-mail: alina.valeevaa@yandex.ru

Alina R. Valeeva

Assistant for the Department of Materials Science, Welding and Industrial Safety, Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev – KAI

Phone +7 (843) 231-97-60

E-mail: alina.valeevaa@yandex.ru

Годовников Евгений Александрович

Кандидат физико-математических наук

Доцент Института цифровой экономики Югорского государственного университета

Тел.: +7 (3467) 377-000 (доб. 379)

E-mail: judchin@rambler.ru

Evgeniy A. Godovnikov

Candidate of Physical and Mathematical Sciences

Associate Professor for the Institute of Digital Economy, Yugra State University

Phone +7 (3467) 377-000 (доб. 379)

E-mail: judchin@rambler.ru

Готлиб Елена Михайловна

Доктор технических наук

Профессор кафедры
Технологий синтетического каучука
Казанского национального исследовательского технологического университета

E-mail: egotlib@yandex.ru

Elena M. Gotlib

Doctor of Technical Sciences

Professor for the Department of Synthetic Rubber Technology, Kazan National Research Technological University

E-mail: egotlib@yandex.ru

Денисов Никита Витальевич

Студент Института цифровой экономики
Югорского государственного университета

E-mail: denisoov07@gmail.com

Nikita V. Denisov

Student for the Institute of Digital Economy,
Yugra State University

E-mail: denisoov07@gmail.com

Долгова Алина Викторовна

Студент кафедры материаловедения, сварки и производственной безопасности Казанского национального исследовательского технического университета им. А. Н. Туполева – КАИ

E-mail: alinkadolgova@icloud.com

Alina V. Dolgova

Student for the Department of Materials Science, Welding and Industrial Safety, Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev – KAI

E-mail: alinkadolgova@icloud.com

Долматов Алексей Викторович

Кандидат технических наук

Доцент кафедры цифровых технологий
Института цифровой экономики
Югорского государственного университета

E-mail: adolmatov@bk.ru

Alexey V. Dolmatov

Candidate of Technical Sciences

Associate Professor for the Department of Digital Technologies, Institute of Digital Economy,
Yugra State University

E-mail: adolmatov@bk.ru

Карпович Олег Геннадьевич

Доктор юридических наук, доктор политических наук

Профессор кафедры Международного права
Дипломатической академии МИД России

E-mail: iskran@yahoo.com

Oleg G. Karpovich

Doctor of Law, Doctor of Political Science

Professor for the Department of International Law, Diplomatic Academy of the Ministry of Foreign Affairs of Russia

E-mail: iskran@yahoo.com

Коротков Михаил Геннадьевич

Кандидат физико-математических наук

Доцент Института цифровой экономики
Югорского государственного университета

Тел.: +7 (3467) 377-000 (доб. 378)

E-mail: mkorotkov@rambler.ru

Mikhail G. Korotkov

Candidate of Physical and Mathematical Sciences

Associate professor for Institute of Digital Economy,
Yugra State University

Phone +7 (3467) 377-000 (доб. 378)

E-mail: mkorotkov@rambler.ru

Куркина Мария Викторовна

Кандидат физико-математических наук

Доцент Института цифровой экономики Югорского государственного университета

E-mail: mavi@inbox.ru

Maria V. Kurkina

Candidate of Mathematical and Technical Sciences

Associate Professor, Institute of Digital Economy, Yugra State University

E-mail: mavi@inbox.ru

Лука Виктор Витальевич

Студент Института цифровой экономики Югорского государственного университета

E-mail: luka.viktor.00@mail.ru

Viktor V. Luka

Student for the Institute of Digital Economy, Yugra State University

E-mail: luka.viktor.00@mail.ru

Парунов Данил Алексеевич

Магистрант Института цифровой экономики Югорского государственного университета

E-mail: dc.gerz.hd@gmail.com

Danil A. Parunov

Master Student for the Institute of Digital Economy, Yugra State University

E-mail: dc.gerz.hd@gmail.com

Петров Алексей Аверьянович

Кандидат физико-математических наук

Доцент Института цифровой экономики Югорского государственного университета.

Тел.: +7 (3467) 377-000 (доб. 367)

E-mail: a_petrov@ ugrasu.ru

Aleksey A. Petrov

Candidate of Physical and Mathematical Sciences

Associate Professor for the Institute of Digital Economy, Yugra State University

Phone +7 (3467) 377-000 (ext. 367)

E-mail: a_petrov@ ugrasu.ru

Петухова Ольга Анатольевна

Кандидат физико-математических наук

Доцент Института цифровой экономики Югорского государственного университета

Тел.: +7 (3467) 377-000 (доб. 370)

E-mail: oa_petuhova@mail.ru

Olga A. Petuhova

Candidate of Physical and Mathematical Sciences

Associate Professor for the Institute of Digital Economy, Yugra State University

Phone +7 (3467) 377-000 (ext. 370)

E-mail: oa_petuhova@mail.ru

Пронькина Татьяна Васильевна

Кандидат физико-математических наук

Доцент Института цифровой экономики Югорского государственного университета

Тел.: +7 (912) 902-64-01

E-mail: t_pronkina@ugrasu.ru

Tatiana V. Pronkina

Candidate of Physical and Mathematical Sciences

Associate Professor for the Institute of Digital Economy, Yugra State University

Phone +7 (912) 902-64-01

E-mail: t_pronkina@ugrasu.ru

Сафонов Егор Иванович

Кандидат физико-математических наук

Доцент Института цифровой экономики Югорского государственного университета

Тел.: +7 (3467) 377-000 (доб. 375)

E-mail: dc.gerz.hd@gmail.com

Egor I. Safonov

Candidate of Physical and Mathematical Siences

Associate Professor for the Institute of Digital Economy, Yugra State University

Phone +7 (3467) 377-000 (ext. 375)

E-mail: dc.gerz.hd@gmail.com

Синягин Александр Дмитриевич

Магистрант Института цифровой экономики Югорского государственного университета

E-mail: dc.gerz.hd@gmail.com

Alexander D. Sinyagin

Master Student for the Institute of Digital Economy, Yugra State University

E-mail: dc.gerz.hd@gmail.com

Снитовский Юрий Павлович

Кандидат технических наук

Доцент кафедры микро- и наноэлектроники Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники

Тел.: + (375) 17-334-82-55

E-mail: yu.snitovsky@tut.by

Yury P. Snitovsky

Candidate of Technical Sciences

Associate Professor for the Department of Micro- and Nanoelectronics, Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics

Phone + (375) 17-334-82-55

E-mail: yu.snitovsky@tut.by

Соколков Олег Игоревич

Магистрант Института цифровой экономики Югорского государственного университета

E-mail: dc.gerz.hd@gmail.com

Oleg I. Sokolkov

Master Student for the Institute of Digital Economy, Yugra State University

E-mail: dc.gerz.hd@gmail.com

Твердов Илья Дмитриевич

Инженер 1 категории, младший научный сотрудник Аналитического исследовательского центра, Комплексная лаборатория «НаноАналитика»

E-mail: idtverdov@gmail.com

Ilya D. Tverdov

Engineer of the 1st category, Junior Researcher for the Analytical Research Center, Complex Laboratory "NanoAnalytics"

E-mail: idtverdov@gmail.com

Теохаров Александр Константинович

Кандидат юридических наук

Доцент кафедры криминологии и профилактики преступлений Омской академии Министерства внутренних дел Российской Федерации

Тел.: +7 (3812) 75-11-13

E-mail: teo_oma@mail.ru

Alexander K. Teokharov

Candidate of Law Sciences

Professor for the Criminology and Crime Prevention, Omsk Academy of the Ministry of Internal Affairs of Russia

Phone +7 (3812) 75-11-13

E-mail: teo_oma@mail.ru

Трунцевский Юрий Владимирович

Доктор юридических наук

Профессор кафедры уголовного права и уголовного процесса Юридического института Югорского государственного университета; Ведущий научный сотрудник отдела методологии противодействия коррупции Института законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации (г. Москва)

E-mail: trunzev@yandex.ru

Yuriy V. Tryncevski

Doctor of Law Sciences

Professor for the Department of Criminal Law and Criminal Procedure, Law Institute, Yugra State University;
Leading Researcher, Anti-Corruption Methodology Department, Institute of Legislation and Comparative Law under the Government of the Russian Federation (Moscow)

E-mail: trunzev@yandex.ru

Усманов Руслан Талгатович

Старший преподаватель Института цифровой экономики Югорского государственного университета

Тел.: +7 (3467) 377-000 (доб. 380)

E-mail: r_usmanov@ugrasu.ru

Ruslan T. Usmanov

Senior Lecturer for the Institute of Digital Economy, Yugra State University

Phone +7 (3467) 377-000 (ext. 380)

E-mail: r_usmanov@ugrasu.ru

Хохрин Сергей Александрович

Кандидат юридических наук

Доцент кафедры уголовного права и уголовного процесса Юридического института Югорского государственного университета

E-mail: hohrinsa@yandex.ru

Sergey A. Khokhrin

Candidate of Law Sciences

Associate Professor for the Department of Criminal Law and Criminal Procedure, Law Institute, Yugra State University

E-mail: hohrinsa@yandex.ru

Чекмезова Елена Ивановна

Кандидат юридических наук

Доцент кафедры уголовного права и криминологии Сибирского юридического университета

E-mail: e555@list.ru

Elena. I. Chekmezova

Candidate of Law Sciences

Associate Professor for the Department of the Criminal Law and Criminology, Siberian Law University

E-mail: e555@list.ru

Шергин Сергей Николаевич

Старший преподаватель Института цифровой экономики Югорского государственного университета

Тел.: +7 (3467) 377-000 (доб. 445)

E-mail: ssn@ugrasu.ru

Sergey N. Shergin

Senior Lecturer of the Institute of Digital Economy, Yugra State University

Phone +7 (3467) 377-000 (ext. 445)

E-mail: ssn@ugrasu.ru

Шицелов Анатолий Вячеславович

Преподаватель Института цифровой экономики Югорского государственного университета

Тел.: +7 (3467) 377-000 (доб. 374)

E-mail: anatoliy.shitselov@gmail.com

Anatoliy V. Shitselov

Lecturer for the Institute of Digital Economy, Yugra State University

Phone +7 (3467) 377-000 (ext. 374)

E-mail: anatoliy.shitselov @gmail.com

Ямалеева Екатерина Сергеевна

Кандидат технических наук

Доцент кафедры медицинской инженерии Казанского национального исследовательского технологического университета

E-mail: curls888@yandex.ru

Ekaterina S. Yamaleeva

Candidate of Technical Sciences

Associate Professor for the Department of Medical Engineering, Kazan National Research Technological University

E-mail: curls888@yandex.ru

Научное издание

ВЕСТНИК ЮГОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Выпуск 4 (63)/2021

Цена свободная

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 ПИ № ФС 77-73606 от 31 августа 2018 г.

Дата выхода в свет 23.12.2021

Формат 60x84 1/8. Гарнитура Times New Roman.
Усл. печ. л. 18. Тираж 1000 экз. Заказ № 266.

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

Отпечатано в секторе редакционно-издательской работы
Научной библиотеки ФГБОУ ВО ЮГУ:
628012, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра,
г. Ханты-Мансийск, ул. Чехова, 16

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