Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Рубцовский индустриальный институт (филиал)
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ: ПРОБЛЕМЫ, СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции

22-23 ноября 2024 г.

Рубцовск 2024

УДК 62
С 56

Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы: Материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции 22-23 ноября 2024 г. / Под ред. к.ф.-м.н., Л.А. Поповой / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2024. – 315 с.

В сборник материалов научно-практической конференции «Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы», проходившей в Рубцовском индустриальном институте 22-23 ноября 2024 года, вошли статьи ученых, аспирантов и студентов вузов России, посвященные различным направлениям естественных, гуманитарных и технических наук. Конференция проводилась в рамках Десятилетия науки и технологий (2022-2031 гг.), объявленного Президентом Российской Федерации В.В. Путиным.

В материалах конференции представлены результаты поисковых, инновационных, инженерных работ в области строительства, компьютерных технологий, энергетики, транспортных систем, технологических процессов, оборудования, экономики и педагогики. Могут быть интересны широкому кругу читателей: студентам, аспирантам, преподавателям высших учебных заведений, среднеспециальных учреждений.

Стилистика текстов сохранена в авторской редакции.

Точка зрения редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов.

ISBN 978-5-7568-1487-3

Научные редакторы:

Попова Л.А. – канд. физ.-мат. наук, председатель секции «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Гриценко В.В. – канд. техн. наук, доцент, председатель секции «Прогрессивные технологические процессы и оборудование»

Курсов И.В. – канд. техн. наук, доцент, председатель секции «Наземные транспортные системы»

Михайленко О.А. – канд. техн. наук, председатель секции «Строительные конструкции, материалы, технологии, машины и механизмы»

Гончаров С.А. – канд. техн. наук, доцент, председатель секции «Энергосбережение и повышение энегроэффективности»

Чернецкая Н.А. – канд. техн. наук, доцент, председатедь секции «Проблемы экологической безопасности»

Углинская В.В. – канд. экон. наук, доцент, председатель секции «Экономика и управление в машиностроительном производстве»

Павлов А.Ю. – канд. филос. наук, доцент, председатель секции «Образование. Педагогика. Гуманитарные науки»

ISBN 978-5-7568-1487-3

© Рубцовский индустриальный институт, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Батенков К. А.
Нормирование выходного джиттера для генераторов сетевых элементов, регенераторов и сетевых интерфейсов 6
Ефременкова О.В., Кулешова И.И.
Нестандартные методы преобразования иррациональных выражений 11
Кириллова Г.А., Михалев Д.И.
Использование математического моделирования для решения задач оптимизации режимов резания при токарной обработке 17
Красноборов М.И., Рогович Е.А., Малышкин Н.О.
Сравнительный анализ современных сред для разработки приложения «Автоматизированная система обработки заявок на техническую поддержку пользователей локальной сети на примере ООО «Элемент трейд»» 24
Никитенко Е.В., Кононов Е.И.
Разработка автоматизированной системы для обмена данными управляющей компании с ГИС ЖКХ 32
Никитенко Е.В., Ниязов В.В.
Разработка сайта для агентства недвижимости 43
Никитенко Е.В., Раздобарин А.А.
Разработка автоматизированной системы учета результатов ОГЭ и ЕГЭ 51
Попова Л.А., Карих О.Н.
Анализ графических библиотек для языка программирования C# 55
Шевченко А.С., Исмагулов С.Е., Долматова М.А.
Транслятор альтернативной знаковой системы в MOODLE GIFT: Рационализация процесса импорта тестов 62
Шевченко А.С., Питателев М.В.
Создание устройста для управления адресной светодиодной лентой на базе Ардуино (NANO) 68

Секция 2. Прогрессивные технологические процессы и оборудование

Алексеев Н.С., Иванов С.В.
Экономическая оценка шлифовальных кругов из разных абразивных материалов 74
Зайцева О.В., Гриценко В.В., Чернецкая Н.А.
Исследование возможностей совершенствования процесса изготовления гусеничных машин в ООО «Алтайтрансмаш-сервис» 81
Зобнев В.В., Гриценко В.В., Чернецкая Н.А.
Модернизация участка плазменной резки в цехе машиностроительного завода 94
Кононов А.А.
Исследование и разработка высокованадиевых, износостойких наплавочных материалов для штампов горячего деформирования 106
Соколов И.В., Зернин С.А., Красноборов М.И.
Организация удаленного мониторинга охранно-пожарных систем 117
Шипунов К.А., Щербаков Н.П.
Прогрессивная технология формообразования реборды шнеков 125

Секция 3. Наземные транспортные системы

Курсов И.В., Маршалов Э.С., Демидов А.С.
Малогабаритные сочлененные гусеничные транспортеры 130
Пермяков Д.В.
Анализ необходимости применения беспилотного транспорта в малом городе 134

Секция 4. Строительные конструкции, материалы, технологии, машины и механизмы

Арзамазов Н.О., Бахтина И.А., Корнеев А.Н.
Изоляция трубопровода 141
Бахтинов А.И., Бахтина И.А., Корнеев А.Н.
Анализ способов повышения эффективности охлаждения оборотной воды 145
Бережнова В.А., Бахтина И.А., Гейко Н.В.
Организация информационного моделирования системы вентиляции 149
Вяткина М.Ю., Бахтина И.А., Лопатина М.Л.
Выполнение деталировки наружных сетей водоснабжения в NanoCAD Геоника при создании информационной модели 154
Денисенко А.А., Артемова К.А.
Взаимное влияние технологий мобильного и стационарного домостроения друг на друга 160
Драгалин Д.С., Бахтина И.А., Лопатина М.Л.
Моделирование внутреннего газопровода 165
Киселев Е.М., Бахтина И.А., Гейко Н.В.
Виды вентиляционных приточных установок 170
Коробка В.А., Бахтина И.А., Корнеев А.Н.
Моделирование систем водоснабжения зданий 174
Маняк С.Н., Бахтина И.А., Иванова Т.Ю., Корнеев А.Н.
Проектирование работ по капитальному ремонту системы водоснабжения 177
Михайленко О.А.
Моделирование работы деревянной балки при использовании стержневых, пластинчатых и объемных конечных элементов 183
Перепечин В.А., Постный Е.В.
Современные физические методы неразрушающего контроля строительных конструкций 192
Польковский М.А., Бахтина И.А., Гейко Н.В.
Виды рекуператоров для систем вентиляции 198
Ращепкин Д.Д., Бахтина И.А., Корнеев А.Н.
Основные виды труб в системах канализации 203
Сиянов А.И., Митрофанов А.Ю., Ярошевич Д.К.
Связь востребованных идей и разработок в области строительства зданий и сооружений 207
Сиянов А.И., Ярошевич Д.К.
Моделирование и расчет стальных балок в ANSYS 213

Секция 5. Энергосбережение и повышение энергоэффективности

Аликин Д.А., Красноборов М.И.
Ветряные мельницы в современном мире 218

Балашов О.П.
Применение сетевых решений для повышения надежности электроснабжения городских потребителей низкого напряжения невысокой этажности 222
Великжанин В.Д., Киряков К.С., Красноборов М.И.
Использование частотных преобразователей в промышленности 228
Зверев С.А., Красноборов М.И.
Автоматизация блочно-модульных котельных 233
Псарев К.О., Пермяков Д.В., Красноборов М.И.
Современные технологии хранения электроэнергии на основе суперконденсаторов 240
Татарникова А.Н.
Обоснование эффективности применения напряжения 20 кв в воздушных электрических сетях 245

Секция 6. Проблемы экологической безопасности

Нисина О.Е., Леднева А.И., Иванова Д.С.
Применение глинисто-солевых шламов калийных предприятий в качестве мелиоранта 251
Чернецкая М.К., Чернецкая Н.А.
Экологически благоприятная и комфортная среда в проекте интерьера учебного помещения научно-образовательного центра «Глобал-математик» 255

Секция 7. Экономика и управление в машиностроительном производстве

Асканова О.В.
Отечественное машиностроение: производственные показатели и производственные возможности 265
Колдашов Е.А., Красноборов М.И.
Современные проблемы мировой экономики 276

Секция 8. Образование. Педагогика. Гуманитарные науки

Зенцова И.М., Мамаев А.А.
Применение компьютерного моделирования гармонических колебаний для формирования общепрофессиональных компетенций студентов при изучении физики в техническом вузе 283
Казанцева Ю.В.
Активизация употребления профессиональной лексики на занятиях по немецкому языку 292
Корниенко А.Н., Орлов А.В.
Патриотическое воспитание студентов вуза на занятиях по иностранному языку 298
Сиянов А.И., Панихин Р.В.
Охрана объектов культурного наследия. Тенденции и проблемы 304
Шевченко А.С., Долматова М.А., Исмагулов С.Е.
Геймификация в образовании: применение робототехнического мира для мотивации и обучения детей 309

СЕКЦИЯ 1. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ

Председатель секции: канд. физ.-мат. наук, и.о. заведующего кафедрой «Прикладная математика» Попова Людмила Анатольевна

УДК 621.3.052

НОРМИРОВАНИЕ ВЫХОДНОГО ДЖИТТЕРА ДЛЯ ГЕНЕРАТОРОВ СЕТЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, РЕГЕНЕРАТОРОВ И СЕТЕВЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ

К. А. Батенков

Московский технический университет связи и информатики

Аннотация. Выходной джиттер для генераторов сетевых элементов нормируется относительно скорости. При этом все значения фильтров для интерфейсов STM-N согласованы с параметрами фильтров, указанными в рекомендации ITU-T G.825, за исключением высокочастотных фильтров, используемых для североамериканской иерархии варианта 2, приведенных в рекомендации ITU-T G.783. Ограничения на выходной джиттер сетевых интерфейсов PDH европейской иерархии также применяются для всех условий эксплуатации, независимо от количества оборудования, предшествующего сетевому интерфейсу.

Ключевые слова: джиттер, фазовые флуктуации, измерения, синхронизация, нормы.

NORMALIZATION OF OUTPUT JITTER FOR GENERATORS OF NETWORK ELEMENTS, REGENERATORS AND NETWORK INTERFACES

K. A. Batenkov

Moscow Technical University of Communications and Informatics

Annotation. The output jitter for generators of network elements is normalized relative to the speed. At the same time, all filter values for STM-N interfaces are consistent with the filter parameters specified in ITU-T recommendation G.825, with the exception of the high-frequency filters used for the North American hierarchy of option 2, given in ITU-T recommendation G.783. Restrictions on the output jitter of PDH network interfaces of the European hierarchy They are also used for all operating conditions, regardless of the number of equipment preceding the network interface.

Keywords: jitter, phase fluctuations, measurements, synchronization, norms.

Выходной джиттер для генераторов сетевых элементов SEC нормируется относительно скорости [1]. Все значения фильтров для интерфейсов STM-N согласованы с параметрами фильтров, указанными в рекомендации ITU-T G.825 [2, 3], за исключением высокочастотных фильтров, используемых для североамериканской иерархии варианта 2, приведенных в рекомендации ITU-T G.783 [4]. Параметры измерительных фильтров аналогичны используемым для вторичных задающих генераторов (табл. 1, 2).

Таблица 1

Нормы параметров выходного джиттера генераторов сетевых элементов SEC европейской иерархии (вариант 1 – G.813)

скорость v_0	длительность единичного интервала UI T_0, нс	диапазон широко-полосного джиттера	широко-полосный джиттер m'_x, UI_{pp}	диапазон высоко-частотного джиттера	высоко-частотный джиттер m'_x, UI_{pp}
2,048	488	20 Гц – 100 кГц	0,05		
STM-1	6,43	0,5 кГц – 1,3 МГц	0,5	65 кГц – 1,3 МГц	0,1
STM-4	1,61	1 кГц – 5 МГц	0,5	250 кГц – 5 МГц	0,1
STM-16	0,4	5 кГц – 20 МГц	0,5	1 МГц – 20 МГц	0,1
STM-64	0,1	20 кГц – 80 МГц	0,5	4 МГц – 80 МГц	0,1

Таблица 2

Нормы параметров выходного джиттера генераторов сетевых элементов SEC североамериканской иерархии (вариант 2 – G.813)

скорость v_0	длительность единичного интервала UI T_0, нс	диапазон широко-полосного джиттера	широко-полосный джиттер m'_x, UI_{pp}	диапазон высоко-частотного джиттера	Высоко-частотный джиттер m'_x, UI_{pp}
STM-1	6,43	12 кГц – 1,3 МГц	0,1		
STM-4	1,61	12 кГц – 5 МГц	0,1		
STM-16	0,4	12 кГц – 20 МГц	0,1		
STM-64	0,1	20 кГц – 80 МГц	0,3	4 МГц – 80 МГц	0,1

Выходной джиттер для регенераторов SDH также нормируется относительно скорости [4] (табл. 3). Нормы параметров выходного джиттера регенераторов SDH североамериканской иерархии (вариант 2) соответствуют нормам вторичных задающих генераторов (табл. 2).

Таблица 3

Нормы параметров выходного джиттера регенераторов SDH европейской иерархии (вариант 1 – G.783)

скорость v_0	длительность единичного интервала UI T_0, нс	диапазон широко-полосного джиттера	широко-полосный джиттер m'_x, UI_{pp}	диапазон высоко-частотного джиттера	высоко-частотный джиттер m'_x, UI_{pp}
STM-1 (электр.)	6,43			65 кГц – 1,3 МГц	0,075
STM-1	6,43	0,5 кГц – 1,3 МГц	0,3	65 кГц – 1,3 МГц	0,1
STM-4	1,61	1 кГц – 5 МГц	0,3	250 кГц – 5 МГц	0,1
STM-16	0,4	5 кГц – 20 МГц	0,3	1 МГц – 20 МГц	0,1
STM-64	0,1	20 кГц – 80 МГц	0,3	4 МГц – 80 МГц	0,1
STM-256	0,025			16 МГц – 320 МГц	0,1

Выходной джиттер для оборудования PDH также нормируется относительно скорости [5, 6, 7] (табл. 4).

Таблица 4

Нормы параметров выходного джиттера оборудования PDH

Рекомендация	скорость v_0, Мбит/с	длительность единичного интервала T_0, нс	диапазон джиттера	джиттер m'_x, UI_{pp}
G.735	2,048	488	20 Гц – 100 кГц	0,05
	0,064	15 625	20 Гц – 10 кГц	0,025
	0,384	2 604	20 Гц – 100 кГц	0,1
G.742	8,448	118	20 Гц – 400 кГц	0,05
G.751	34,368	29,1	100 Гц – 800 кГц	0,05
	139,264	7,18	200 Гц – 3,5 МГц	0,05

Предельные значения джиттера являются максимально допустимыми на сетевых интерфейсах секций транспортных блоков оптического канала OUT и оптическими каналами после деления на параллельные цифровые потоки каналов оптических транспортных линий (OTL – Optical channel Transport Lane) оптической транспортной сети OTN (табл. 5) [8, 9]. Одним из примеров подобного интерфейса является вход 3R-регенератора (приемник) или выход 3R-регенератора (источник).

Таблица 5

Нормы параметров выходного джиттера сетевых интерфейсов секций транспортных блоков оптического канала OTU и оптических транспортных линий OTL (G.8251)

интерфейс	длительность единичного интервала T_0, пс	диапазон широко-полосного джиттера	широко-полосный джиттер m'_x, UI_{pp}	диапазон высоко-частотного джиттера	высоко-частотный джиттер m'_x, UI_{pp}
OTU1	375,1	5 кГц – 20 МГц	1,5	1 МГц – 20 МГц	0,15
OTU2	93,38	20 кГц – 80 МГц	1,5	4 МГц – 80 МГц	0,15
OTU3	23,25	20 кГц – 320 МГц	6	16 МГц – 320 МГц	0,18
OTL3.4	92,98	20 кГц – 80 МГц	6		
OTL4.4	35,77	50 кГц – 200 МГц	6		

Ограничения на выходной джиттер сетевых интерфейсов (NNI – network-network interface) SDH применяются для всех условий эксплуатации, независимо от количества оборудования, предшествующего сетевому интерфейсу [2]. Данные ограничения соответствуют минимальным допускам на джиттер, поддерживаемыми всеми входными портами оборудования (табл. 6).

Таблица 6

Нормы параметров выходного джиттера сетевых интерфейсов SDH (G.825)

скорость v_0	длительность единичного интервала UI T_0, нс	диапазон широко-полосного джиттера	широко-полосный джиттер m'_x, UI_{pp}	диапазон высоко-частотного джиттера	высоко-частотный джиттер m'_x, UI_{pp}
STM-1 (электр.)	6,43	0,5 кГц – 1,3 МГц	1,5	65 кГц – 1,3 МГц	0,075
STM-1	6,43	0,5 кГц – 1,3 МГц	1,5	65 кГц – 1,3 МГц	0,15
STM-4	1,61	1 кГц – 5 МГц	1,5	250 кГц – 5 МГц	0,15
STM-16	0,4	5 кГц – 20 МГц	1,5	1 МГц – 20 МГц	0,15
STM-64	0,1	20 кГц – 80 МГц	1,5	4 МГц – 80 МГц	0,15

Ограничения на выходной джиттер сетевых интерфейсов PDH европейской иерархии также применяются для всех условий эксплуатации, независимо от количества оборудования, предшествующего сетевому интерфейсу (табл. 7) [10]. Аналогично существуют нормы выходного джиттера и для интерфейсов PDH североамериканской иерархии (табл. 8) [11].

Таблица 7

Нормы параметров выходного джиттера сетевых интерфейсов PDH европейской иерархии (G.823)

скорость v_0, Мбит/с	длительность единичного интервала UI T_0, нс	диапазон широко-полосного джиттера	широко-полосный джиттер m'_x, UI_{pp}	диапазон высоко-частотного джиттера	высоко-частотный джиттер m'_x, UI_{pp}
0,064	15 625	20 Гц – 20 кГц	0,25	3 кГц – 20 кГц	0,05
2,048	488	20 Гц – 100 кГц	1,5	18 кГц – 100 кГц	0,2
8,448	118	20 Гц – 400 кГц	1,5	3 кГц – 400 кГц	0,2
34,368	29,1	100 Гц – 800 кГц	1,5	10 кГц – 800 кГц	0,15
139,264	7,18	200 Гц – 3,5 МГц	1,5	10 кГц – 3,5 МГц	0,075

Таблица 8

Нормы параметров выходного джиттера сетевых интерфейсов PDH североамериканской иерархии (G.824)

скорость v_0, Мбит/с	длительность единичного интервала UI T_0, нс	диапазон широко-полосного джиттера	широко-полосный джиттер m'_x, UI_{pp}	диапазон высоко-частотного джиттера	высоко-частотный джиттер m'_x, UI_{pp}
1,544	647	10 Гц – 40 кГц	5	8 Гц – 40 кГц	0,1
6,312	158	10 Гц – 60 кГц	5	3 Гц – 60 кГц	0,1
32,064	31,1	10 Гц – 400 кГц	5	8 Гц – 400 кГц	0,1
44,736	22,3	10 Гц – 400 кГц	5	30 Гц – 400 кГц	0,1
97,728	10,2	10 Гц – 1 МГц	5	240 Гц – 1 МГц	0,1

Список литературы

1. Rec. G.813. Timing characteristics of SDH equipment slave clocks (SEC). – 2003–03. – Geneva : ITU-T, 2003. – 36 p.
2. Rec. G.825. The control of jitter and wander within digital networks which are based on the synchronous digital hierarchy (SDH). – 2000–03. – Geneva : ITU-T, 2000. – 22 p.
3. Батенков К.А. Моделирование и синтез линейных дискретных отображений непрерывных каналов связи // Труды СПИИРАН. 2015. № 42 (5). С. 112-139.
4. Rec. G.783. Characteristics of synchronous digital hierarchy (SDH) equipment functional blocks. – 2006–03. – Geneva : ITU-T, 2006. – 288 p.
5. Rec. G.735. Characteristics of primary PCM multiplex equipment operating at 2048 kbit/s and offering synchronous digital access at 384 kbit/s and/or 64 kbit/s. – 1993. – Geneva : ITU-T, 1993. – 11 p.
6. Rec. G.742. Second order digital multiplex equipment operating at 8448 kbit/s and using positive justification. – 1993. – Geneva : ITU-T, 1993. – 8 p.
7. Rec. G.751. Digital multiplex equipment operating at the third order bit rate of 34368 kbit/s and the fourth order bit rate of 139264 kbit/s and using positive justification. – 1993. – Geneva : ITU-T, 1993. – 15 p.
8. Rec. G.8251. The control of jitter and wander within the optical transport network (OTN). – 2018–11. – Geneva : ITU-T, 2018. – 124 p.
9. Батенков К. А. Вероятность связности телекоммуникационной сети на основе приведения нескольких событий несвязности к объединению независимых событий. Информационно-управляющие системы. 2021;6(115):53-63. https://doi.org/10.31799/1684-8853-2021-6-53-63.
10. Rec. G.823. The control of jitter and wander within digital networks which are based on the 2048 kbit/s hierarchy. – 2000–03. – Geneva : ITU-T, 2000. – 50 p.
11. Rec. G.824. The control of jitter and wander within digital networks which are based on the 1544 kbit/s hierarchy. – 2000–03. – Geneva : ITU-T, 2000. – 27 p.

УДК 372.851

НЕСТАНДАРТНЫЕ МЕТОДЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ИРРАЦИОНАЛЬНЫХ ВЫРАЖЕНИЙ

О.В. Ефременкова, И.И. Кулешова

Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им.И.И. Ползунова»

Аннотация. Рассмотрены нестандартные способы преобразований иррациональных выражений, содержащих сумму или разность двух чисел: рационального и иррационального, представлено применение этих способов при решении иррациональных уравнений и неравенств. Системный подход позволяет создать единую логику изложения материала, и дает возможность формировать у студентов умение строить относительно логичные и последовательные частные суждения.

Ключевые слова: арифметический корень, иррациональное выражение, иррациональное уравнение, иррациональное неравенство

NON-STANDARD METHODS OF TRANSFORMATION OF IRRATIONAL EXPRESSIONS

O.V. Efremenkova, I.I. Kuleshova
Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the Altai State Technical University named after I.I. Polzunov

Abstract. Non-standard methods of transformation of irrational expressions containing the sum or difference of two numbers: rational and irrational are considered, the application of these methods in solving irrational equations and inequalities is presented. A systematic approach allows you to create a unified logic of presentation of the material, and makes it possible for students to form the ability to build relatively logical and consistent private judgments.

Keywords: arithmetic root, irrational expression, irrational equation, irrational inequali*ty*

Введение

При работе с иррациональными числами наибольшие затруднения возникают в случае, когда необходимо извлечь корень из суммы или разности двух чисел: чаще одного рационального, а другого – иррационального. В методической литературе [1], как правило, предлагаются примеры вида $\sqrt{a \pm \sqrt{b}}$, содержащие перед $\sqrt{b}$ четный множитель.

Такие выражения выделением под корнем трех слагаемых и сворачиванием их в формулу полного квадрата суммы (или разности, в зависимости от знака внутри корня) позволяют извлечь корень из полученного квадрата. Применение формул сокращенного умножения оправдано в тех случаях, когда иррациональное слагаемое содержит четный множитель, содержащий удвоенное произведение двух чисел a и b. Тогда добавление к этому произведению суммы квадратов чисел a и b делает очевидным возможность извлечения из-под корня модуля подкоренного выражения. В случае квадрата разности, выделенного под корнем, следует обратить внимание на знак подмодульного выражения [2]. Для этого можно возвести уменьшаемое и вычитаемое в квадрат, сравнить эти квадраты и раскрыть модуль с положительным знаком.

Методика расчёта и результаты

На практике зачастую удобно использование более простых очевидных формул:

$\sqrt{a+b+2\sqrt{ab}} = \left|\sqrt{a}+\sqrt{b}\right| = \sqrt{a}+\sqrt{b}$, где $a \geq 0,\ b \geq 0$;

$\sqrt{a+b-2\sqrt{ab}} = \left|\sqrt{a}-\sqrt{b}\right| = \sqrt{a}-\sqrt{b}$, где $a \geq\ b \geq 0$.

Рассмотрим применение этих формул на примерах.

Пример 1. Извлечь корень из двучлена $\sqrt{9-4\sqrt{5}}$.

Составим систему уравнений для вычисления a и b:

$$\begin{cases} a^2+b^2=9, \\ 2ab=4\sqrt{5}, \end{cases} \quad \begin{cases} a^2+b^2=9, \\ ab=2\sqrt{5}. \end{cases}$$

Решая эту систему, получаем две пары чисел, ей удовлетворяющих:

$$\begin{cases} a_1 = 2, \\ b_1 = \sqrt{5}, \end{cases} \begin{cases} a_2 = 1, \\ b_2 = 2\sqrt{5}. \end{cases}$$

Тогда при $a_1 = 2,\ b_1 = \sqrt{5}$ получим $a^2 + b^2 = 4 + 5 = 9$, что соответствует условию. Подстановка же второго корня противоречит условию.

Можно решить это уравнение иначе, «увидеть», что $4\sqrt{5}$ содержит удвоенное произведение чисел a и b, можно представить $2 \cdot 2 \cdot \sqrt{5}$, либо $2 \cdot 1 \cdot 2\sqrt{5}$. Подстановка в исходный двучлен подтверждает, что первая комбинация единственно возможная.

$$\sqrt{9 - 4\sqrt{5}} = \sqrt{5 + 4 - 4\sqrt{5}} = \sqrt{\sqrt{5^2} + 2^2 - 2 \cdot 2 \cdot \sqrt{5}} = \left|\sqrt{5} - 2\right|$$

Знак подмодульного выражения будет положительным в случае $\sqrt{5} - 2$, поскольку $\sqrt{5} - 2 < 0$.

Извлечение корня из двучлена вида $a \pm \sqrt{b}$ можно упростить далеко не во всех случаях. Одним из критериев проверки такой возможности является случай, когда двучлен $a^2 - b$ представляет собой полный квадрат. Тогда формула упрощения имеет вид:

$$\sqrt{a \pm \sqrt{b}} = \sqrt{\frac{a + \sqrt{a^2 - b}}{2}} \pm \sqrt{\frac{a - \sqrt{a^2 - b}}{2}}. \qquad (1)$$

Верность этой формулы несложно установить, возведя обе ее части в квадрат. Применение этой формулы значительно рационализирует извлечение квадратного корня из двучлена, поможет увидеть в каких случаях двучлен не может быть упрощен.

Пример 2. Извлечь корень из двучлена $\sqrt{4 - \sqrt{7}}$.

Здесь $a = 4,\ b = 7$. Непосредственное применение указанного выше критерия: $a^2 - b = 16 - 7 = 9 = 3^2$, следовательно, квадратный корень из двучлена может быть упрощен по формуле (1):

$$\sqrt{4 - \sqrt{7}} = \sqrt{\frac{4+3}{2}} - \sqrt{\frac{4-3}{2}} = \sqrt{\frac{7}{2}} - \sqrt{\frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{14}}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2}.$$

Причем раскрытие модуля происходит автоматически с учетом знака подкоренного выражения.

Пример 3. Извлечь корень из двучлена $\sqrt{124 - 32\sqrt{15}}$.

Большие значения как рациональной части двучлена $a = 124$, так и коэффициента при b, затрудняют возможность увидеть те три слагаемые, которые образуют полный квадрат разности. Использование же критерия значительно облегчит эту задачу.

$$a^2 - b = 124^2 - 32^2 \cdot \sqrt{15^2} = 15376 - 15360 = 16 = 4^2,$$

значит квадратный корень из двучлена может быть упрощен:

$$\sqrt{124 - 32\sqrt{15}} = \sqrt{\frac{124+4}{2}} - \sqrt{\frac{124-4}{2}} = \sqrt{\frac{128}{2}} - \sqrt{\frac{120}{2}} = \sqrt{64} - \sqrt{60} = 8 - 2\sqrt{15}.$$

В некоторых двучленах, содержащих сумму или разность квадратных корней, потребуется предварительно вынести общий корень, и тогда выражение

в скобках $(a^2 - b)$ будет являться полным квадратом, и упрощение станет возможным.

Пример 4. Извлечь корень из двучлена $\sqrt{4\sqrt{2} + 2\sqrt{6}}$.

В двучлене $a = 4\sqrt{2},\ b = 24$, так как множитель, стоящий перед $\sqrt{b}$ внесен под знак радикала для понимания значения b. Непосредственное применение указанного выше критерия:

$a^2 - b = 4^2 \cdot \sqrt{2^2} - 24 = 32 - 24 = 8$, показывает, что $(a^2 - b)$ не является полным квадратом. Тем не менее, вынесение в исходном двучлене $\sqrt{2}$ позволяет использовать критерий.

$\sqrt{4\sqrt{2} + 2\sqrt{6}} = \sqrt{\sqrt{2}(4 + 2\sqrt{3})} = \sqrt{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{4 + \sqrt{12}}$, тогда во втором радикале $a = 4,\ b = 12;\ a^2 - b = 4^2 - 12 = 4 = 2^2$ – полный квадрат.

Применяем формулу (1) упрощения двучлена:

$$\sqrt{4\sqrt{2} + 2\sqrt{6}} = \sqrt{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{4 + \sqrt{12}} = \sqrt[4]{2} \cdot \sqrt{4 + \sqrt{12}} = \sqrt[4]{2} \cdot \left(\sqrt{\frac{4+2}{2}} - \sqrt{\frac{4-2}{2}}\right) =$$

$$= \sqrt[4]{2} \cdot \left(\sqrt{\frac{6}{2}} - \sqrt{\frac{2}{2}}\right) = \sqrt[4]{2} \cdot \left(\sqrt{3} + 1\right) = \sqrt[4]{18} + \sqrt[4]{2}.$$

Пример 4. Вычислить $\sqrt{17 + 6\sqrt{4 - \sqrt{9 + 4\sqrt{2}}}}$.

Преобразования начнем с выражения $\sqrt{9 + 4\sqrt{2}}$.

Поскольку $a^2 - b = 81 - 32 = 49 = 7^2$ – полный квадрат, то

$$\sqrt{9 + 4\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{9+7}{2}} + \sqrt{\frac{9-7}{2}} = \sqrt{\frac{16}{2}} + \sqrt{\frac{2}{2}} = \sqrt{8} + 1.$$

Вычислим $4 - \sqrt{9 + 4\sqrt{2}}$ с учетом полученного результата:

$$4 - \sqrt{9 + 4\sqrt{2}} = 4 - \left(\sqrt{8} + 1\right) = 3 - 2\sqrt{2}.$$

В свою очередь, $\sqrt{3 - 2\sqrt{2}}$ тоже подлежит упрощению, так как $a^2 - b = 9 - 8 = 1$ – полный квадрат, следовательно,

$$\sqrt{3 - 2\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{3+1}{2}} - \sqrt{\frac{3-1}{2}} = \sqrt{\frac{4}{2}} - \sqrt{\frac{2}{2}} = \sqrt{2} - 1.$$

Тогда $\sqrt{17 + 6\sqrt{4 - \sqrt{9 + 4\sqrt{2}}}} = \sqrt{17 + 6\left(\sqrt{2} - 1\right)} = \sqrt{17 - 6 + 6\sqrt{2}} = \sqrt{11 + 6\sqrt{2}}$. Так как $a^2 - b = 11^2 - 36 \cdot 2 = 49 = 7^2$, то

$$\sqrt{11 + 6\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{11+7}{2}} + \sqrt{\frac{11-7}{2}} = \sqrt{\frac{18}{2}} + \sqrt{\frac{4}{2}} = \sqrt{2} + 3.$$

Умение упрощать двучлен вида $a \pm \sqrt{b}$ помогает как при решении иррациональных уравнений, так и неравенств. Причем, в этих случаях полезно использование формулы $\sqrt{a^2} = |a|$.

Пример 5. Решить уравнение $\sqrt{x+3-4\sqrt{x-1}}+\sqrt{x+8+6\sqrt{x-1}}=1$.

В первом слагаемом уравнения $a=x+3,\ b=16(x-1)$.

Тогда $a^2-\ b=(x+3)^2-16(x-1)=(x-5)^2$ – полный квадрат. Преобразуем первое слагаемое уравнения:

$$\sqrt{x+3-4\sqrt{x-1}}=\sqrt{\frac{x+3+(x-5)}{2}}+\sqrt{\frac{x+3-(x-5)}{2}}=\sqrt{\frac{2x-2}{2}}-\sqrt{\frac{8}{2}}=\sqrt{x-1}-2.$$

Для второго слагаемого левой части уравнения:

$a^2-\ b=(x+8)^2-(36x-36)=(x-10)^2$.

Следовательно, $\sqrt{x+8-6\sqrt{x-1}}=\sqrt{\frac{x+8+(x-10)}{2}}+\sqrt{\frac{x+8-(x-10)}{2}}=\sqrt{\frac{2x-2}{2}}-$

$-\sqrt{\frac{18}{2}}=\sqrt{x-1}-3$.

Тогда исходное уравнение примет вид: $\left|\sqrt{x-1}-2\right|+\left|\sqrt{x-1}-3\right|=1$.

Заменим $t=\sqrt{x-1}>0$. Тогда числовая прямая точками $t=2,\ t=3$ разобьется на три интервала, в которых знаки подмодульных выражений различны. Последовательно рассмотрев их на трех интервалах, получим, что условию удовлетворяет интервал $t\in[2,3]$. Сделав обратную замену $\sqrt{x-1}=2,\ x=5$ и $\sqrt{x-1}=3,\ x=10$, что для уравнения ответом является целый интервал $x\in[5,10]$. Это довольно необычно, поскольку, как правило, корней уравнение имеет столько, каков его порядок. В данном случае, на всем интервале $[5,10]$ радикалы раскрываются с разными знаками, и их сумма равна нулю во всех точках интервала, вне зависимости от конкретного значения $x\in[5,10]$.

Применение критерия (1) для преобразований подкоренных выражений позволяет значительно упростить решение, на первый взгляд, довольно сложного иррационального неравенства. Проблема решения иррациональных неравенств сопряжена с невозможностью проверки результата, поэтому все преобразования к рациональным выражениям должны быть равносильными.

Пример 6. Решить неравенство $\sqrt{x-1+\sqrt{2x-3}}+\sqrt{x+3+3\sqrt{2x-3}}\geq$ $\geq 6\sqrt{2}$.

В первом слагаемом неравенства $a=x-1,\ b=2x-3$.

Тогда $a^2-\ b=(x-1)^2-(2x-3)=(x-2)^2$ – полный квадрат.

Преобразуем первое слагаемое неравенства:

$$\sqrt{x-1+\sqrt{2x-3}}=\sqrt{\frac{x-1+(x-2)}{2}}+\sqrt{\frac{x-1-(x-2)}{2}}=\sqrt{\frac{2x-3}{2}}+\sqrt{\frac{1}{2}}=$$

$$=\sqrt{\frac{1}{2}}\left(\sqrt{2x-3}+1\right).$$

Аналогично,

$$\sqrt{x+3+3\sqrt{2x-3}}=\sqrt{\frac{x+3+(x-6)}{2}}+\sqrt{\frac{x+3-(x-6)}{2}}=\sqrt{\frac{2x-3}{2}}+\sqrt{\frac{9}{2}}=$$

$= \sqrt{\frac{1}{2}}\left(\sqrt{2x-3}+3\right)$, так как $a^2 - b = (x+3)^2 - (18x-27) = (x-6)^2$.

Выделив полные квадраты в подкоренных выражениях, преобразуем исходное неравенство к виду $\sqrt{\frac{1}{2}}\left(\sqrt{\left(\sqrt{2x-3}+1\right)^2} + \sqrt{\left(\sqrt{2x-3}+3\right)^2}\right) \geq 6\sqrt{2}$.

Извлечем из-под квадратных корней полные квадраты:

$\sqrt{\frac{1}{2}}\left(\left|\left(\sqrt{2x-3}+1\right)\right| + \left|\left(\sqrt{2x-3}+3\right)\right|\right) \geq 6\sqrt{2}$.

Освободившись от модулей и домножив на $\sqrt{2}$ обе части, получим неравенство, равносильное исходному: $\left(\sqrt{2x-3}+1\right) + \left(\sqrt{2x-3}+3\right) \geq 12$.

Раскроем скобки и приведем подобные: $2\sqrt{2x-3}+4 \geq 12,\ x \geq 9{,}5$.

Мы не рассматриваем изменение знаков подмодульных выражений на интервалах $(-\infty,\ -3]$, $[-3,-1]$, $[-1,+\infty)$, поскольку арифметический корень $\sqrt{2x-3} \geq 0$ (заведомо неотрицателен) и определен на интервале $\left[\frac{3}{2},+\infty\right)$. С учетом области допустимых значений окончательно получаем x $\in \left[\frac{19}{2},+\infty\right)$.

Заключение

Сложность восприятия иррациональных чисел и выражений обусловлена не только принятой абстрактной символикой для их обозначений, но и отсутствием заданий, нацеленных на усвоение понятия определения самого иррационального числа. Знания носят, как правило, преимущественно формальный характер и действия с иррациональными числами сводятся к основным алгебраическим операциям над ними.

Список литературы

1. Абдуллина, К. Р. Математика : учебник для СПО / К. Р. Абдуллина, Р. Г. Мухаметдинова. — 2-е изд. — Саратов : Профобразование, 2024. — 288 с. — ISBN 978-5-4488-2219-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/142587.html

2. Математика : учебное пособие / М. М. Чернецов, Н. Б. Карбачинская, Е. С. Лебедева, Е. Е. Харитонова ; под редакцией М. М. Чернецова. — 3-е изд. — Москва : Российский государственный университет правосудия, 2022. — 336 с. — ISBN 978-5-93916-959-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/122921.html

УДК 372.851

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКЕ

Г.А. Кириллова, Д.И. Михалев

Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Аннотация. В данной статье рассматривается использование метода математического моделирования для решения задач оптимизации режимов резания при токарной обработке. Рассматриваются основные принципы симплекс-метода, а также его реализация методом линейного программирования.

Ключевые слова: математическая модель, симплекс-метод, параметрическая оптимизация, токарная обработка.

USING MATHEMATICAL MODELING TO SOLVING PROBLEMS OF OPTIMIZATION OF CUTTING MODES IN TURNING

G.A. Kirillova, D.I. Mikhalev

Rubtsovsk Industrial Institute (branch) of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Altai State Technical University named after I.I. Polzunov»

Annotation. This article discusses a method for automating the solution of problems of optimizing cutting modes during turning by developing and solving a mathematical model. The basic principles of the simplex method are considered, as well as its implementation by the linear programming method.

Keywords: mathematical model, simplex method, parametric optimization, turning.

Введение

В современных условиях развития промышленности требуются повышение эффективности и оптимизация производственных процессов. Одним из важных аспектов повышения эффективности является оптимизация режимов резания при токарной обработке, которая может значительно повлиять на производительность, качество обработки и долговечность инструмента.

Наличие нескольких вариантов технологического процесса приводит к задаче выбора наилучшего варианта. Таковым является вариант технологического процесса, обеспечивающий реализацию всех требований чертежа детали в определенных условиях производства и наилучшие результаты по выходным показателям. Значение учета многовариантности в автоматизированном проектировании неуклонно возрастает, поскольку использование компьютеров значительно снижает влияние таких факторов, как интуиция и опыт технолога. Компьютер способен осуществлять анализ гораздо большего числа вариантов и показателей технологического процесса. Благодаря этим возможностям компьютеров оптимизационный подход становится ключевым направлением для улучшения методов автоматизированного проектирования. Исходя из описанных факторов, предметом данного исследования является использование математического моделирования для

решения задач оптимизации режимов резания при токарной обработке с целью повышения производительности и качества обработки.

Актуальность работы заключается в ее потенциале для повышения эффективности и точности оптимизации режимов резания при токарной обработке. Автоматизируя определение оптимальных режимов резания, программа упрощает процесс, экономя время и снижая риск человеческой ошибки.

Методика исследования

Оптимальным считается технологический процесс, если он, с одной стороны, удовлетворяет системе ограничений, которые определяют условия его реализации и предъявляемые к нему требования, а с другой стороны, достигает экстремума (максимума или минимума) критерия оптимальности. Методы: Был проведен всесторонний поиск по академическим базам данных. В различных комбинациях использовались следующие ключевые слова: оптимизация режимов резания, математическая модель, автоматизация, оптимальные значения, симплекс-метод, САПР, параметрическая оптимизация, токарная обработка.

На практике используются две стратегии улучшения процессов: фиксированная (статическая) и адаптивная оптимизация (динамическая). Фиксированный подход к оптимизации базируется на анализе процесса резания через стабильные модели, где рассматриваются постоянные условия обработки. Ключевым недостатком такого метода является пренебрежение динамикой самого процесса: характеристики могут изменяться как случайным образом (например, непостоянство твердости материала в партии), так и по определённым закономерностям со временем (износ инструмента).

В частности:

– твердость обрабатываемых деталей может значительно варьироваться даже внутри одной партии;
– инструмент подвергается постепенному износу или внезапным изменениям, как в случае сломанного твёрдосплавного лезвия.

Из этого следует ограниченная эффективность фиксированной оптимизации: она не способна адекватно решать все технологические проблемы. В отличие от неё, динамическая оптимизация включает непрерывное изучение процесса резания с использованием модели, которая учитывает как случайные колебания параметров (например, изменение твердости), так и их закономерную эволюцию со временем. Это позволяет более гибко реагировать на изменения условий обработки и достигать оптимальных результатов в реальных условиях производства.

Различным аспектам решения проблемы оптимизации процесса обработки посвящены работы ведущих отечественных ученых: Л. А. Брахмана, Б. С. Балакшина, В. Ф. Безъязычного, В. Ф. Боброва, С. А. Васина, А. Л. Гиль-мана, С. Ф. Глебова, Г. К. Горанского, В. Л. Заковоротного, Ю. Г. Кабалдина, А. М. Корытина, Г. Г. Иноземцева, Т. Н. Лоладзе, А. Д. Макарова, В. И. Новожилова,

Н. И Пасько, В. Н. Подураева, С. С. Силина, Ю. М. Соломенцева, В. К. Старкова, Н. В. Талантова, Ф. Я. Якубова и многих других, заложивших основы фундаментальных исследований в данной области.

Автоматизация статистических расчетов: В нескольких исследованиях были предложены алгоритмы и программные решения для автоматизации расчета статистических показателей. Например, предлагается использовать табличный процессор Exel или более сложные программные решения.

Будущие исследования должны быть сосредоточены на совершенствовании существующих методов, разработке новых подходов к обобщению и визуализации данных, а также решении таких проблем, как масштабируемость, интеграция данных и обработка сложных структур данных.

Рассмотренная литература свидетельствует о растущем интересе к автоматизации расчета оптимальных режимов резания. Эти автоматизированные подходы значительно повышают эффективность, уменьшают количество ошибок и позволяют более эффективно извлекать информацию из данных. Интеграция методов визуализации данных и изучение подходов к машинному обучению обещают дальнейшие успехи в этой области. Однако необходимы дополнительные исследования для решения таких проблем, как масштабируемость, качество данных и адаптируемость к различным областям.

Постановка задачи линейного программирования

1. Общая задача линейного программирования имеет вид:

$$X = \left(x_1, x_{2,\dots,} x_n\right)^{\tau} \epsilon R^n$$

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mn} \end{pmatrix} = (A_1, \dots, A_n)$$

$$z = f(x) = cx = \langle c, x \rangle = \sum_{j=1}^{n} c_j x_j \to extr$$

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \le b_j, i = 1 \dots r_1 \\ \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \ge b_j, i = 1 + r_1 \dots r_2 \\ \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j = b_j, i = 1 + r_2 \dots m \end{cases}$$

2. Каноническая форма задачи линейного программирования:

$$z = \langle c, x \rangle \to extr,$$

$$AX = b,$$

$$X \ge 0, b \ge 0.$$

Все задачи линейного программирования сводятся к канонической форме. Алгоритм перехода от произвольной задачи к канонической форме:

1) В неравенствах с отрицательными b_i избавляемся от минуса, т.е. умножаем на (-1).

2) Если неравенство вида меньше либо равно (≤), то к левой части добавляем s_i и получаем равенство.

3) Если неравенство вида (≥), то из левой части вычитаем s_i, и получаем равенство.

4) Делаем замену переменных:

– если $x_i \leq 0$, то $x_i' = -x_i \geq 0$,

– если x_i – любой, то $x_i = x_i' - x_i''$, где $x_i', x_i'' \geq 0$.

Будем нумеровать s_i $(s_i > 0)$ по номеру неравенства, в которое мы его добавили.

1. Угловые точки. Базисные, свободные переменные. Базисные решения.

Точка $X \in D$ называется угловой точкой, если представление $X = \alpha X^1 + (1-\alpha)X^2$, где $X^1,\ X^2 \in D; 0 < \alpha < 1$ возможно только при $X^1 = X^2$.

Иными словами, невозможно найти две точки в области, интервал проходящий через которые содержит X (т.е. X – не внутренняя точка).

Графический метод решения задач линейного программирования показывает, что оптимальное решение связано с вершиной многогранника. Это является ключевым моментом при формулировке симплекс-метода.

Рассмотрим систему из m уравнений с n переменными (где m < n). Аргументы можно разделить на два класса: (n-m) переменных можно установить равными нулю, в то время как оставшиеся m переменных будут найдены в результате решения рассматриваемой системы уравнений. Если такое решение единственное, переменные, принимающие ненулевые значения, называют базисными, а нулевые переменные – свободными (или небазисными). Результирующие значения переменных при этом составляют базисное решение.

Симплекс-метод позволяет находить оптимальное решение, избегая необходимости перебора всех возможных вершин (рис. 1). Основная идея метода заключается в том, что вычисления начинаются с некоторого начального базисного решения, после чего производится поиск более оптимальных решений, улучшая значение целевой функции. Это возможно, когда увеличение какой-либо переменной ведет к улучшению значения функционала.

Базис:	x_1	x_2	...	x_n	
x_n	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}	b_1
x_{n-1}	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}	b_2
...	...	...	...	...	...
x_{n-2}	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mn}	b_m
Z	c_1	c_2	...	c_n	0

Рис. 1 – Симплекс-таблица

Для использования симплекс-метода необходимо, чтобы задача была в канонической форме и имела явно определенный базис. Базисный вектор имеет размерность (m*1), где m – количество ограничений. Обычно для упрощения вычислений применяются симплекс-таблицы.

В первой строке таблицы перечислены все переменные. Номера базисных переменных находятся в первом столбце, а в последней ячейке указана буква Z, которая обозначает строку, представляющую целевую функцию. В центральной области таблицы записаны коэффициенты ограничивающей матрицы — aij. Последний столбец отображает вектор правых частей системы уравнений. В крайней правой ячейке показывается значение целевой функции, которое в начале итерации равно 0.

Базис состоит из переменных, для которых коэффициенты в ограничивающей матрице образуют базисные векторы. Когда исходные условия представлены неравенствами типа ≤, при преобразовании задачи в каноническую форму добавленные переменные обеспечивают начальное базисное решение. Коэффициенты, расположенные в строке целевой функции, имеют отрицательную величину.

Алгоритм симплекс-метода:

1) Определяем переменную, которая будет включена в базис. Это делается на основе анализа строки целевой функции:

– для задачи минимума – выбираем максимальный положительный элемент в последней строке;

– для задачи максимума – выбираем минимальный отрицательный элемент.

Такой выбор позволяет ускорить процесс: при минимизации уменьшаем значение функционала, при максимизации увеличиваем. Колонка симплекс-таблицы, соответствующая выбранному коэффициенту, называется ведущей.

2) Находим переменную, подлежащую исключению из базиса. Для этого делим вектор свободных членов на элементы ведущей колонки. Выбираем строку с наименьшим положительным значением частного. Это определяет ведущую строку.

3) Определяем ведущий элемент, который находится на пересечении ведущей строки и колонки.

4) В первой колонке заменяем исключаемую переменную на новую.

5) Вычисляем новое базисное решение, преобразуя таблицу методом Жордана-Гаусса.

6) Повторяем шаги, пока не будет выполнен критерий оптимальности.

Интерпретация результатов работы симплекс-метода

1) Условия оптимальности

Оптимальность найденного решения определяется следующими критериями:

– для задач, ориентированных на максимизацию, в строке, отвечающей за целевую функцию, не должно быть отрицательных коэффициентов (это означает, что любое изменение переменных не приведет к

росту значения целевой функции);

– для задач, нацеленных на минимизацию, в той же строке не должно быть положительных коэффициентов (что указывает на то, что изменения переменных не приведут к уменьшению значения целевой функции).

2) Неограниченность функции

Важно также отметить, что целевая функция может не достигать максимума или минимума в заданной области. Алгебраически это формулируется так:

При выборе ведущей строки (исключаемой переменной) результаты деления вектора правых частей на ведущий столбец содержат только нули и отрицательные числа. Это означает, что, вне зависимости от увеличения новой базисной переменной, мы не найдем новую вершину, следовательно, функция не имеет ограничений в пределах допустимых решений.

3) Альтернативные решения

При поиске оптимального решения возможно также наличие альтернативных вариантов (другая угловая точка с тем же значением целевой функции). Когда оптимальное решение достигнуто, коэффициенты при свободных переменных в строке целевой функции становятся равными нулю. Это означает, что увеличение значений этих переменных не влияет на значение целевой функции, сохраняя его неизменным. В результате любое новое базисное решение при таких изменениях также будет оптимальным.

Описание применения программного продукта

Программа создана для повышения точности расчётов и сокращения времени, затрачиваемого на определение оптимальных режимов резания при токарной обработке.

После запуска программы пользователю предлагается пошагово ввести исходные данные (рис. 2). Каждое новое поле для ввода становится доступным после заполнения предыдущего. Всего необходимо ввести 39 параметров, которые включают как стандартные характеристики материалов и оборудования, так и специфические данные, влияющие на процесс резания. Такой подход позволяет учитывать даже сложные и взаимосвязанные условия реального производства.

На основе введенных данных программа автоматически формирует целевую функцию и десять ограничений, которые совместно создают математическую модель процесса резания. Для решения этой модели используется симплекс-метод. Программа вычисляет оптимальные значения параметров, таких как частота вращения шпинделя и подача, которые обеспечивают достижение поставленных целей, например, минимизацию времени обработки или максимизацию производительности.

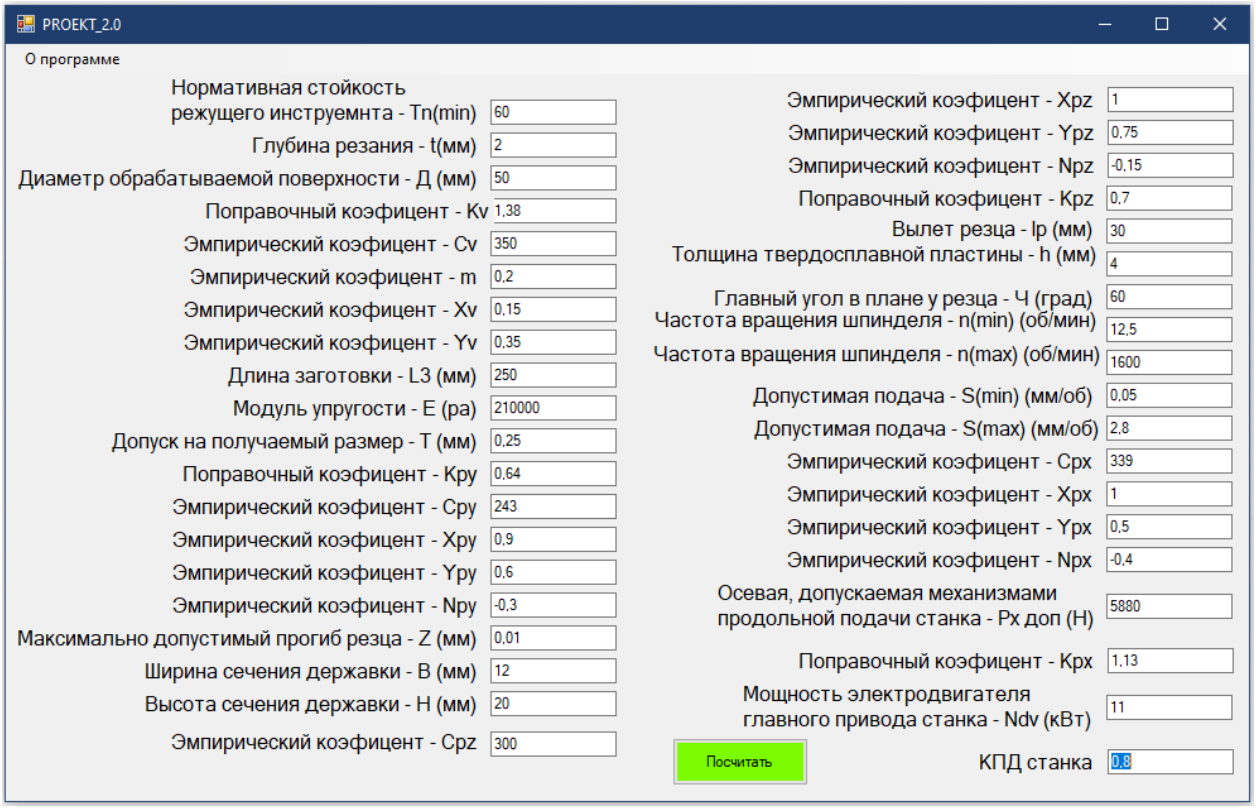


Рис. 2

Далее при нажатии на кнопку «Посчитать» производятся расчёты, и формулируется вывод (рис. 3).

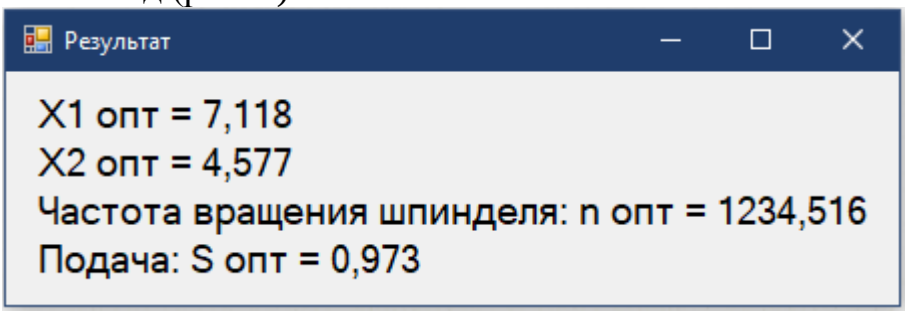


Рис. 3

Результаты расчетов выводятся в удобной и наглядной форме. Пользователь видит оптимальные параметры процесса, представленные в числовом и текстовом виде, что позволяет легко интерпретировать полученные данные и быстро внедрить их в производственный процесс.

Заключение

В ходе данной работы была разработана программа для расчета оптимальных режимов резания при токарной обработке. Программа учитывает широкий спектр параметров, влияющих на процесс обработки, и использует математические методы для получения оптимальных значений скорости резания и подачи.

Были решены следующие задачи:

– разработана математическая модель процесса резания;
– определены оптимальные режимы для продольного чернового наружного точения заготовки типа “вал”;
– разработан интерфейс программы.

Разработанное приложение позволит:

– сократить время, затрачиваемое на выполнение расчёта оптимальных режимов точения;
– повысить точность вычисленных значений;
– сократить количество человеческих ошибок при вычислениях.

Список литературы

1. Алексеев Н.С. Оптимизация на ЭВМ режимов резания при токарной обработке: Методические указания к практической работе по курсу “САПР технологических процессов” для студентов специальности 120100 всех форм обучения // Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск: РИО, 2000. – 19 с.

2. Подробный разбор симплекс-метода // Хабр. [Электронный ресурс] – URL: https://habr.com/ru/articles/474286/ (дата обращения: 01.10.2024)

УДК 621.923.9

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СРЕД ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРИЛОЖЕНИЯ «АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ЗАЯВОК НА ТЕХНИЧЕСКУЮ ПОДДЕРЖКУ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ НА ПРИМЕРЕ ООО «ЭЛЕМЕНТ ТРЕЙД»»

М.И. Красноборов, Е.А. Рогович, Н.О. Малышкин

Лысьвенский филиал ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Аннотация. В настоящее время применение информационных технологий является неотъемлемой частью работы большинства компаний. При этом обеспечение бесперебойной работы сетевой инфраструктуры и компьютерного оборудования является критически важным для бизнеса. Одним из ключевых инструментов обеспечения бесперебойной работы является система технической поддержки пользователей, которая позволяет быстро реагировать на проблемы, возникающие при работе.

Ключевые слова: программирование, платформа, среда программирования, язык программирования, актуальность, важность, поддержка, предприятию, локальная сеть

COMPARATIVE ANALYSIS OF MODERN ENVIRONMENTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE APPLICATION "AUTOMATED SYSTEM FOR PROCESSING APPLICATIONS FOR TECHNICAL SUPPORT OF LOCAL NETWORK USERS ON THE EXAMPLE OF ELEMENT TRADE LLC"

M.I. Krasnoborov, E.A. Rogovich, N.O. Malyshkin

Lysva branch of the Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education «Perm National Research Polytechnic University»

Annotation. Currently, the use of information technology is an integral part of the work of

most companies. At the same time, ensuring the smooth operation of the network infrastructure and computer equipment is critically important for business. One of the key tools for ensuring uninterrupted operation is the technical support system for users, which allows you to quickly respond to problems that arise during operation.

Keywords: programming, platform, programming environment, programming language, relevance, importance, support, enterprise, local network

Введение

Информационные технологии изменили нашу реальность, предоставив новые возможностив разных сферах жизни. Мы живем в эпоху, когда доступ к большому количеству информации возможен по одному клику. Это не только облегчило повседневную жизнь человека, но и открыло новые горизонты для образования, медицины, торговли, бизнеса и т.п. Для того, чтобы пользователь мог получить доступ к информации, услугам, товарам, развлечениям необходимо программное обеспечение, через которое будет осуществляться взаимодействие. Такое программное обеспечение называется приложением (программой). Но время от времени, у пользователей возникают проблемы с приложением. Решать данные вопросы призвана техническая поддержка, принимающая обращения пользователей. Для более эффективной работы технической поддержки и автоматизации некоторых процессов обработки заявлений создаются специализированные приложения.

Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что автоматизированные системы позволяют значительно упростить процесс приема заявок от пользователей, распределить нагрузку среди сотрудников отдела технической поддержки, а также получать аналитику. Таким образом, упрощается организация рабочих процессов на предприятии, достигается более эффективное взаимодействие сотрудников отдела техподдержки и конечных пользователей.

Любой рядовой пользователь смартфона, компьютера, так или иначе, сталкивался с приложением (программой), которое позволяло решить набор конкретных задач, заданных пользователем. С каждым днем количество новых приложений увеличивается, обеспечивая людей всё лучшим пользовательским опытом. Хотя, взаимодействуя с приложением, мы видим только визуальную составляющую, не стоит забывать и про важные элементы, которые остаются невидимыми для пользователя. Качественная разработка включает в себя не только привлекательный интерфейс, но и надежную «скрытую» часть, которая гарантирует стабильную работу приложения и безопасность данных. Поэтому для создания приложений разработчику необходимо некое «рабочее пространство» с необходимыми инструментами [1].

«Рабочее пространство» программиста с комплексом инструментов, необходимых для помощи в создании программного обеспечения в научной литературе принято называть средой разработки. Инструменты среды разработки предоставляют возможностикомпиляции, интерпретации, автоматизации «рутинных» процессов, редактирования текста и отлаживания программы. Для наиболее эффективной и удобной разработки программы,

чтобы не использовать множество инструментов отдельно, было решено поместить все необходимые инструменты разработки в единый программный комплекс, который называется интегрированной средой разработки, или же Integrated development environment (IDE) [2]. Помимо вышеописанных инструментов, IDE включают в себя плагины и расширения, которые можно установить для большей функциональности среды разработки, а также позволяют осуществлять интеграцию, например, со сборщиками проектов, облачными сервисами.

Обзор современных продуктов

На сегодняшний день насчитывается масса различных интегрированных сред разработки. IDE принято разделять на одноязычные и мультиязычные продукты. Данное разделение говорит о том, что есть IDE, которые универсальны и поддерживают несколько языков программирования. Например, одна из часто используемых и популярных IDE Microsoft Visual Studio поддерживает C++, C, C#, JavaScript, TypeScript, Python, Go, HTML/CSS и др. (рис. 1). Данное решение наиболее часто используют для написания программ для компьютера с операционной системой Windows, однако возможно использование и для разработки приложений для смартфона. Стоит отметить, что в Visual Studio предусмотрено внедрение дополнительных модулей, которые позволяют расширить функциональность рабочей среды программы.

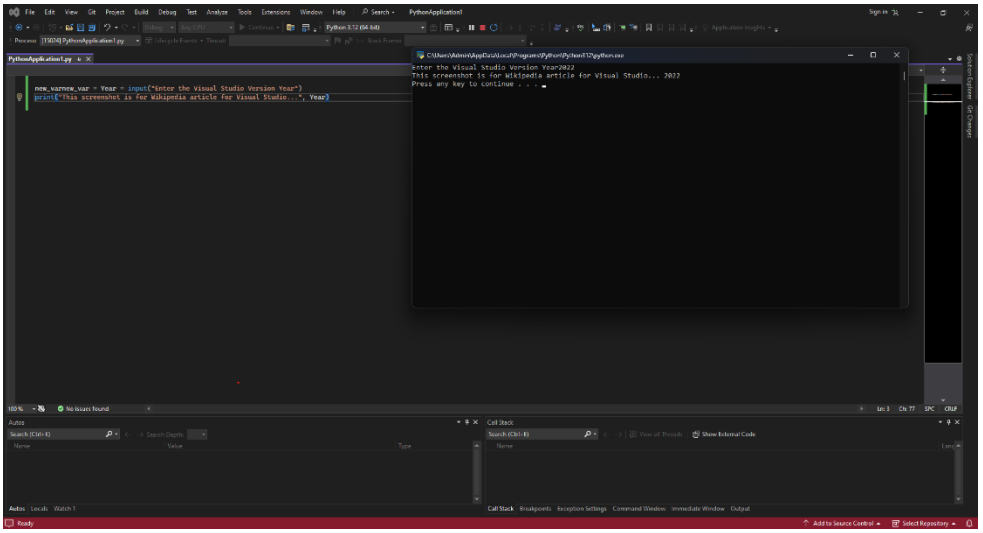


Рис. 1 – Интерфейс Visual Studio

Visual Studio предусматривает как бесплатный, так и платный вариант использования. Для создания продукта, предусмотренного на продажу, необходимо приобрести лицензию. Создать же некоммерческие проекты в этой среде разработки можно бесплатно, при этом пользуясь всеми функциями[4].

Главным преимуществом Visual Studio является встроенный компилятор. Компилятор является важным инструментом в написании кода и служит для того, чтобы переводить с понятного программисту языка программирования на

язык, который понимает компьютер – машинный код [5]. Не все интегрированные среды разработки имеют встроенный компилятор, поэтому их часто нужно устанавливать отдельно и настраивать для работы с IDE.Также преимуществом Visual Studio является удобный интерфейс с множеством встроенных функций, таких как автодополнение кода, рефакторинг и встроенные инструменты отладки. IDE интегрируется с системами контроля версий (например, Git). Она также отлично подходит для командной разработки благодаря инструментам для управления проектами и взаимодействия внутри команды. Visual Studio доступна на Windows и macOS. Недостаток Visual Studio заключается в том, что она является одной из самых ресурсоемких IDE, что может отрицательно сказываться на производительности компьютера.

Eclipse – это полностью бесплатная среда разработки (IDE), которая в первую очередь предназначена для работы с Java, но также поддерживает и другие языки, такие как C++, JavaScript и PHP (рис. 2). В ней доступно множество расширений, включая инструменты для создания графических интерфейсов и проведения тестирования [6].

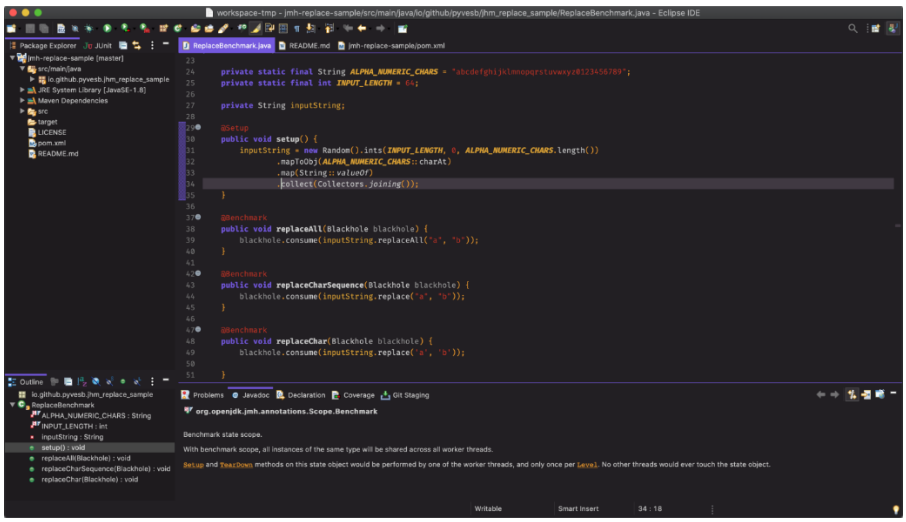


Рис. 2 – Интерфейс Eclipse

Среда разработки имеет открытый исходный код и работает на всех основных платформах, то есть Windows, macOS и Linux. Большое сообщество разработчиков и обширная документация облегчают работу с данной IDE, а интеграция с инструментами сборки и тестирования (например, Maven и Gradle) делает ее особенно удобной для комплексных проектов.

Однако интерфейс Eclipse может показаться сложным и перегруженным для начинающих, а требовательность к ресурсам приводит к замедлениям на слабых компьютерах. При установке множества плагинов возникают проблемы с производительностью.

PyCharm – это среда разработки для языка Python, созданная компанией JetBrains (рис. 3). Она предоставляет инструменты для работы с базами данных, веб-разработкой, для машинного обучения и анализа данных.

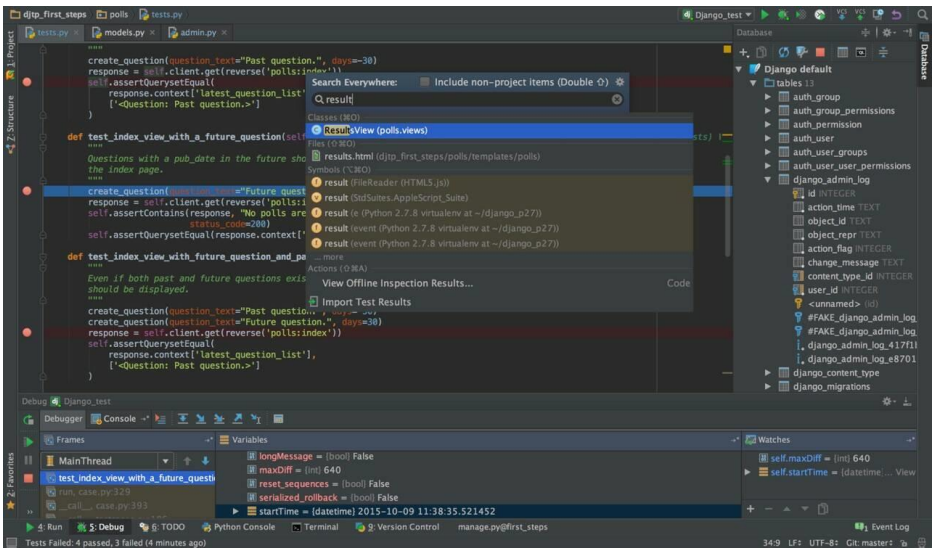


Рис. 3 – Интерфейс PyCharm

PyCharm выделяется интуитивным интерфейсом и умным автодополнением кода, что ускоряет процесс разработки. IDE имеет встроенные инструменты для тестирования, отладки и управления версиями, а также поддерживает виртуальные окружения и платформу Docker, что упрощает развертывание приложений в изолированном пространстве, предотвращая конфликты между проектами. PyCharm доступен на платформах Windows, macOS и Linux, а его платная версия включает дополнительные функции для работы с веб-технологиями и базами данных [7, 8].

Тем не менее, PyCharm довольно требователен к ресурсам и может медленно работать на слабых компьютерах, особенно при работе с большими проектами. Интерфейс программы, хотя и удобен для опытных пользователей, может показаться сложным начинающим.

IntelliJ IDEA – среда разработки от ранее упомянутой компании JetBrains обладает обширным набором инструментов для создания приложений. Для пользователей IntelliJ IDEA доступна внушительная экосистема плагинов, которые расширяют функционал, набор языков, фреймворков и дополнительных инструментов. Данным продуктом поддерживаются языки C/C++, Groovy, Go,TypeScript, Java, JavaScript, Python, PHPи другие. IDE доступна для Windows, macOS, Linux. IntelliJ IDEA выделяется встроенной интеграцией с Git, а также поддержкой AIR Mobile для разработки под Android и iOS.

IntelliJ IDEA предоставляет годовые тарифы и варианты ежемесячной подписки для организаций и частных пользователей. Кроме того, доступен ряд бесплатных версий для отдельных категорий разработчиков, таких как студенты, преподаватели и участники open source проектов [9].

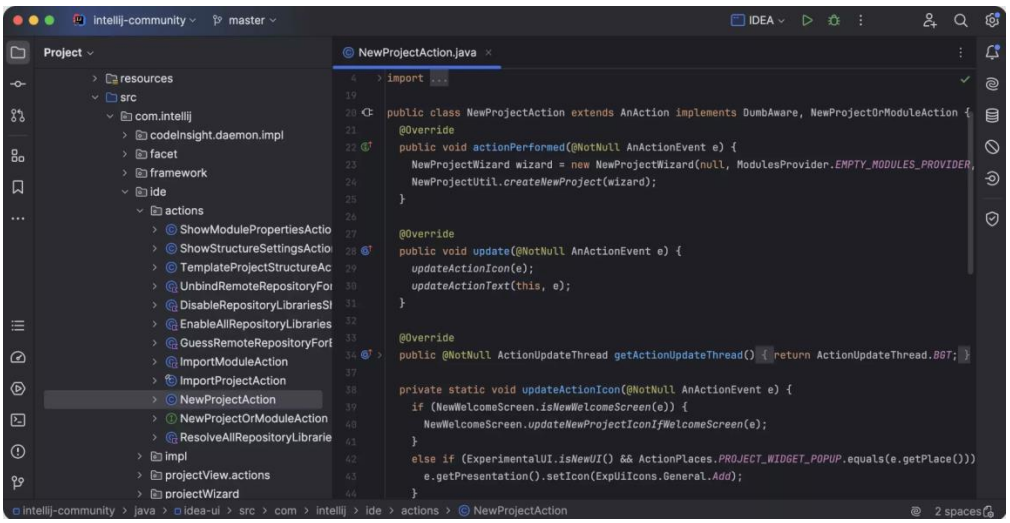


Рис. 4 – Интерфейс IntelliJ IDEA

Еще из преимуществ – IntelliJ IDEA предлагает умный редактор, который автоматически находит ошибки в коде и предлагает возможные исправления прямо в процессе работы. IDE обеспечивает быструю навигацию, автодополнение и полезные подсказки, что ускоряет разработку. Запуск, тестирование и отладка кода выполняются в одном окне, что делает процесс разработки более удобным. Встроенные инструменты для сборки, упаковки и компиляции кода упрощают управление проектами, а поддержка систем контроля версий позволяет легко отслеживать изменения и управлять ими.

IntelliJ IDEA может показаться сложной для начинающих из-за обилия функций и настроек, что требует времени на освоение. Кроме того, отсутствует встроенная поддержка работы с базами данных, и для этого требуется установка дополнительных плагинов.

Komodo IDE – это многоязычная среда разработки, ориентированная на создание веб-приложений и программ с использованием таких языков, как Python, PHP, Ruby, Perl, JavaScript и другие[10].

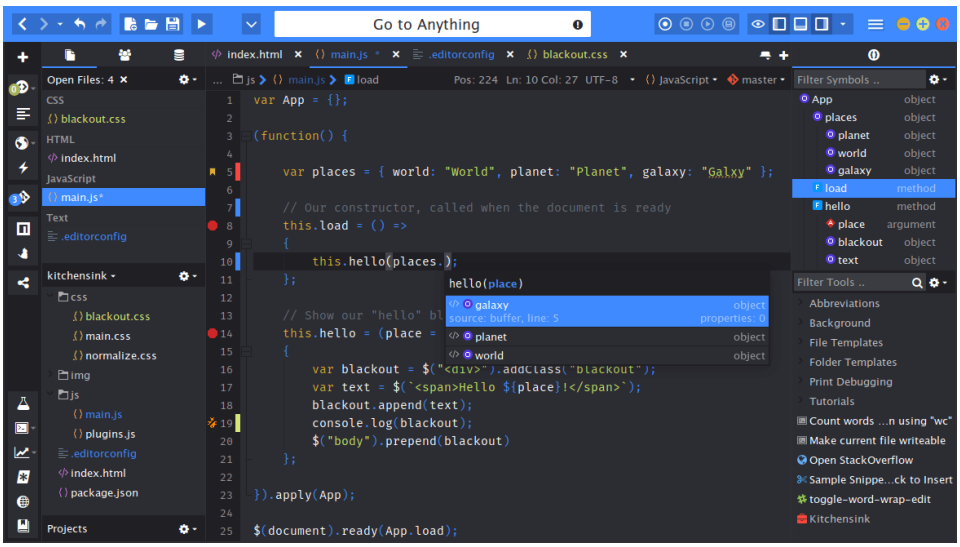


Рис. 5 – ИнтерфейсKomodoIDE

Komodo IDE поддерживает работу с системами контроля версий, такими как Git и SVN, и позволяет настраивать окружение под нужды конкретного проекта. Komodo IDE также предлагает инструменты для отладки, тестирования и управления удаленными серверами, что делает ее удобной для разработчиков, работающих с веб-технологиями. Встроенная система автодополнения кода и подсветки синтаксиса ускоряет процесс разработки, а функции совместной работы позволяют нескольким разработчикам редактировать код в реальном времени.

Среди недостатков Komodo IDE – она может уступать другим средам разработки в скорости и стабильности, особенно при работе с крупными проектами. Доступ к полноценным функциям требует приобретения платной версии, так как бесплатный аналог, Komodo Edit, предоставляет лишь базовые возможности.

Критерии выбора

Распределим все рассмотренные выше среды для разработки приложения «Автоматизированная система обработки заявок на техническую поддержку пользователей локальной сети на примере ООО «Элемент Трейд» по наиболее важным критериям. Сравнительные данные сведем в таблицу 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ сред разработки

Критерии	VisualStudio	Eclipse	PyCharm	IntelliJ IDEA	Komodo IDE
Язык разработки	C++, C#, Java, Python, PHP, Goидр.	Java, Python, C, C++, Ruby, Groovy, PHP.	Python. ПоддержкаHTML, XML, JSONидр.	C/C++, Groovy, Go, TypeScript, JavaScript, Javaидр.	JavaScript, Python, HTML, CSSидр.
Поддержка операционных систем	Windows, macOS	Windows, macOS, Linux	Windows, macOS, Linux	Windows, macOS, Linux	Windows, macOS, Linux
Возможность совместной разработки	+	+	-	+	+
Функционал бесплатной версии	Урезанный	Полный	Урезанный	Урезанный	Урезанный
Цена использования	Для коммерческих проектов от 45$ в месяц	Бесплатная	Для частных лиц – от 99$, для компаний – от 249$ в первый год. Второй год: 79$ и 199$, третий: 59$ и 149$ соответственно	В первый год: от 169$ в год для физлиц, от 599$ – для компаний. Второй год: 135$ и 479$, третий: 101$ и 359$ соответственно	Бесплатная

Для компании ООО «Элемент-трейд» важна поддержка многоязычности, поддержка операционных системWindows, macOS и Linux, IDE была бесплатна и не была сильно требовательной к производительности компьютера. Таким образом, Eclipse IDE удовлетворяет данным ключевым критериям.

Заключение

Разработка приложения – это сложный процесс с большими временными затратами, включающий в себя не только написание кода, но и тестирование, исправление, добавление сторонних элементов. Чтобы сделать этот процесс удобнее, автоматизировать рутинные операции и пользоваться одним сервисом вместо нескольких, можно использовать интегрированные среды разработки, или IDE.

С учетом проведенного анализа для компании ООО «Элемент Трейд» наиболее оптимальной средой разработки можно считатьEclipse.Хотя она изначально была разработана для Java, среда разработки поддерживает множество языков программирования, например, таких как C++, Python, C и PHP, что возможно благодаря наличию различных плагинов.

Кроме того, Eclipse имеет кроссплатформенность, что позволяет её использовать на любых операционных системах, включая Windows, macOS и Linux. Это особенно удобно для сотрудников, которые могут работать в привычной для себя операционной системе. Важно отметить, что Eclipse является полностью бесплатной и имеет открытый исходный код, что устраняет необходимость в дополнительных затратах на лицензии.

В некоторых случаях Eclipse может замедлять компьютер при использовании большого количества плагинов, но при этом её требования к системе в целом ниже, чем у таких IDE как Visual Studio или IntelliJ IDEA. Это делает Eclipse экономичным вариантом, способным эффективно функционировать на разных по производительностикомпьютерах.

Список литературы

1. Афонин Д.С., Астахова Т.Н., Романова А.А. Разработка информационной системы и приложения по приему и сопровождению заявок службы технической поддержки администрации // International Journal of Open Information Technologies. 2021. №5. – URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=45671884 (дата обращения: 09.10.2024).

2. Шестопалова, О. А. Анализ среды разработки мобильных приложений Android Studio в образовательном пространстве / О. А. Шестопалова // Теоретический и практический потенциал современной науки: Сборник научных статей / Научный редактор С.П. Акутина. Том Часть I. – Москва: Издательство "Перо", 2018. – С. 68-73. – EDN ZDRARF.

3. Новиков А. К., Кочегаров И. И., Горячев Н. В. Обзор программных средств разработки для встраиваемых приложений // НиКа. 2018. №. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-programmnyh-sredstv-razrabotki-dlya-vstraivaemyh-prilozheniy (дата обращения 11.10.2024).

4. Visual Studio 2022 IDE – средство программирования для разработчиков программного обеспечения – URL: https://visualstudio.microsoft.com/ru/vs/ (дата обращения 12.10.2024).

5. Компиляторы: принципы, технологии и инструментарий / Альфред В. Ахо, Миника С. Лам, Рави Сети, Джеффри Д. Ульман ; [пер. с англ. и общ. ред. И. В. Красикова]. - 2-е изд.. - Москва [и др.] : Вильямс, 2011. - 1175 с.

6. Eclipse IDE | The Eclipse Foundation – URL: https://eclipseide.org/ (дата обращения 14.10.2024).

7. PyCharm: the Python IDE for data science and web development – URL: https://www.jetbrains.com/pycharm/ (дата обращения 14.10.2024).

8. Сравнение версий PyCharm: Community Edition vs Professional Edition – URL: https://clck.ru/3E5R73 (дата обращения 14.10.2024).

9.IntelliJ IDEA – the Leading Java and Kotlin IDE– URL:https://www.jetbrains.com/idea/ (дата обращения 15.10.2024).

10. Komodo IDE By ActiveState - One IDE for All Your Languages –URL: https://www.activestate.com/products/komodo-ide/ (дата обращения 15.10.2024).

УДК 004.4

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБМЕНА ДАННЫМИ УПРАВЛЯЮЩЕЙ КОМПАНИИ С ГИС ЖКХ

Е.В. Никитенко, Е.И. Кононов

Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Аннотация. В данной статье рассмотрена разработка автоматизированной системы “Обмен данными управляющей компании с ГИС ЖКХ”. Система предназначена для автоматического заполнения шаблонов обмена данными с ГИС ЖКХ. Работа опирается на использование платформы .NET Framework, языка C# и SQL Server Management Studio для проектирования и реализации базы данных.

Ключевые слова: ГИС, автоматизация, обмен данными, база данных, .NET Framework, C#, SQL Server Management Studio, SQL-запросы.

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR DATA EXCHANGE OF A MANAGEMENT COMPANY WITH GIS HOUSING AND COMMUNAL SERVICES

E.V. Nikitenko, E.I. Kononov

Rubtsovsk Industrial Institute (branch) of the «Altai State Technical University named after I.I. Polzunov»

Annotation. This article discusses the development of an automated system “Data exchange with GIS housing and communal services". The system is designed to automatically fill in data exchange templates with GIS utilities. The work relies on the use of the platform.NET Framework, C# language and SQL Server Management Studio for database design and implementation.

Keywords: GIS, automation, data exchange, database, .NET Framework, C#, SQL Server Management Studio, SQL queries.

Введение

Особенность обмена данных между управляющей компанией и ГИС ЖКХ

заключается в том, что ГИС формирует необходимые шаблоны для импорта информации в формате .xlsx. Данные шаблоны должны быть заполнены с учетом правил, которые ГИС размещает на своем сайте [5]. Заполнение шаблонов требует наличия достаточного количества времени, к тому же есть вероятность ошибиться, что приведет к ошибке при проверке документа системой ГИС.

Разрабатываемая программа предназначена для автоматизации учета данных управляющей компании. Она позволит увеличить эффективность и скорость работы сотрудников за счёт автоматизированного учета и обработки данных о многоквартирных домах, лицевых счетах, приборов учета и данных платежных документов.

Структура приложения должна включать в себя следующие разделы:

1. Справочник домов – информация об МКД, подъездах и помещениях.
2. Лицевые счета – информация о лицевых счетах, владельцах лицевых счетов и помещениях, относящихся к лицевым счетам.
3. Приборы учета – информация об индивидуальных и общих приборах учета.
4. Платежные документы – информация о платежных документах, услугах за платежный период и судебных неустойках.

Реализация программы

Для разработки автоматизированной системы обмена данными между управляющей компанией и ГИС ЖКХ был выбран язык программирования C# в среде разработки Visual Studio 2019 с использованием платформы .NET Framework [1, 4]. Выбор обусловлен широкими возможностями .NET Framework для работы с базами данных, простым и понятным синтаксисом C# и наличием обширной документации и сообщества разработчиков.

По данным отчетных документов была реализована физическая модель БД, приведенная на рисунке 1.

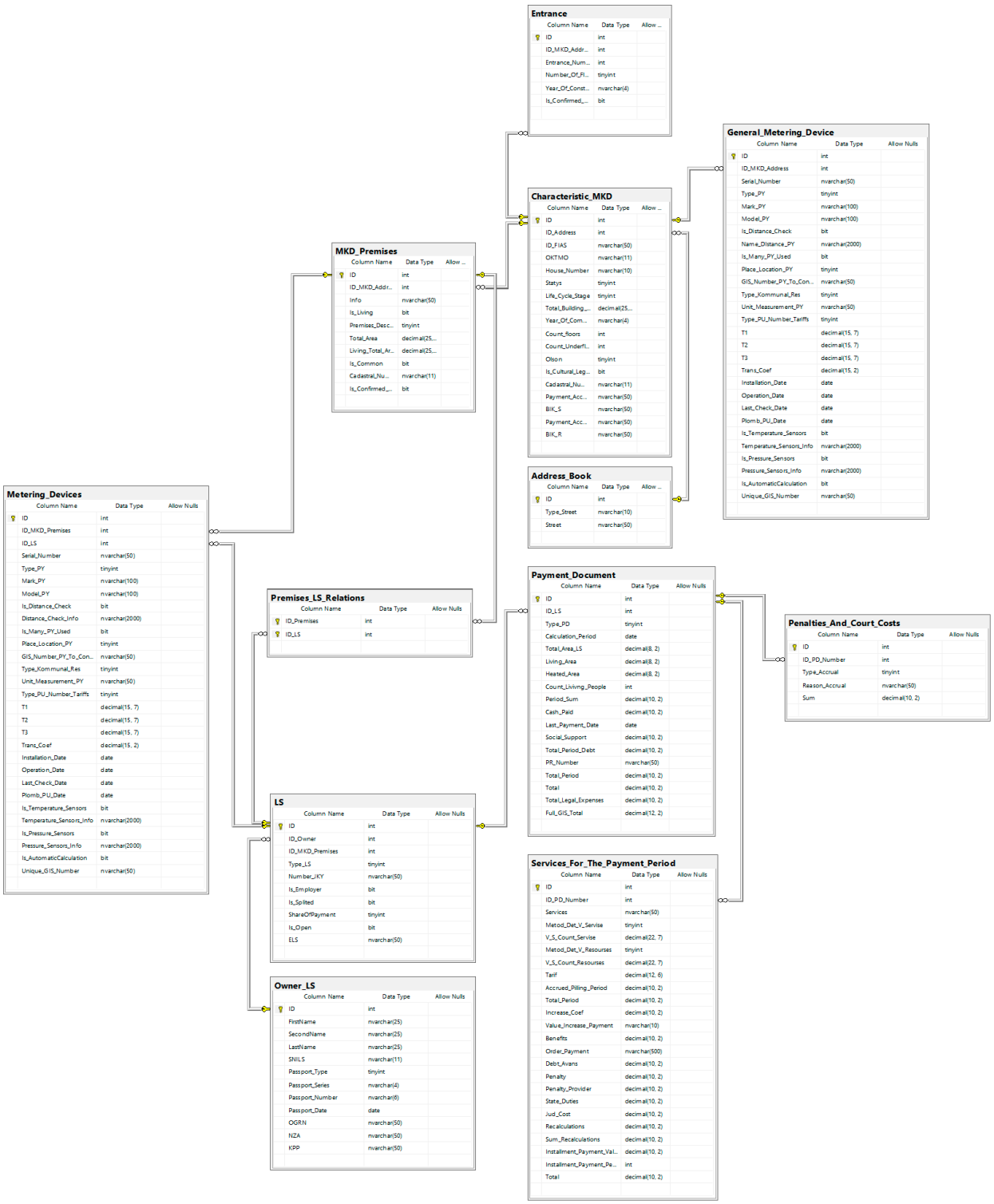


Рис. 1 – Физическая модель БД

Разработанное приложение имеет двухслойную архитектуру.

1. Представление: пользовательский интерфейс разработан с использованием Windows Forms для обеспечения удобного и интуитивно понятного взаимодействия с системой. Windows Forms предоставляет стандартный набор элементов управления, что позволяет быстро создать функциональное приложение. Интерфейс включает в себя четыре основных модуля, соответствующих разделам структуры приложения:

– справочник домов: позволяет добавлять, редактировать и удалять информацию о многоквартирных домах, включая адреса, количество подъездов, этажей, общую площадь и другие необходимые параметры;

– лицевые счета: обеспечивает управление информацией о лицевых счетах жильцов, включая данные о владельцах, связанных помещениях в МКД;

– приборы учета: позволяют регистрировать информацию об индивидуальных и общих приборах учета (ИПУ и ОПУ), включая типы приборов, порядковые номера, даты установки и показания;

– платежные документы: обеспечивает формирование платежных документов, включая учет начисленных пени и других платежей.

2. Доступ к данным: этот уровень обеспечивает взаимодействие с базой данных Microsoft SQL Server. Для работы с базой данных используется ADO.NET, который позволяет выполнять SQL-запросы и обрабатывать результаты.

Выходные документы для управляющей компании нужно оформлять на основе Excel шаблонов, которые предоставляются ГИС, с помощью библиотеки Microsoft Excel Interop, которая позволяет создавать, открывать, редактировать и сохранять файлы Excel, а также получать доступ к их данным программно [1].

Создание SQL запросов к базе данных является процессом формулирования команд на языке структурированных запросов (SQL) для извлечения, обновления, вставки или удаления данных в БД [3, 4]. После выполнения запроса необходимо проанализировать полученные данные, чтобы убедиться, что они соответствуют заявленным ожиданиям и требованиям. Пример запроса и его результат в разрабатываемой системе приведен на рисунках 2-3.

```
Select a.Type_Street + ' ' + a.Street AS 'Улица'
       ,House_Number AS 'Номер дома'
       ,ID_FIAS AS 'Код ФИАС'
       ,OKTMO AS 'Код ОКТМО'
       ,Statys AS 'Состояние дома'
       ,Life_Cycle_Stage AS 'Стадия жизненного цикла'
       ,Total_Building_Area AS 'Общая площадь здания'
       ,Year_Of_Commissioning AS 'Год ввода в эксплуатацию'
       ,Count_floors AS 'Кол-во этажей'
       ,Count_Underfloors AS 'Кол-во подземных этажей'
       ,Olson AS 'Часовая зона по Olson'
       ,Is_Cultural_Legacy AS 'Наличие статуса объекта культурного наследия'
       ,Cadastral_Number AS 'Кадастровый номер'
       ,Payment_Account_S AS 'Расчетный счет для услуг'
       ,BIK_S AS 'БИК для услуг'
       ,Payment_Account_R AS 'Расчетный счет для кап. ремонта'
       ,BIK_R AS 'БИК для кап. ремонта'
From Characteristic_MKD m
Join Address_Book a ON a.ID = m.ID_Address
```

Рис. 2 – SQL запрос

Проверка правильности работы программы была выполнена на ***несуществующих данных*** (выдуманных её разработчиками).

Results | Messages

	Улица	Код ФИАС	Код ОКТМО	Номер дома	Состояние дома	Стадия жизненного цикла	Общая площадь здания	Год ввода в эксплуатацию	Кол-во этажей	Кол-во подземных этажей	Часовая зона
1	пр-кт. Рубцовский	0b4978e2-e64c-4db1-b84d-93cf34bdb04b	37375857224	15	2	3	1478.0000	2022	10	1	6
2	пер. Гражданский	b8837188-39ee-4ff9-bc91-fcc9ed451bb3	17725000001	64	2	1	1240.0000	2022	11	1	6
3	ул. Ленина	461f1539-f5ec-42ad-8d97-64aa483f88f5	1716000001	121	1	0	1359.0000	2020	10	2	6
4	ул. Ленина	18f5a19e-f813-45d5-a1a3-4e6ae93afeb7	1716000001	241	1	0	1227.0000	2019	7	1	6
5	ул. Громова	7cc7245a-bc08-4726-a122-b3cc3e735219	1716000001	86	1	0	1019.0000	2013	5	1	6
6	пер. Алейский	d94fbac7-682b-43dc-9e11-01ae1644fed0	1716000001	13	1	0	990.0000	2022	5	1	6
7	ул. Алтайкая	0b0754e9-9fc5-48bb-a8c5-0464ff206024	1716000001	139	1	0	891.0000	2014	5	1	6
8	ул. Арычная	b361d9e8-15bf-4eeb-98f6-0e61dc7c49b5	1716000001	203	2	3	1277.0000	2018	6	1	6
9	ул. Дзержинского	006ed57b-326d-47b8-882f-fabb6299399d	1716000001	59	0	2	1509.0000	2015	8	1	6
10	ул. Гвардейская	54b12d13-c11e-4baf-9ed7-59bcd3c7c18f	1716000001	40	0	2	1413.0000	2012	6	1	6
11	ул. Ленина	b3d9acbd-7b68-4efe-8d13-2496f71bd0b7	1716000001	289	2	3	953.0000	2019	4	1	6
12	пр-кт. Победы	5c8ddc4a-deff-4542-b2a2-95e9ac3d1079	01716000001	1	1	2	1789.3841	2023	14	3	6
13	пр-кт. Победы	be8e2df8-2966-48c8-be3d-793da75a9d47	09294000082	2	0	3	2043.7912	2022	26	1	6
14	пр-кт. Победы	72510d3a-8844-40ae-be8d-26534d8be195	12283000010	3	2	0	1186.6693	2015	22	1	6
15	пр-кт. Победы	a420a6b7-f7e3-4466-a6d7-d3f4e24f70ec	06540000044	4	0	1	2401.5785	2001	11	3	6
16	пр-кт. Победы	7390c3f9-5127-4163-85b9-fb6d881062bf	04812000079	5	1	0	1525.2886	2008	10	2	6
17	пр-кт. Победы	e30af6e7-dfc8-42d6-a6dd-5e2b207ad246	09095000089	6	1	3	2308.4772	2003	28	0	6

Рис. 3 – Результат SQL запроса

После создания БД и запросов к ней, необходимо приступить к этапу создания форм и отчётов.

Текущий функционал

На данный момент в программе реализованы такие пункты меню как: “Справочник домов”, “Лицевые счета”, “Приборы учета”, “Платежные документы” и “Справка” (рис. 4).

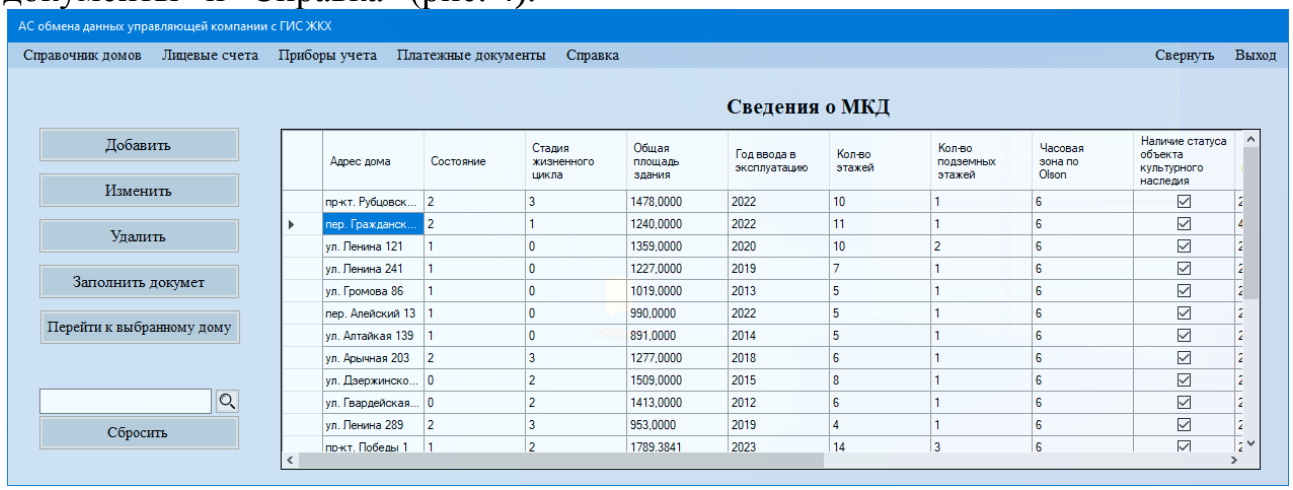


Рис. 4 – Главная форма

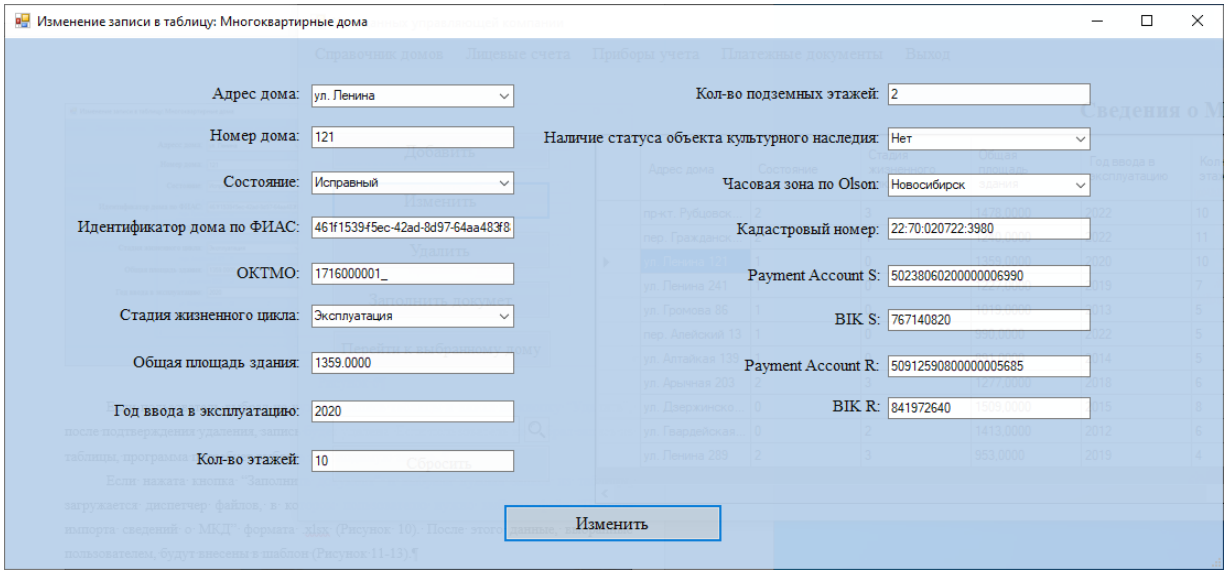


Рис.5 – Форма “Многоквартирные дома”

Блок программы “Справочник домов” предоставляет пользователю возможность добавления, удаления и изменения данных о многоквартирных домах (рис. 4-5). Данный блок программы позволяет заполнять шаблон сведений о МКД (рис. 6-8).

Реализована возможность просмотра всей информации конкретного МКД: помещения, подъезды, общие приборы учета (рис. 9).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Адрес	Адресные сведения		Общая характеристика дома								Кадастровый номер (для связывания сведений с ГКН и ЕГРП)
	Глобальный уникальный идентификатор дома по ФИАС/Идентификационный код дома в ГИС ЖКХ	ОКТМО	Состояние	Стадия жизненного цикла	Общая площадь здания	Год ввода в эксплуатацию	Кол-во этажей	Кол-во подземных этажей	Часовая зона по Olson	Наличие статуса объекта культурного наследия	
пр-кт. Победы 11	91f5cb8e-151e-4cac-ab0d-1fc4b4	02149000043	2	1	2616,0937	2006	8	2	6	Да	20:82:027788:09
пр-кт. Победы 10	e4e05c7d-9dd2-4979-a1e0-76ef4	07255000061	0	3	1135,0565	2020	25	1	6	Нет	24:59:047091:39
пр-кт. Победы 9	8977a461-ac5b-4ebe-aaf8-fd55ee	01326000005	2	2	2740,9776	2019	29	1	6	Да	19:15:054869:84
пр-кт. Победы 8	b8ac05d8-2e88-4e55-8b9d-47b6	03306000052	0	0	2978,2588	2017	18	1	6	Да	08:91:075823:70
пр-кт. Победы 7	53dae954-2563-4e87-9205-c772	04074000022	2	1	1771,4117	2016	24	3	6	Нет	12:85:072759:73
пр-кт. Победы 6	e30af6e7-dfc8-42d6-a6dd-5e2b2	09095000089	1	3	2308,4772	2003	28	0	6	Да	16:23:096504:12
пр-кт. Победы 5	7390c3f9-5127-4163-85b9-fb6d8	04812000079	1	0	1525,2886	2008	10	2	6	Нет	07:40:080294:25
пр-кт. Победы 4	a420a6b7-f7e3-4466-a6d7-d3f4e	06540000044	0	1	2401,5785	2001	11	3	6	Нет	23:73:094872:59
пр-кт. Победы 3	72510d3a-8844-40ae-be8d-2653	12283000010	2	0	1186,6693	2015	22	1	6	Нет	15:66:070593:46
пр-кт. Победы 2	be8e2df8-2966-48c8-be3d-793da	09294000082	0	3	2043,7912	2022	26	1	6	Да	20:76:043724:33
пр-кт. Победы 1	5c8ddc4a-deff-4542-b2a2-95e9ac	01716000001	1	2	1789,3841	2023	14	3	6	Нет	22:70:021136:62
ул. Ленина 289	b3d9acbd-7b68-4efe-8d13-2496f	1716000001	2	3	953,0000	2019	4	1	6	Нет	22:70:020726:32
ул. Гвардейская 40	54b12d13-c11e-4baf-9ed7-59bcd	1716000001	0	2	1413,0000	2012	6	1	6	Нет	22:70:021001:343
ул. Дзержинского 59	006ed57b-326d-47b8-882f-fabb6	1716000001	0	2	1509,0000	2015	8	1	6	Нет	22:70:021004:1435
ул. Арычная 203	b361d9e8-15bf-4eeb-98f6-0e61d	1716000001	2	3	1277,0000	2018	6	1	6	Нет	22:70:021004:71
ул. Алтайская 139	0b0754e9-8fc5-48bb-a8c5-0464f	1716000001	1	0	891,0000	2014	5	1	6	Нет	22:70:021001:87
пер. Алейский 13	d94fbac7-682b-43dc-9e11-01ae1	1716000001	1	0	990,0000	2022	5	1	6	Нет	22:70:021005:1036
ул. Громова 86	7cc7245a-bc08-4726-a122-b3cc3	1716000001	1	0	1019,0000	2013	5	1	6	Нет	22:70:021003:83
ул. Ленина 241	18f5a19e-f813-45d5-a1a3-4e6ae	1716000001	1	0	1227,0000	2019	7	1	6	Нет	22:70:021901:46
ул. Ленина 121	461f1539-f5ec-42ad-8d97-64aa4	1716000001	1	0	1359,0000	2020	10	2	6	Нет	22:70:020722:3980
пер. Гражданский 64	b8837188-39ee-4ff9-bc91-fcc9ed	17725000001	2	1	1240,0000	2022	11	1	6	Нет	43:40:000333:302
пр-кт. Рубцовский 15	0b4978e2-e64c-4db1-b84d-93cf3	37375857224	2	3	1478,0000	2022	10	1	6	Нет	24:50:0400339:332

Рис. 6 – Шаблон импорта сведений о МКД (характеристики МКД)

1	2	3	4	5	6
Адрес МКД, в котором расположено нежилое помещение	Номер помещения	Характеристики нежилого помещения		Кадастровый номер (для связывания сведений с ГКН и ЕГРП)	Информация подтверждена поставщиком
		Помещение, составляющее общее имущество в многоквартирном доме	Общая площадь нежилого помещения по паспорту помещения		
ул. Алтайкая 139	8	Да	68,0000	22:70:020722:4213	Да
пер. Алейский 13	7	Нет	99,0000	22:70:020722:262	Да
ул. Ленина 241	5	Да	120,0000	22:70:020722:1206	Да
пр-кт. Рубцовский 15	2	Нет	145,0000	22:70:020722:1199	Да

Рис. 7 – Шаблон импорта сведений о МКД (Нежилые помещения)

1	2	3	4	5
Адрес МКД, в котором расположен подъезд	Номер подъезда	Этажность	Год постройки	Информация подтверждена поставщиком
ул. Ленина 121	1	10	2020	Да
ул. Ленина 121	2	10	2020	Да
ул. Ленина 121	3	10	2020	Да
пер. Гражданский 64	1	11	2022	Да
пер. Гражданский 64	2	11	2022	Да
пер. Гражданский 64	3	11	2022	Да
пер. Гражданский 64	4	11	2022	Да
пер. Гражданский 64	5	11	2022	Да
пер. Гражданский 64	6	5	2023	Да
пр-кт. Рубцовский 15	1	10	2015	Да
пр-кт. Рубцовский 15	2	10	2016	Да
пр-кт. Рубцовский 15	3	10	2016	Да
пр-кт. Рубцовский 15	4	10	2015	Да
пр-кт. Рубцовский 15	5	10	2015	Да

Рис. 8 – Шаблон импорта сведений о МКД (подъезды)

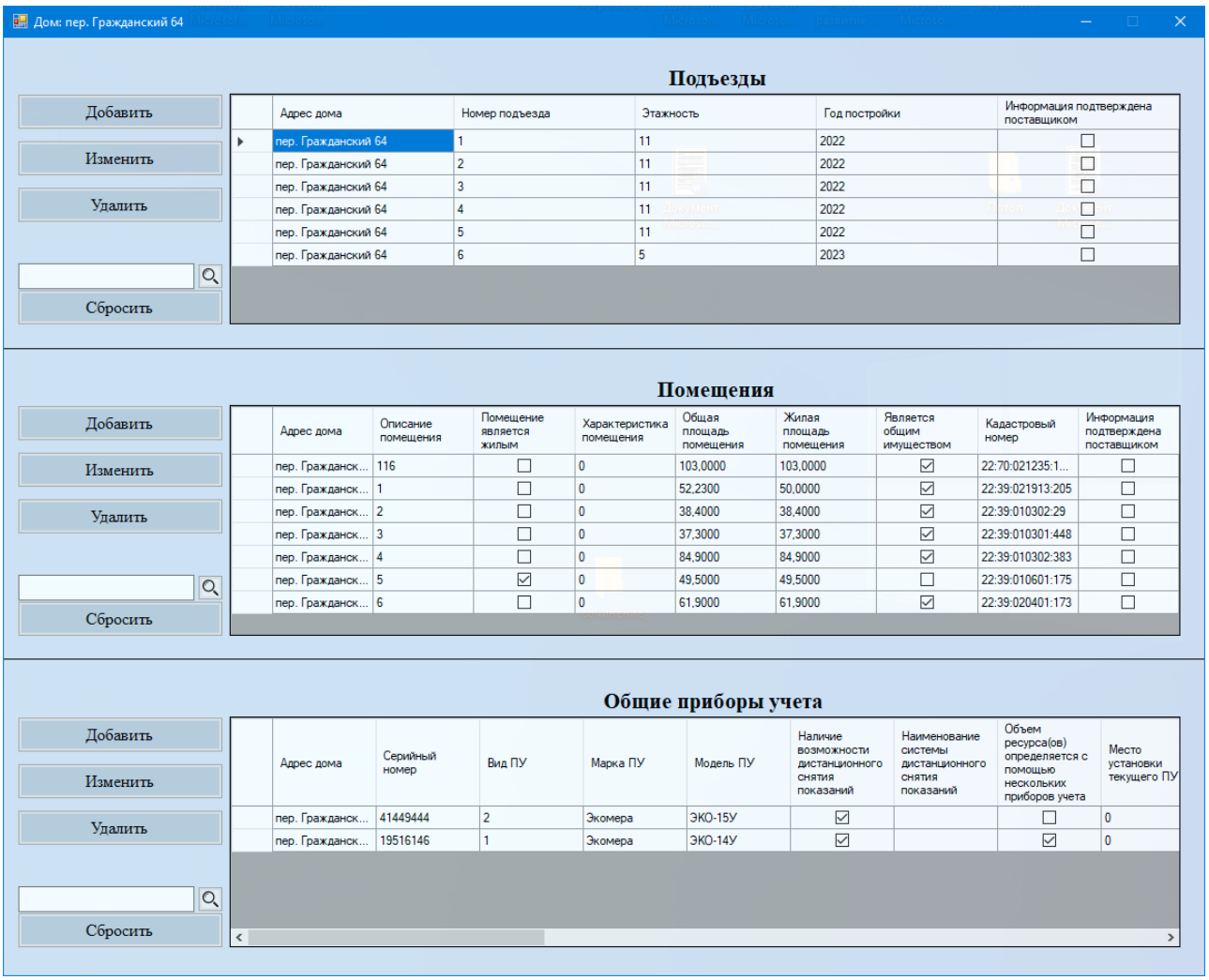


Рис. 9 – Форма “Общая информация по дому”

Для учета информации о лицевых счетах был реализован блок программы “Лицевые счета”. Данный блок необходим для связи помещений многоквартирных домов с их владельцами (Рисунок 10). Реализована удобная функция просмотра всей информации конкретного лицевого счета (рис. 11).

В данном блоке реализована функция заполнения шаблона о лицевых счетах (рис. 12-14)

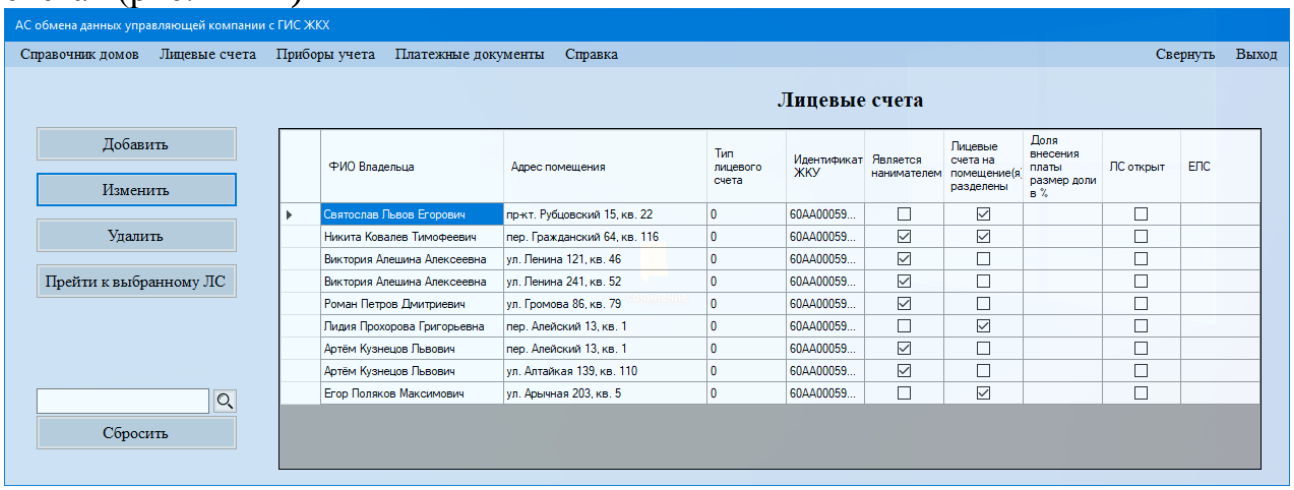


Рис. 10 – Форма “Лицевые счета”

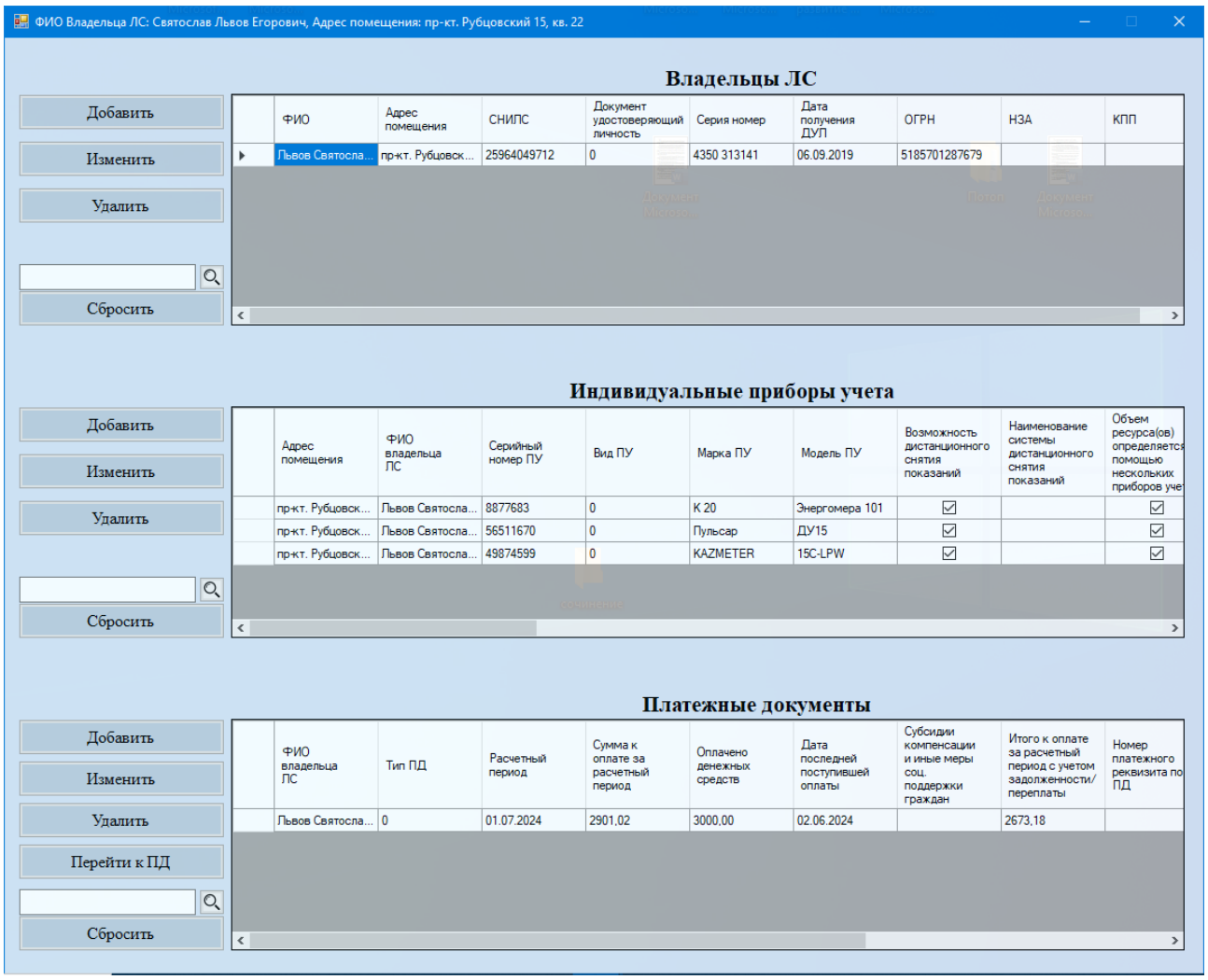


Рис. 11 – Форма “Общая информация о лицевом счете”

№ записи	Номер ЛС (иной идентификатор потребителя)	Идентификатор ЖКУ	Тип лицевого счета	Является нанимателем?	Лицевые счета на помещение(я) разделены?	Сведения, удостоверяющие личность потребителя (для ФЛ и ИП)					
						Фамилия	Имя потребителя	Отчество (при наличии)	СНИЛС потребителя	Вид документа, удостоверяющего личность	Номер документа, удостоверяющего личность
1	1005	60AA000593-01	0	Да	Нет	Поляков	Егор	Максимович	72237442178	10	969902
2	1011	60AA000593-01	0	Нет	Да	Кузнецов	Артём	Львович	65139308394	3	339463
3	1011	60AA000593-01	0	Нет	Да	Кузнецов	Артём	Львович	65139308394	3	339463
4	1003	60AA000593-01	0	Да	Нет	Прохорова	Лидия	Григорьевна	55784650746	0	697331
5	1010	60AA000593-01	0	Нет	Да	Петров	Роман	Дмитриевич	24990482312	12	392225
6	1013	60AA000593-01	0	Нет	Да	Алешина	Виктория	Алексеевна	46997513669	0	219079
7	1013	60AA000593-01	0	Нет	Да	Алешина	Виктория	Алексеевна	46997513669	0	219079
8	1006	60AA000593-01	0	Нет	Нет	Ковалев	Никита	Тимофеевич	11905005216	7	660443
9	1002	60AA000593-01	0	Да	Нет	Львов	Святослав	Егорович	25964049712	0	313141

Рис. 12 – Шаблон импорта сведений о ЛС (основные сведения)

ения, удостоверяющие личность потребителя (для ФЛ и ИП)				ОГРН/ОГРНИП потребителя (для ЮЛ/ИП)	НЗА потребителя (для ФПИЮЛ)
Вид документа, удостоверяющего личность	Номер документа, удостоверяющего личность	Серия документа, удостоверяющего личность	Дата документа, удостоверяющего личность		
10	969902	4757	04.08.1999		
3	339463	4457	04.03.1993	3163992638807	
3	339463	4457	04.03.1993	3163992638807	
0	697331	4113	02.04.2021		
12	392225	4713	13.06.2011		
0	219079	4045	12.09.2013	3117329724806	
0	219079	4045	12.09.2013	3117329724806	
7	660443	4933	08.09.2017	7147608404464	
0	313141	4350	06.09.2019	5185701287679	

Рис. 13 – Шаблон импорта сведений о ЛС (основные сведения)

	1	2	3	4	5
1	№ записи лицевого счета	Адрес помещения	Адрес дома, помещения, комнаты		
2			Глобальный уникальный идентификатор дома по ФИАС/Идентификационный код дома в ГИС ЖКХ	Тип помещения/блок	Номер помещения/блока
3		ул. Арычная 203	b361d9e8-15bf-4eeb-98f6-0e61dc7c49b5	0	
4		ул. Алтайкая 139	0b0754e9-8fc5-48bb-a8c5-0464ff206024	0	
5		пер. Алейский 13	d94fbac7-682b-43dc-9e11-01ae1644fed0	0	
6		пер. Алейский 13	d94fbac7-682b-43dc-9e11-01ae1644fed0	0	
7		ул. Громова 86	7cc7245a-bc08-4726-a122-b3cc3e735219	0	
8		ул. Ленина 241	18f5a19e-f813-45d5-a1a3-4e6ae93afeb7	0	
9		ул. Ленина 121	461f1539-f5ec-42ad-8d97-64aa483f88f5	0	
10		пер. Гражданский 64	b8837188-39ee-4ff9-bc91-fcc9ed451bb3	0	
11		пр-кт. Рубцовский 15	0b4978e2-e64c-4db1-b84d-93cf34bdb04b	0	

Рис. 14 – Шаблон импорта сведений о ЛС (помещения)

Для учета данных о показаниях счетчиков многоквартирных домов был реализован блок программы “Приборы учета” (рис. 15). В данном блоке реализована функция заполнения шаблона о приборах учета (рис. 16-18)

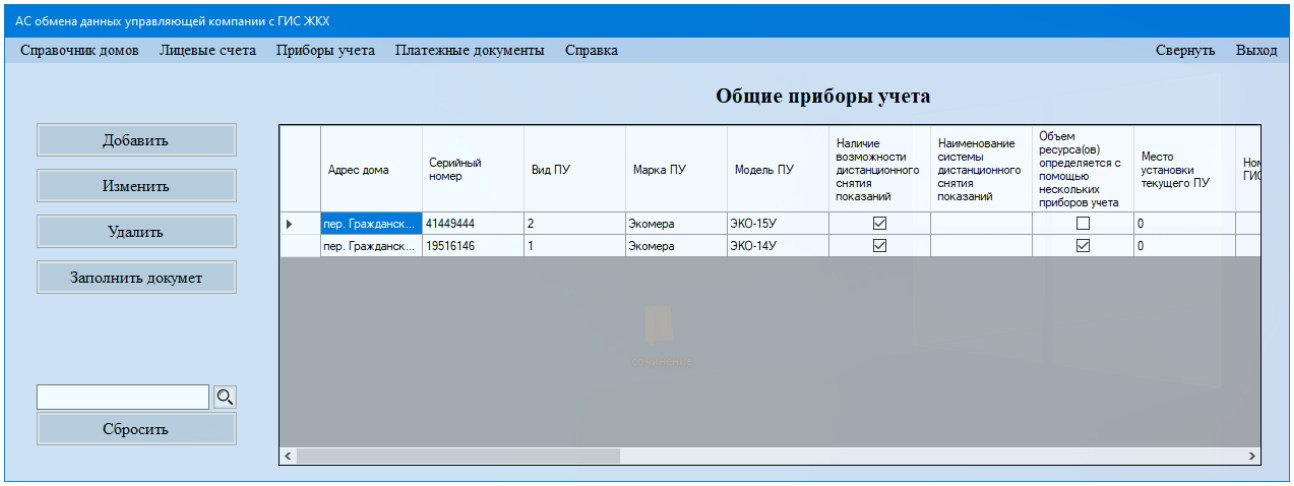


Рис. 15 – Форма “Общие приборы учета”

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Ссылочный номер ПУ. Обязательно для заполнения, если для ПУ указываются данные на дополнительных вкладках	Заводской (серийный) номер ПУ	Вид ПУ	Марка ПУ	Модель ПУ	Адрес дома	Уникальный номер дома. Обязательно для заполнения, если Тип ПУ = Коллективный (общедомовой) или Индивидуальный ПУ в ЖД	Уникальный номер помещения. Обязательно для заполнения, если Тип ПУ = Индивидуальный / Общий (квартирный)	Уникальный номер комнаты. Обязательно для заполнения, если Тип ПУ = Комнатный
2		19516146	1	Экомера	ЭКО-14У	пер. Гражданский 64	b8837188-39ee-4ff9-bc91-fcc9ed451bb3		
3		41449444	2	Экомера	ЭКО-15У	пер. Гражданский 64			
4									

Рис. 16 – Шаблон импорта сведений о ОПУ (сведения о ПУ)

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Наличие возможности дистанционного снятия показаний	Информация о наличии возможности дистанционного снятия показаний ПУ указанием наименования установленной системы	Объем ресурса(ов) определяется с помощью нескольких приборов учета	Место установки текущего ПУ (обязательно, если "Объем ресурса(ов) определяется с помощью нескольких приборов учета" = "Да")	Номер ПУ в ГИС ЖКХ, с которым требуется установить связь текущего ПУ	Вид коммунального ресурса	Единица измерения. Обязательно, если расход коммунального ресурса может измеряться в разных единицах измерения	Вид ПУ по количеству тарифов	Последнее полученное показание (T1). Не заполняется, если «Наличие технической возможности автоматического расчета потребляемого объема ресурса» = «Да». В противном случае обязательно	Последнее полученное показание (T2). Не заполняется, если «Наличие технической возможности автоматического расчета потребляемого объема ресурса» = «Да». В противном случае обязательно для двух- и трех-тарифного ПУ
2	Нет		Нет			1		1	3,3000000	1,6000000
3	Нет		Да	0		0		1	2,4000000	1,3000000
4										

Рис. 17 – Шаблон импорта сведений о ОПУ (сведения о ПУ)

	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1	Коэффициент трансформации	Дата установки	Дата ввода в эксплуатацию	Дата последней поверки	Дата опломбирования ПУ заводом-изготовителем	Межповерочный интервал	Наличие датчиков температуры	Информация о наличии датчиков температуры с указанием их местоположения на узле учета (обязательно для заполнения, если "Наличие датчиков температуры" = "Да" и если вид ПУ - коллективный (общедомовой))	Наличие датчиков давления	Информация о наличии датчиков давления с указанием их местоположения на узле учета (обязательно для заполнения, если "Наличие датчиков давления" = "Да" и если вид ПУ - коллективный (общедомовой))	Наличие технической возможности автоматического расчета потребляемого объема ресурса
2	2,45	13.03.2024	23.04.2024	02.10.2024	05.07.2023		Нет		Нет	Нет	да
3	1,80	22.07.2010	20.08.2010	20.03.2023	03.06.2020		Нет		Нет	Нет	нет
4											

Рис. 18 – Шаблон импорта сведений о ОПУ (сведения о ПУ)

Для учета данных о платежах был реализован блок программы “Платежные документы”. Данный блок позволяет пользователю вести учет данных о платежах, услугах за платежный период и судебных неустойках (рис. 19).

Для заполнения шаблона платежного документа была реализована функция вывода данных о платежах (рис. 20-23).

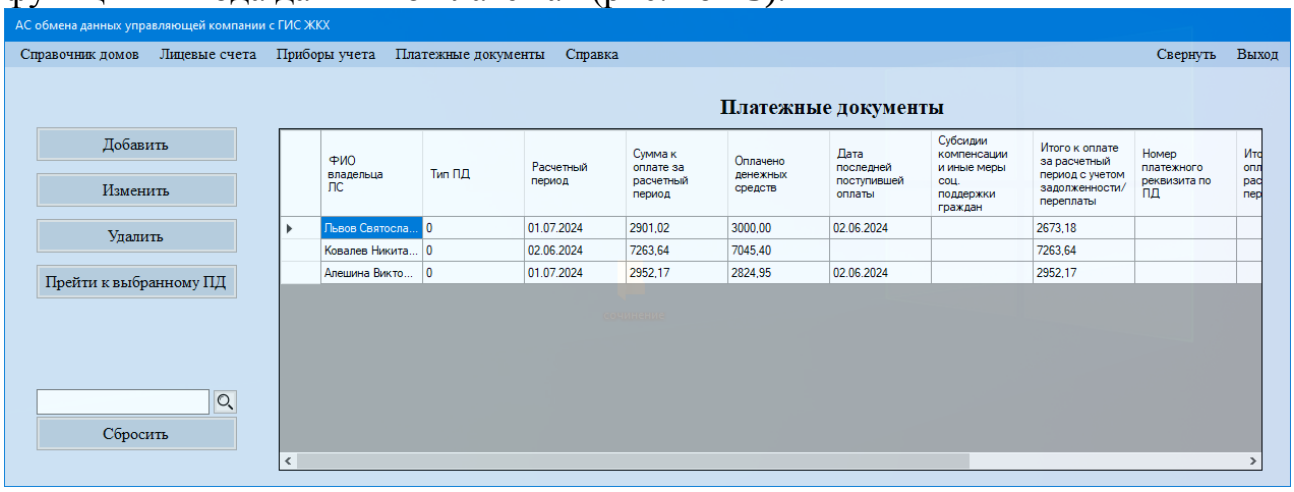


Рис. 19 – Форма “Данные платежного документа”

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1					Раздел 1. Сведения о плательщике. Информация для внесения платы получателю платежа (получателям платежей).										
2	Идентификатор ЖКУ	Тип ПД	Номер платежного документа	Расчетный период (ММ.ГГГГ)	Общая площадь для ЛС	Жилая площадь	Отапливаемая площадь	Количество проживающих	Сумма к оплате за расчетный период, руб. (по всему платежному	Оплачено денежных средств, руб.	Учтены платежи, поступившие до указанного числа расчетного периода включительно	Дата последней поступившей оплаты	Субсидии, компенсации и иные меры соц. поддержки граждан, руб.	Итого к оплате за расчетный период с учетом задолженности/переплаты, руб. (по всему платежному документу)	Номер платежного реквизита по ПД
3															
4	60АА000593-01	0	2024114	07.2024	120,0000	0			2952,17	2824,95		02.06.2024		2952,17	2024114-1
5	60АА000593-01	0	2024114	07.2024	61,0000	61,0000			2952,17	2824,95		02.06.2024		2952,17	2024114-1
6	60АА000593-01	0	2024113	06.2024	103,0000	103,0000			7263,64	7045,40				7263,64	2024113-1
7	60АА000593-01	0	2024112	07.2024	145,0000	0			2901,02	3000,00		02.06.2024		2673,18	2024112-1
8															

Рис. 20 – Шаблон ПД (раздел 1)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1			Раздел 3. Расчет размера платы за содержание жилого помещения и коммунальные услуги, взноса на капитальный												
2	Номер платежного документа	Услуга	Единица измерения	Объем коммунальных услуг		Объем коммунальных ресурсов, потребленных при использовании и содержании общего имущества в многоквартирном доме, или коммунальных услуг на общедомовые нужды		Тариф руб./единица измерения Размер платы на кв. м, руб. Размер взноса на кв.м, руб	Начислено за расчетный период, руб.	Размер повышающего коэффициента	Размер превышения платы, рассчитанной с применением повышающего коэффициента над размером платы, рассчитанной без учета повышающего коэффициента	Перерасчеты всего, руб.	Льготы, субсидии, руб.	Порядок расчетов	К оплате за расчетный период, руб.
3				Способ определения объемов КУ	Объем, площадь, количество	Способ определения объемов КУ	Объем, площадь, количество								
4	2024114	Электрическая энергия		1	3,5000000	1	1,7000000	19,400000	2576,32						2576,32
5	2024114	Электрическая энергия		1	3,5000000	1	1,7000000	19,400000	2576,32						2576,32
6	2024113	Горячая вода		1	2,0000000	1	4,0000000	13,600000	215,95						215,95
7	2024112	Холодная вода		1	23,7000000	1	35,1000000	27,080000	135,40						135,40
8															

Рис. 21 – Шаблон ПД (разделы 3-6)

	A	B	D	E	F	G
1	Номер платежного документа	Вид начисления	Сумма, руб.	Поставщик услуги		Номер платежного реквизита
2				ОГРН/ОГРНИП	КПП	
3	2024114	0	65,63			
4	2024114	0	65,63			
5	2024113	0	8,90			
6	2024112	0	23,50			
7						

Рис. 22 – Шаблон ПД (судебные неустойки)

	A	B	C	D	E
1	Номер платежного документа	Номер платежного реквизита	БИК банка	Расчетный счет	№ лицевого счета (иной идентификатор плательщика
2	2024114	2024114-1	301436675	50964768800000009119	
3	2024114	2024114-1	767140820	50238060200000006990	
4	2024113	2024113-1	820975416	50822031100000003564	
5	2024112	2024112-1	987902561	40394473900000001805	
6					

Рис. 23 – Шаблон ПД (платежные реквизиты)

Заключение

В настоящий момент реализован импорт четырех отчетов:

– шаблон импорта сведений о МКД,
– шаблон импорта сведений о ЛС,
– шаблон импорта сведений об ИПУ и ОПУ,
– шаблон платежного документа.

Было проведено тестирование основных блоков программы, вследствие которого нарушений логики не было выявлено.

В будущем планируется:

– разработать более продвинутый поиск и фильтрацию данных,
– добавить новые типы отчетов (графики, диаграммы, сводные таблицы),
– улучшить пользовательский интерфейс приложения.

Список литературы

1. Васильев, А. Программирование на C# для начинающих. Основные сведения / Алексей Васильев. – Москва : Эксмо, 2018. – 592 с. ISBN 978-5-04-092519-3

2. Обзор функционала SQL Server Management Studio (SSMS) [электронный ресурс]. – Режим доступа: свободный.: https://info-comp.ru/ssms-featureoverview.

3. Уолтер Шилдс. SQL: быстрое погружение / Уолтер Шилд – СПб.: Питер, 2022. – 224 с.: ил. ISBN 978-5-4461-1835-9

4. Фленов, М. Е. Библия C#. / М.Е. Фленов. – Изд. 4-е, перераб. и доп – СПб.: БХВ-Петербург, 2019. – 512 с.: ил. ISBN 978-5-9775-6827-2.

5. Государственная информационная система жилищно-коммунального хозяйства (ГИС ЖКХ). Руководство пользователя. Работа в личном кабинете оператора информационной системы – 2017, с. 106 –[электронный ресурс]. –

URL:
https://dom.gosuslugi.ru/filestore/publicDownloadServlet?context=contentmanagement&uid=1496a2ed-ae40-4a94-8c41-37a651b8d0fa&mode=view

УДК 004.4

РАЗРАБОТКА САЙТА ДЛЯ АГЕНТСТВА НЕДВИЖИМОСТИ

Е.В. Никитенко, В.В. Ниязов
Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Аннотация. В данной статье рассматривается разработка сайта для агентства недвижимости. Представлена сравнительная характеристика технологий создания сайтов. Веб-сайт разработан с использованием CMS WordPress. Он позволит агентству предоставлять информацию о недвижимости, анонсировать актуальные предложения и события, обеспечивать обратную связь с клиентами, а также повышать имидж организации на рынке недвижимости.

Ключевые слова: веб-сайт, агентство недвижимости, технологии создания сайтов, CMS, WordPress.

WEBSITE DEVELOPMENT FOR THE REAL ESTATE AGENCY

E.V. Nikitenko, V.V. Niyazov
Rubtsovsk Industrial Institute (branch) of the «Altai State Technical University named after I.I. Polzunov»

Annotation. This article discusses the development of a website for the real estate agency. The comparative characteristics of website creation technologies. The website is designed using the WordPress CMS. It will allow the agency to provide information about real estate, announce current offers and events, provide customer feedback, and enhance the image of the organization in the real estate market.

Keywords: website, real estate agency, website creation technologies, CMS, WordPress.

Введение

Интернет – это важнейший инструмент, который предоставляет возможность мгновенного доступа к информации независимо от физического местоположения. Веб-сайты представляют собой ключевой способ взаимодействия организаций с пользователями, предлагая платформу для распространения информации, обратной связи и улучшения имиджа [1]. Наличие веб-сайта у агентства недвижимости позволяет во многом улучшить взаимодействие с клиентами, упрощая им доступ к информации об объектах недвижимости, а также повысить узнаваемость агентства на рынке.

Цель и задачи разработки

Целью разработки сайта для агентства недвижимости является создание функционального, удобного и информативного ресурса, который позволит пользователям узнавать о новых объектах недвижимости, задавать вопросы и записываться на осмотры.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

– изучить технологии создания сайтов;
– проанализировать возможности популярных CMS для разработки сайта;
– разработать и протестировать сайт на базе наиболее подходящей CMS

Технологии создания сайтов

1. HTML (HyperText Markup Language)

Язык разметки для создания структуры веб-страницы.

Определяет, как элементы на странице организованы — заголовки, параграфы, изображения, ссылки и т.д.

2. CSS (Cascading Style Sheets)

Язык стилей, который управляет внешним видом элементов на странице.

Оформляет элементы HTML — цвет, шрифты, отступы, макеты. Позволяет адаптировать сайт для различных устройств и экранов.

3. JavaScript

Язык программирования, добавляющий интерактивность веб-страницам.

Позволяет реализовывать динамические элементы, такие как анимации, валидация форм, изменение контента без перезагрузки страницы.

4. Backend-технологии (серверная часть)

Сторона разработки, которая управляет сервером, базами данных и логикой приложения [2].

Языки программирования:

– PHP – наиболее популярный язык для серверных приложений (WordPress, Joomla, Drupal);
– Python – используется в Django и Flask, отлично подходит для сложных веб-приложений;
– Node.js – JavaScript на стороне сервера, подходит для создания быстрых и масштабируемых приложений;
– Ruby – с фреймворком Ruby on Rails, позволяет быстро разрабатывать веб-приложения;
– Java и C# – используются для крупных корпоративных решений.

Системы управления базами данных (СУБД):

– MySQL, PostgreSQL – реляционные базы данных, часто используются для хранения данных сайта, поскольку являются надежными и безопасными.
– MongoDB – NoSQL база данных для работы с большими объемами данных.

1. Frontend-фреймворки

Библиотеки и фреймворки для ускорения и упрощения разработки клиентской части.

Примеры:

– React – библиотека JavaScript, популярная для построения

пользовательских интерфейсов;

– Vue.js – фреймворк для создания пользовательских интерфейсов;

– Angular – мощный фреймворк для создания мобильных приложений.

2. Системы управления контентом (CMS)

Платформы, которые позволяют управлять контентом сайта без программирования.

Примеры:

– WordPress – самая популярная CMS, с открытым исходным кодом, поддерживающая плагины и темы;

– Joomla, Drupal – более мощные и гибкие, подходят для сложных проектов;

– Shopify, Magento – используются для создания интернет-магазинов.

3. Фреймворки для Backend

Фреймворки для ускорения разработки серверной части, включающие готовые модули для работы с базами данных, маршрутизацией и обработкой запросов.

Примеры:

– Laravel (PHP) – современный фреймворк с мощными инструментами для разработки;

– Django (Python) – позволяет быстро создавать безопасные и надежные приложения.

4. Адаптивный дизайн и медиазапросы

Подход, при котором сайт автоматически подстраивается под размеры экрана и устройство пользователя.

Технологии:

– CSS Media Queries – позволяют задавать различные стили в зависимости от разрешения экрана;

– Bootstrap, Foundation – популярные CSS-фреймворки для создания адаптивного дизайна.

–

Сравнительный анализ CMS

Приведем краткое сравнение популярных CMS с целью выявить их сильные и слабые стороны [3]:

WordPress

Преимущества: самая популярная CMS с большим количеством тем и плагинов, легко настраивается и подходит для любых сайтов [4]; имеет удобный интерфейс.

Недостатки: плагины могут замедлять сайт; требуют регулярного обновления и настройки безопасности.

Joomla

Преимущества: более мощная и гибкая в плане настройки, чем WordPress; хорошо подходит для создания порталов и сайтов со сложной структурой.

Недостатки: менее дружелюбный интерфейс для новичков; меньший выбор плагинов и тем.

Drupal

Преимущества: очень мощная и гибкая платформа; подходит для сложных проектов с высокими требованиями к безопасности и производительности.

Недостатки: крутая кривая обучения; требуется больше технических знаний для настройки.

Magento

Преимущества: специализированная CMS для интернет-магазинов; имеет мощный базовый функционал для создания масштабных eCommerce-проектов с широкими возможностями.

Недостатки: тяжелая для освоения; ресурсоемкая и требует профессиональной поддержки.

Основные характеристики разрабатываемого сайта

Простота навигации

Удобное и интуитивное меню, с категориями, такими как «Квартиры», «Коммерческая недвижимость», «Дома», «Земельные участки». Быстрый доступ к популярным разделам: покупка, аренда, новостройки и т. д. Навигация должна быть удобна и на мобильных устройствах, так как значительная часть пользователей заходит на сайт со смартфонов.

Разделение объектов по категориям

Недвижимость, как правило, разбивается по типам, стоимости, географическому расположению, количеству комнат, площади и другим ключевым параметрам. Часто предусмотрены категории для новостроек, вторичного жилья, объектов для коммерческого использования и земельных участков.

Система фильтров и поиск

Развитая система фильтров позволяет пользователю легко находить объекты по нужным характеристикам (тип недвижимости, цена, местоположение, этаж, наличие парковки и др.). Возможность сортировки по цене, дате добавления и другим важным показателям. Полнотекстовый поиск для ввода конкретных адресов или ключевых слов.

Карточки объектов.

Каждое предложение недвижимости представлено в виде карточки с краткой информацией и изображениями. Карточка содержит основные данные: тип недвижимости, адрес, площадь, количество комнат, стоимость, а также кнопку для просмотра подробностей.

Подробная страница объекта

Страница объекта недвижимости с полной информацией: описание, цена, фотографии, планы этажей, удобства и инфраструктура рядом, контакты агента.

Возможность отправить запрос через форму обратной связи или позвонить по указанному номеру. Иногда добавляется возможность рассчитать ипотеку с помощью встроенного калькулятора.

Отзывы и рейтинги

Раздел с отзывами клиентов о компании и работе агентов.

SEO-оптимизация и блоги

Контактные формы, кнопка заказа обратного звонка и контактная информация делают сайт более удобным для связи с агентством.

Данные характеристики помогают сделать сайт агентства недвижимости полезным, функциональным и удобным для пользователей.

Обзор некоторых сайтов агентств недвижимости

Рассмотрим, например, сайт агентства недвижимости "Очаг" (рис.1). Сайт обладает хорошим функционалом, но имеет устаревший дизайн. Есть все нужное для выбора недвижимости, но интерфейс не располагает к себе клиента.

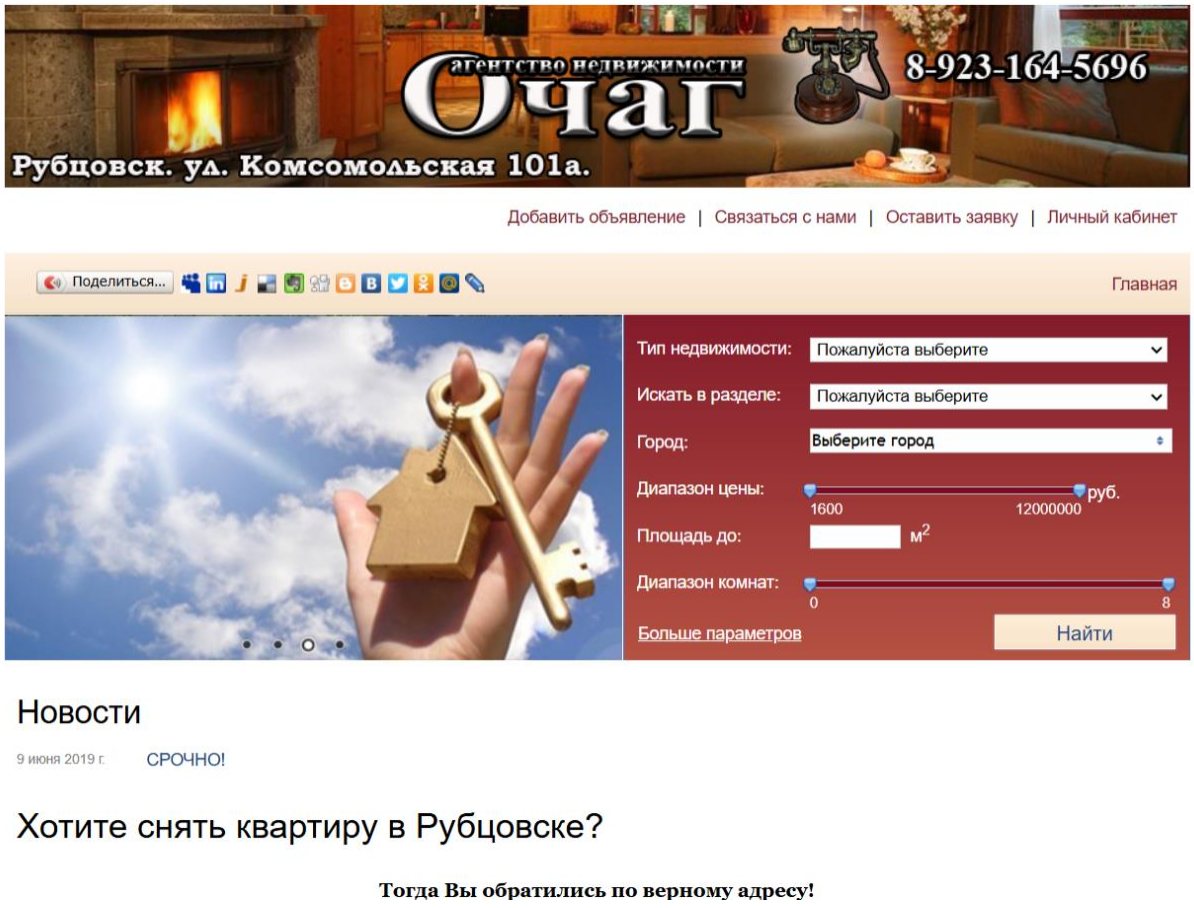


Рис. 1 – Сайт агентства "Очаг"

Более красивый визуально, но малофункциональный сайт-визитка есть у агентства “Терем” (рис. 2).

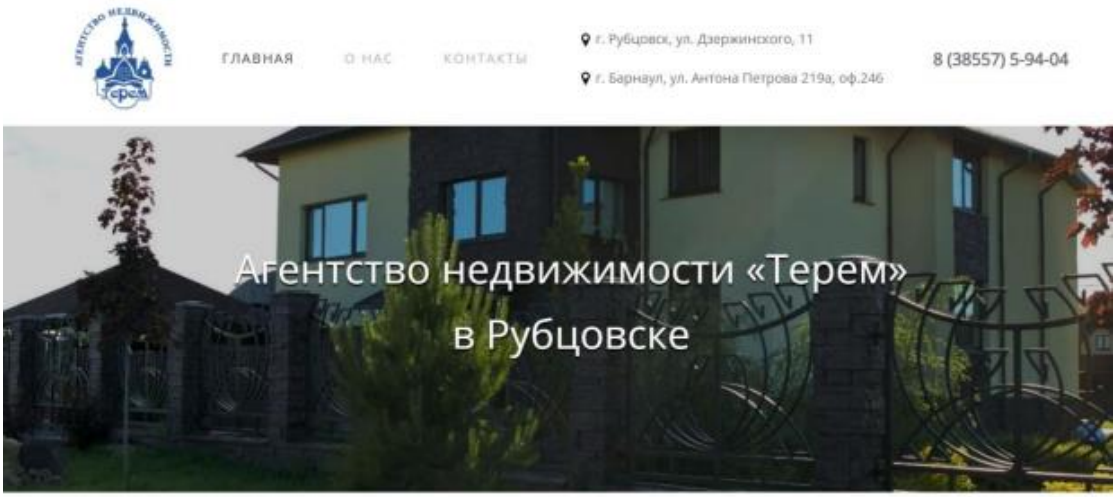


Рис. 2 – Сайт агентства "Терем"

Архитектура разрабатываемого сайта

Для создания сайта была выбрана платформа WordPress. Для хранения информации об объектах недвижимости и пользователях выбрана СУБД MySQL. Был использован плагин Contact Form 7 для создания формы обратной связи и Elementor для визуального редактирования страниц, а также другие.

Рассмотрим главную страницу разработанного сайта для агентства недвижимости "Комфорт". Главная страница содержит краткую информацию об агентстве и список актуальных объектов недвижимости (рис. 3).

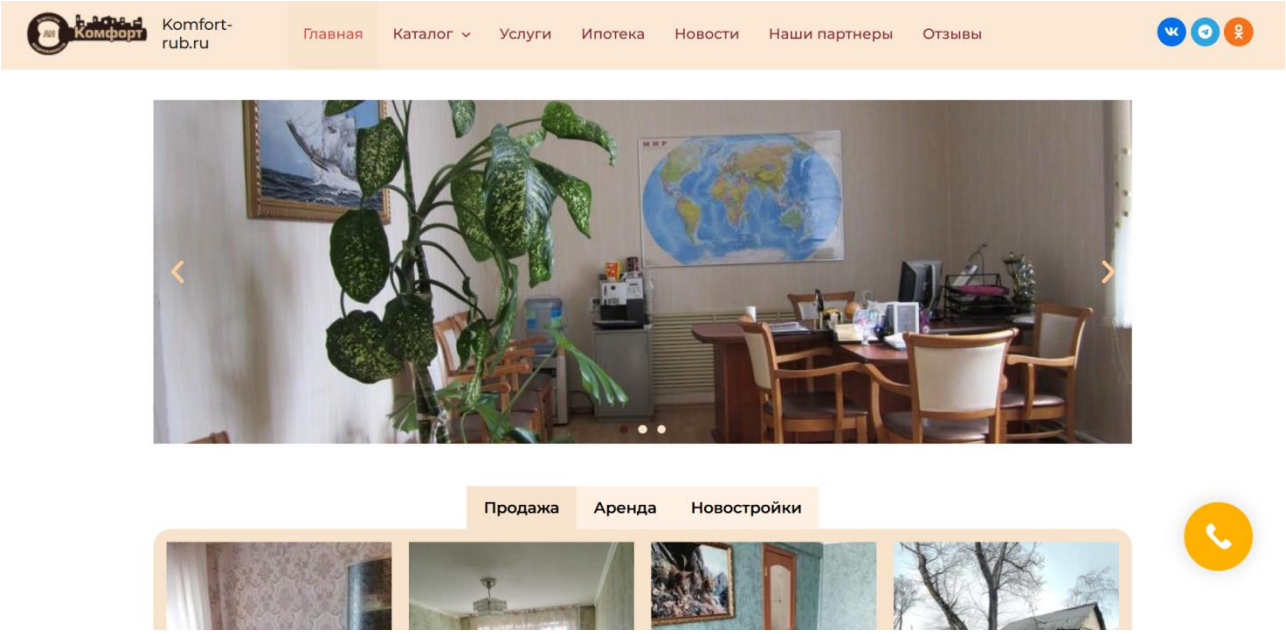


Рис. 3 – Главная страница сайта

Веб-сайт включает несколько разделов, таких как: "Каталог" (рис. 4), "Услуги" (рис.5), "Ипотека" (рис. 6). Основной акцент сделан на представление объектов недвижимости, которые легко искать и фильтровать по типу, цене и размеру. Сайт разработан с адаптивной вёрсткой для корректного отображения на любых устройствах.

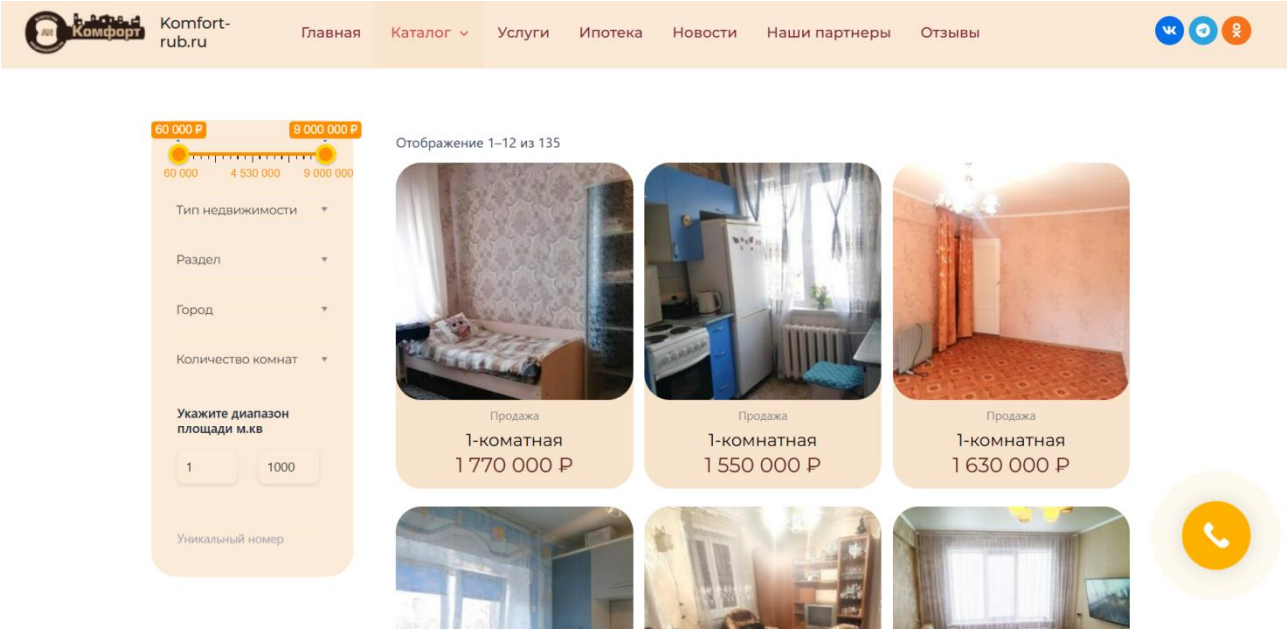


Рис. 4 – Страница "Каталог"

Данный раздел позволяет пользователям искать объекты по различным фильтрам, таким как количество комнат, тип недвижимости, цена и местоположение.

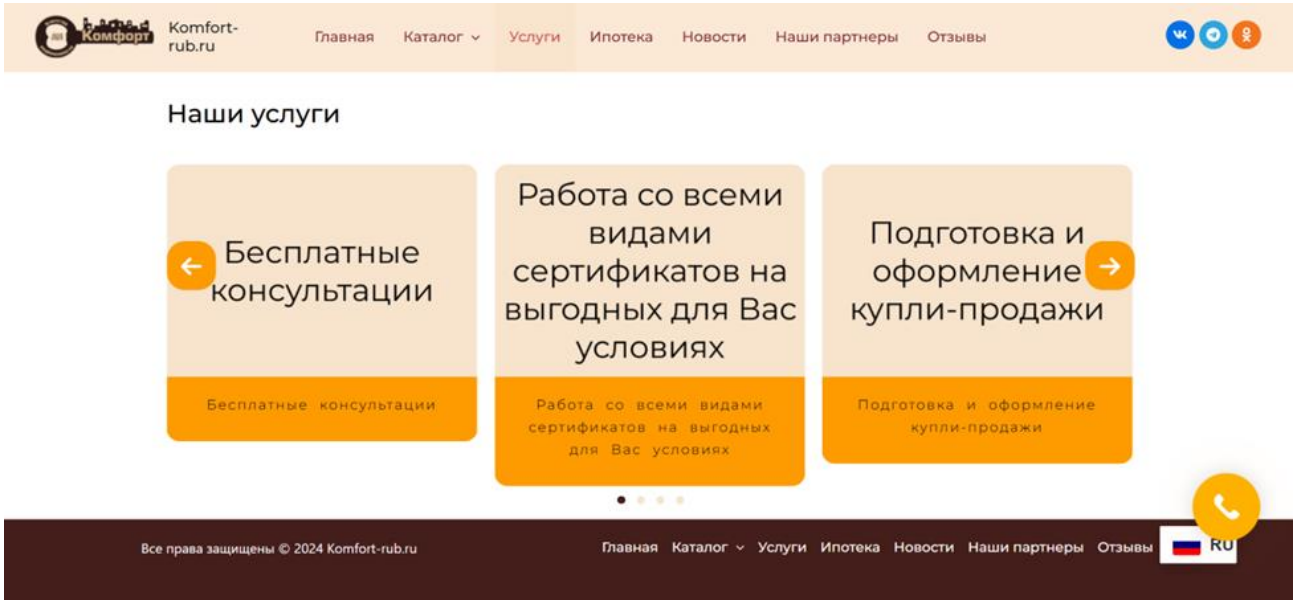


Рис. 5 – Страница "Услуги"

Раздел "Услуги" содержит актуальные услуги, которые может оказать агентство.

Рис. 6 – Страница "Ипотека"

На данной странице присутствует ипотечный калькулятор, который позволяет рассчитать ежемесячный платёж по ипотеке, а также кнопки для выдачи формы обратной связи.

Заключение

Разработка сайта для агентства недвижимости на базе CMS WordPress позволила создать удобный и функциональный ресурс для привлечения клиентов. Сайт позволяет агентству оперативно обновлять информацию об объектах, более эффективно работать с клиентами и поддерживать актуальные данные об объектах недвижимости. В дальнейшем планируется: создание отдельной страницы для удобного добавления объявлений для администратора, привязка адресов в объявлениях к карте, добавление фильтра объявлений по выбранной местности.

Список литературы

1. Веб-сайт: что это такое и для чего это создают? [электронный ресурс]. – URL: https://start-luck.ru/dlya-novichka/chto-takoe-vebsajt.html

2. Маркин, А. В. Основы web-программирования на PHP : учебное пособие / А. В. Маркин, С. С. Шкарин. – Москва : Диалог-МИФИ, 2012. – 252 с. : табл., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229742 (дата обращения: 06.10.2024). – Библиогр.: с. 238. – ISBN 978-5-86404-241-0.

3. Виды конструкторов сайта [электронный ресурс]. – Режим доступа. – URL: https://dvayarda.ru/eto-interesno/konstruktory-saytov/

4. Разные стороны WordPress [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.wordpress.org/about/features

УДК 004.4

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА РЕЗУЛЬТАТОВ ОГЭ И ЕГЭ

Е.В. Никитенко, А.А. Раздобарин

Рубцовский индустриальный институт (филиал)

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Аннотация. В данной статье рассмотрена разработка автоматизированной системы учета и обработки результатов ОГЭ и ЕГЭ, импорта содержимого файлов Excel в базу данных. Разработка опирается на использование платформы .NET 8, языка C#.

Ключевые слова: автоматизация, результаты ОГЭ и ЕГЭ, база данных, .NET 8, C#.

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED ACCOUNTING SYSTEM OGE AND USE RESULTS

E.V. Nikitenko, A.A. Razdobarin

Rubtsovsk Industrial Institute (branch) of the «Altai State Technical University named after I.I. Polzunov»

Annotation. This article discusses the development of an automated system for recording and processing OGE and USE results, importing the contents of Excel files into a database. The development relies on the use of the .NET 8 platform, the C # language.

Keywords: automation, OGE and USE results, database, .NET 8, C#.

Введение

В настоящее время результаты сдачи школьниками ОГЭ и ЕГЭ хранятся в различных файлах Excel, разделенных по предметам, что усложняет анализ данных и получение требуемых отчетов. Разрабатываемая программа позволит импортировать необходимые данные из файлов Excel в базу данных для их последующей обработки с возможностью фильтрации данных для анализа. Наличие базы данных существенно сократит время и позволит избежать рутинных ошибок при работе с результатами ОГЭ и ЕГЭ.

Реализация программы

В качестве среды разработки была выбрана Visual Studio 2022 с установленным пакетом языка C# [1,3], графической подсистемой WPF и платформой .NET 8. Выбор в пользу языка C# связан с его достоинствами, а именно: понятным синтаксисом, строгой типизацией, довольно обширной стандартной библиотекой классов. Для хранения данных была выбрана встраиваемая СУБД SQLite 3 [2].

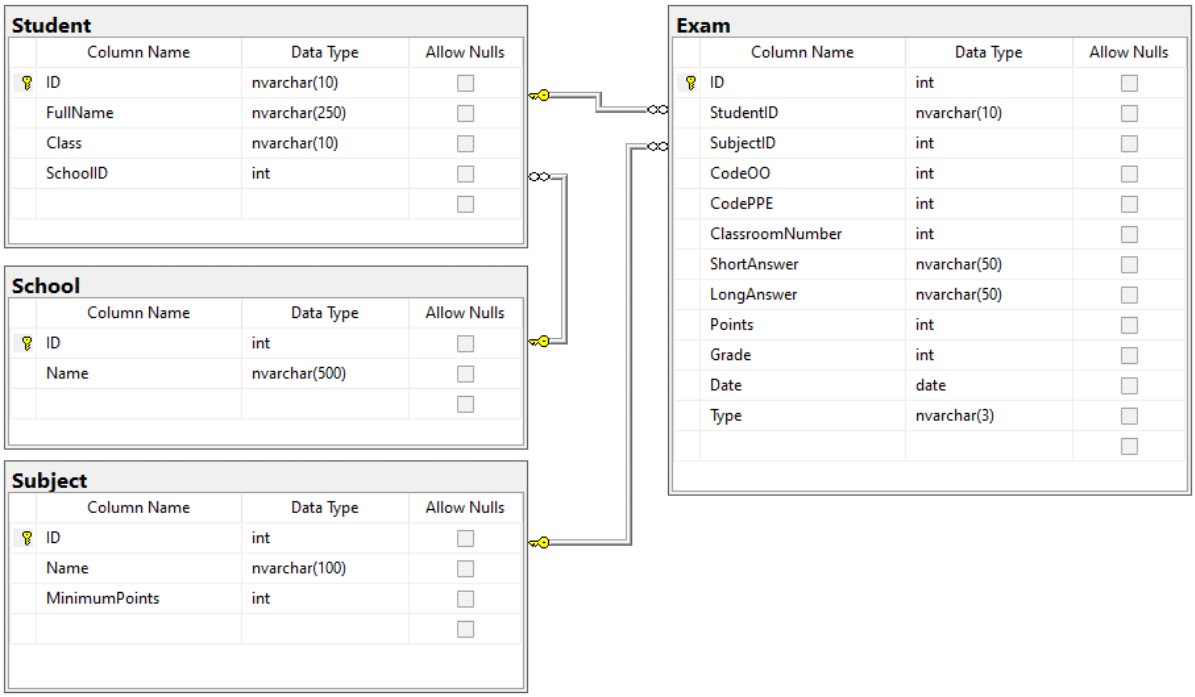


Рис. 1 - Физическая модель БД

Текущий функционал

На рисунке 2 представлена главная форма программы, содержащая две вкладки, на которых могут быть представлены результаты ОГЭ или ЕГЭ, хранящиеся в базе данных.

Чтобы импортировать данные из файлов Excel в базу данных, нужно нажать кнопку «Импорт данных» и выбрать в открывшимся окне требуемые файлы или папку с ними, после чего начнется процесс импорта данных.

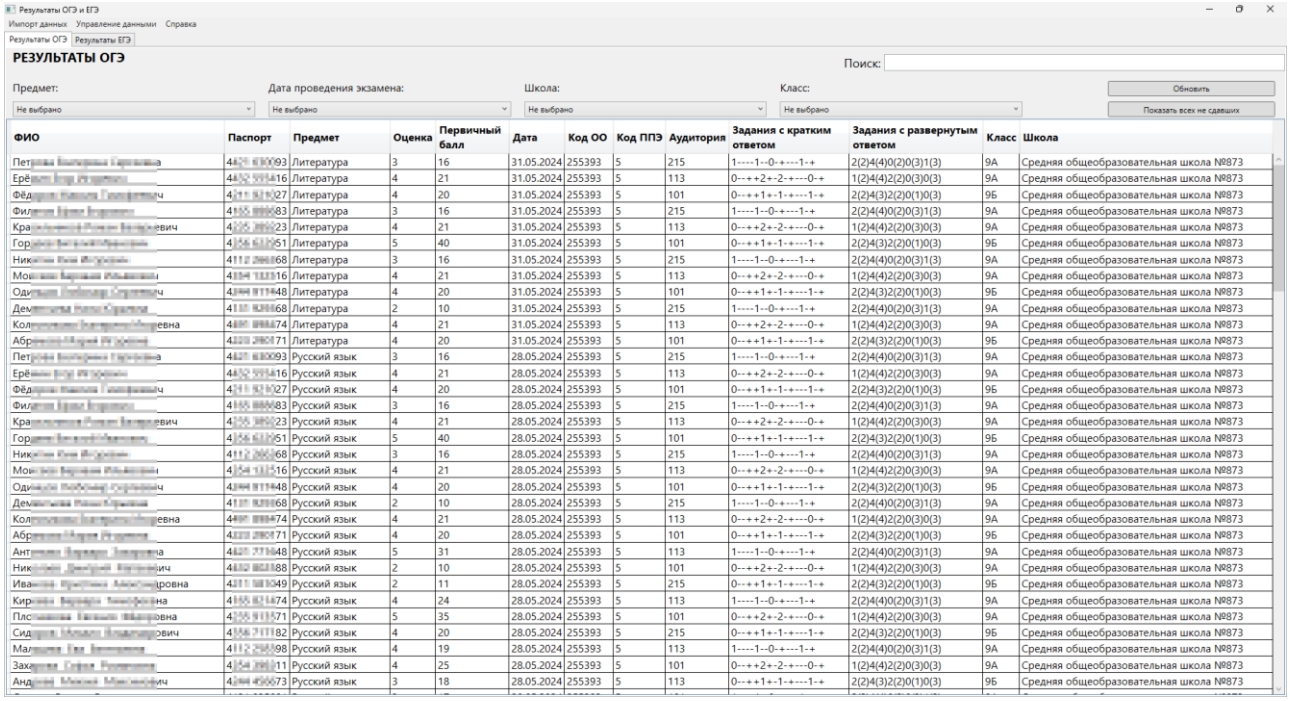
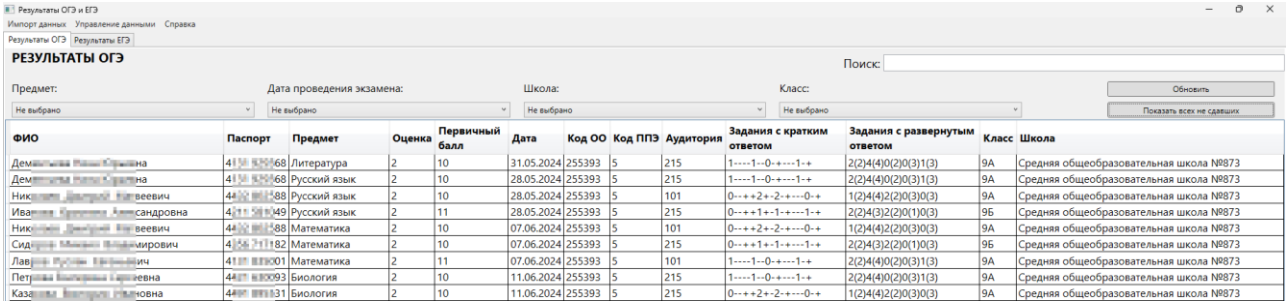


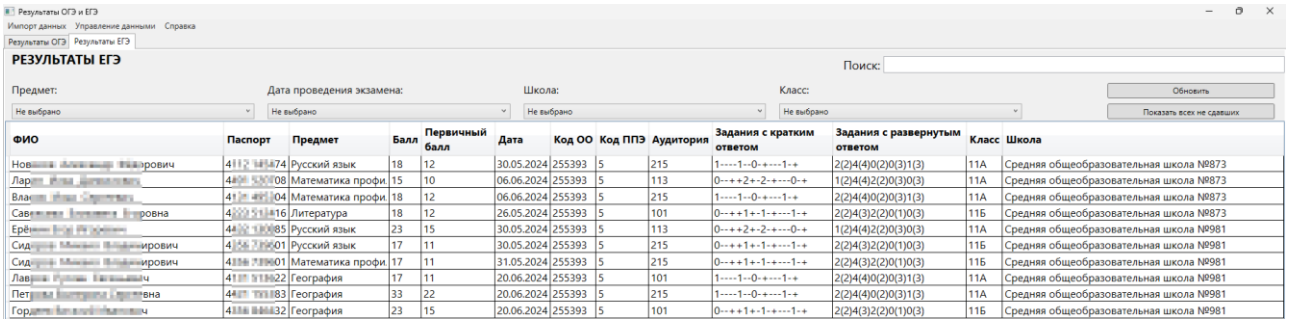
Рис. 2 - Главная форма

При нажатии на кнопку «Показать всех не сдавших», на вкладке «Результаты ОГЭ» будут выведены все записи с оценкой равной двойке (рисунок 3), а на вкладке «Результаты ЕГЭ» будут выведены записи, где полученный балл меньше минимального по соответствующему предмету (рисунок 4).



ФИО	Паспорт	Предмет	Оценка	Первичный балл	Дата	Код ОО	Код ППЭ	Аудитория	Задания с кратким ответом	Задания с развернутым ответом	Класс	Школа
Дем[redacted]на	41[redacted]68	Литература	2	10	31.05.2024	255393	5	215	1----1--0-+---1-+	2(2)4(4)0(2)0(3)1(3)	9А	Средняя общеобразовательная школа №873
Дем[redacted]на	41[redacted]68	Русский язык	2	10	28.05.2024	255393	5	215	1----1--0-+---1-+	2(2)4(4)0(2)0(3)1(3)	9А	Средняя общеобразовательная школа №873
Ник[redacted]евич	44[redacted]88	Русский язык	2	10	28.05.2024	255393	5	101	0--++2+-2-+---0-+	1(2)4(4)2(2)0(3)0(3)	9А	Средняя общеобразовательная школа №873
Ива[redacted]сандровна	41[redacted]49	Русский язык	2	11	28.05.2024	255393	5	215	0--++1+-1-+---1-+	2(2)4(3)2(2)0(1)0(3)	9Б	Средняя общеобразовательная школа №873
Ник[redacted]евич	44[redacted]88	Математика	2	10	07.06.2024	255393	5	101	0--++2+-2-+---0-+	1(2)4(4)2(2)0(3)0(3)	9А	Средняя общеобразовательная школа №873
Сид[redacted]мирович	41[redacted]82	Математика	2	10	07.06.2024	255393	5	215	0--++1+-1-+---1-+	2(2)4(3)2(2)0(1)0(3)	9Б	Средняя общеобразовательная школа №873
Лав[redacted]ич	41[redacted]01	Математика	2	11	07.06.2024	255393	5	101	1----1--0-+---1-+	2(2)4(4)0(2)0(3)1(3)	9А	Средняя общеобразовательная школа №873
Пет[redacted]евна	44[redacted]93	Биология	2	10	11.06.2024	255393	5	215	1----1--0-+---1-+	2(2)4(4)0(2)0(3)1(3)	9А	Средняя общеобразовательная школа №873
Каз[redacted]новна	44[redacted]31	Биология	2	10	11.06.2024	255393	5	215	0--++2+-2-+---0-+	1(2)4(4)2(2)0(3)0(3)	9А	Средняя общеобразовательная школа №873

Рис. 3 – Список не сдавших ОГЭ



ФИО	Паспорт	Предмет	Балл	Первичный балл	Дата	Код ОО	Код ППЭ	Аудитория	Задания с кратким ответом	Задания с развернутым ответом	Класс	Школа
Нов[redacted]рович	41[redacted]74	Русский язык	18	12	30.05.2024	255393	5	215	1----1--0-+---1-+	2(2)4(4)0(2)0(3)1(3)	11А	Средняя общеобразовательная школа №873
Лар[redacted]	44[redacted]08	Математика профи	15	10	06.06.2024	255393	5	113	0--++2+-2-+---0-+	1(2)4(4)2(2)0(3)0(3)	11А	Средняя общеобразовательная школа №873
Вла[redacted]	41[redacted]04	Математика профи	18	12	06.06.2024	255393	5	215	1----1--0-+---1-+	2(2)4(4)0(2)0(3)1(3)	11А	Средняя общеобразовательная школа №873
Сав[redacted]ровна	4[redacted]16	Литература	18	12	26.05.2024	255393	5	101	0--++1+-1-+---1-+	2(2)4(3)2(2)0(1)0(3)	11Б	Средняя общеобразовательная школа №873
Ерё[redacted]	44[redacted]85	Русский язык	23	15	30.05.2024	255393	5	113	0--++2+-2-+---0-+	1(2)4(4)2(2)0(3)0(3)	11А	Средняя общеобразовательная школа №981
Сид[redacted]мирович	4[redacted]01	Русский язык	17	11	30.05.2024	255393	5	215	0--++1+-1-+---1-+	2(2)4(3)2(2)0(1)0(3)	11Б	Средняя общеобразовательная школа №981
Сид[redacted]мирович	4[redacted]01	Математика профи	17	11	31.05.2024	255393	5	215	0--++1+-1-+---1-+	2(2)4(3)2(2)0(1)0(3)	11Б	Средняя общеобразовательная школа №981
Лав[redacted]ич	41[redacted]22	География	17	11	20.06.2024	255393	5	101	1----1--0-+---1-+	2(2)4(4)0(2)0(3)1(3)	11А	Средняя общеобразовательная школа №981
Пет[redacted]евна	44[redacted]83	География	33	22	20.06.2024	255393	5	215	1----1--0-+---1-+	2(2)4(4)0(2)0(3)1(3)	11А	Средняя общеобразовательная школа №981
Горд[redacted]ич	41[redacted]32	География	23	15	20.06.2024	255393	5	101	0--++1+-1-+---1-+	2(2)4(3)2(2)0(1)0(3)	11Б	Средняя общеобразовательная школа №981

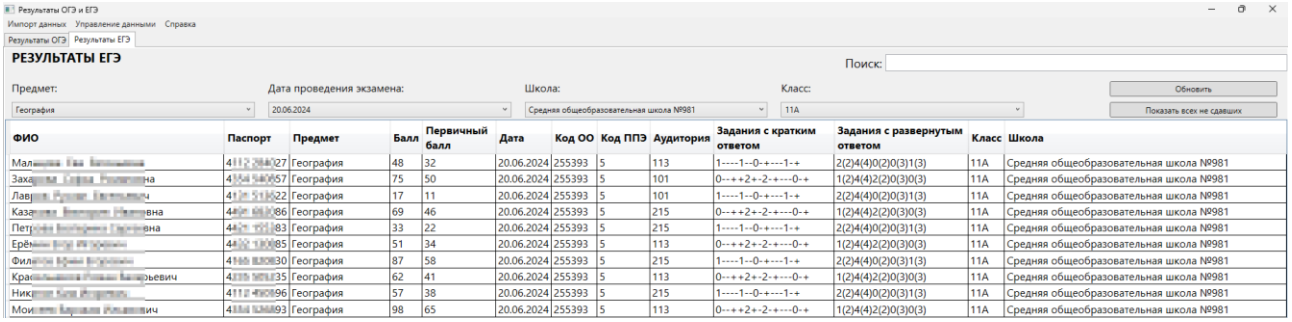
Рис. 4 – Список не сдавших ЕГЭ

При выборе пункта «Управление данными» в верхнем меню, будет выведено окно, в котором можно редактировать: код и название предмета, а также минимальные баллы по данному предмету (рисунок 5).

Код	Предмет	Минимальный балл
1	Русский язык	24
2	Математика профильная	27
3	Физика	36
4	Химия	36
5	Информатика и ИКТ	40
6	Биология	36
7	История	32
8	География	37
9	Английский язык	22
10	Немецкий язык	22
11	Французский язык	22
12	Обществознание	42
13	Испанский язык	22
14	Китайский язык	22
18	Литература	32
22	Математика базовая	3

Рис. 5 – Форма управления данными

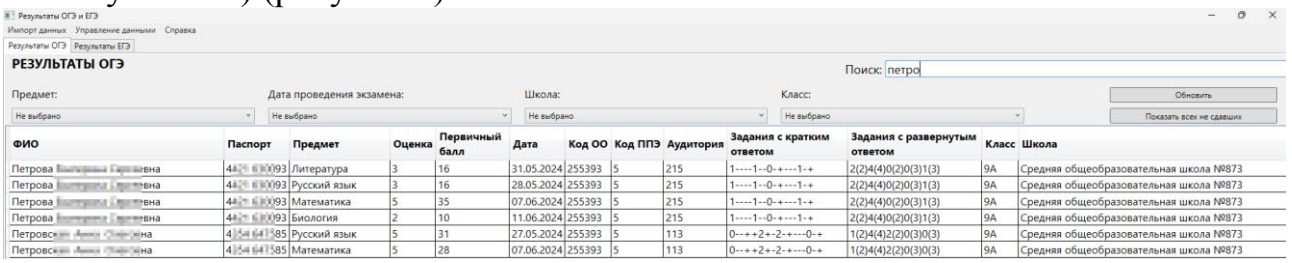
При выборе критериев в выпадающих списках: «Предмет», «Дата проведения экзамена», «Школа» и «Класс» (в любом сочетании и порядке) будет произведена фильтрация данных на экране (рисунок 6).



ФИО	Паспорт	Предмет	Балл	Первичный балл	Дата	Код ОО	Код ППЭ	Аудитория	Задания с кратким ответом	Задания с развернутым ответом	Класс	Школа
Мал[redacted]	41[redacted]27	География	48	32	20.06.2024	255393	5	113	1----1--0-+---1-+	2(2)4(4)0(2)0(3)1(3)	11А	Средняя общеобразовательная школа №981
Зах[redacted]на	4[redacted]57	География	75	50	20.06.2024	255393	5	101	0--++2+-2-+---0-+	1(2)4(4)2(2)0(3)0(3)	11А	Средняя общеобразовательная школа №981
Лав[redacted]ич	41[redacted]22	География	17	11	20.06.2024	255393	5	101	1----1--0-+---1-+	2(2)4(4)0(2)0(3)1(3)	11А	Средняя общеобразовательная школа №981
Каз[redacted]вна	4[redacted]86	География	69	46	20.06.2024	255393	5	215	0--++2+-2-+---0-+	1(2)4(4)2(2)0(3)0(3)	11А	Средняя общеобразовательная школа №981
Пет[redacted]вна	4[redacted]83	География	33	22	20.06.2024	255393	5	215	1----1--0-+---1-+	2(2)4(4)0(2)0(3)1(3)	11А	Средняя общеобразовательная школа №981
Ерё[redacted]	4[redacted]85	География	51	34	20.06.2024	255393	5	113	0--++2+-2-+---0-+	1(2)4(4)2(2)0(3)0(3)	11А	Средняя общеобразовательная школа №981
Фил[redacted]	41[redacted]30	География	87	58	20.06.2024	255393	5	215	1----1--0-+---1-+	2(2)4(4)0(2)0(3)1(3)	11А	Средняя общеобразовательная школа №981
Кра[redacted]рьевич	4[redacted]35	География	62	41	20.06.2024	255393	5	113	0--++2+-2-+---0-+	1(2)4(4)2(2)0(3)0(3)	11А	Средняя общеобразовательная школа №981
Ник[redacted]	41[redacted]96	География	57	38	20.06.2024	255393	5	215	1----1--0-+---1-+	2(2)4(4)0(2)0(3)1(3)	11А	Средняя общеобразовательная школа №981
Мои[redacted]ич	4[redacted]93	География	98	65	20.06.2024	255393	5	113	0--++2+-2-+---0-+	1(2)4(4)2(2)0(3)0(3)	11А	Средняя общеобразовательная школа №981

Рис. 6 - Фильтрация данных

При вводе текста в поле «Поиск», будет произведён поиск учеников, ФИО которых содержит введённый текст (если ранее были выбраны фильтры, то поиск учтёт их) (рисунок 7).



ФИО	Паспорт	Предмет	Оценка	Первичный балл	Дата	Код ОО	Код ППЭ	Аудитория	Задания с кратким ответом	Задания с развернутым ответом	Класс	Школа
Петрова [redacted]вна	44[redacted]93	Литература	3	16	31.05.2024	255393	5	215	1----1--0-+---1-+	2(2)4(4)0(2)0(3)1(3)	9А	Средняя общеобразовательная школа №873
Петрова [redacted]вна	44[redacted]93	Русский язык	3	16	28.05.2024	255393	5	215	1----1--0-+---1-+	2(2)4(4)0(2)0(3)1(3)	9А	Средняя общеобразовательная школа №873
Петрова [redacted]вна	44[redacted]93	Математика	5	35	07.06.2024	255393	5	215	1----1--0-+---1-+	2(2)4(4)0(2)0(3)1(3)	9А	Средняя общеобразовательная школа №873
Петрова [redacted]вна	44[redacted]93	Биология	2	10	11.06.2024	255393	5	215	1----1--0-+---1-+	2(2)4(4)0(2)0(3)1(3)	9А	Средняя общеобразовательная школа №873
Петровс[redacted]на	4[redacted]85	Русский язык	5	31	27.05.2024	255393	5	113	0--++2+-2-+---0-+	1(2)4(4)2(2)0(3)0(3)	9А	Средняя общеобразовательная школа №873
Петровс[redacted]на	4[redacted]85	Математика	5	28	07.06.2024	255393	5	113	0--++2+-2-+---0-+	1(2)4(4)2(2)0(3)0(3)	9А	Средняя общеобразовательная школа №873

Рис. 7 – Фильтрация данных

Заключение

В ходе проделанной работы была разработана автоматизированная система учета и обработки результатов ОГЭ и ЕГЭ, позволяющая импортировать данные из файлов Excel. Данная система имеет необходимый функционал для обработки результатов сдачи ОГЭ и ЕГЭ, позволяет сократить время обработки данных и избежать ошибок. В дальнейшем планируется:

- усовершенствовать интерфейс программы;
- оптимизировать алгоритмы для более быстрой работы;
- сделать дополнительные формы и функции для анализа данных и построения статистики.

Список литературы

1. Васильев, А.Н. Программирование на C# для начинающих. / А.Н. Васильев – Москва: Эксмо, 2018. – 592 с. ISBN 978-5-04-092520-9.
2. Грабер, М. Введение в SQL. Москва: Лори. 2023. – 378 с. ISBN 978-5-8558-2362-2.
3. Фленов, М. Е. Библия C#. / М.Е. Фленов. – Изд. 4-е, перераб. и доп - СПб.: БХВ-Петербург, 2019. – 512 с.: ил. ISBN 978-5-9775-4041-4.

УДК 004.432

АНАЛИЗ ГРАФИЧЕСКИХ БИБЛИОТЕК ДЛЯ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ C#

Л.А. Попова, О.Н. Карих

Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Аннотация: Выбор правильного и удобного инструмента для разработки будущего приложения крайне важный, так как от него зависит эффективность написания кода и функционал приложения. Ведь ошибка может вынудить всё стереть и начать работу заново. В данной статье выполнено сравнение популярных графических платформ для создания настольных приложений с использованием языка программирования C#, а также составлен их рейтинг.

Ключевые слова: графические библиотеки, C#, разработка, кроссплатформенность, рейтинг.

ANALYSIS OF GRAPHICS LIBRARIES FOR THE C# PROGRAMMING LANGUAGE

L.A. Popova, O.N. Karikh

Rubtsovsk industrial institute (branch) of the «Altai State Technical University named after I.I. Polzunov»

Annotation: Choosing the right and convenient tool for developing a future application is extremely important, since the effectiveness of writing code and the functionality of the application depend on it. After all, an error can force you to erase everything and start working again. This article compares popular graphical platforms for creating desktop applications using the C# programming language, and also compiled their rating.

Keywords: graphics libraries, C#, development, cross-platform, rating.

Введение

Любому руководителю проекта, связанного с разработкой программного обеспечения (ПО), необходимо начинать свою работу с правильного выбора инструментария. Если в какой-то момент окажется, что используемый инструмент не имеет в себе жизненно важной функции, то придётся либо кардинально менять план проекта, либо начинать работу заново.

На текущий момент рынок коммерческих и некоммерческих графических библиотек предоставляет большой выбор для разработчиков ПО. Но при обилии различных библиотек, которые, по своей сути, делают одно и то же, начинающим программистам бывает довольно сложно решить, что лучше выбрать: взять первую попавшуюся библиотеку, использовать то, что советуют в интернете, прислушаться к мнению коллеги с работы или все проекты реализовывать с помощью одних и тех же инструментов, с которыми уже хорошо знакомы.

Любой из вышеперечисленных вариантов в конечном итоге может привести к проблемам в силу своей нерациональности и необъективности. Возможно, универсальный инструмент уже существует, но на него просто не обращают внимания, а может, выбор должен основываться на тщательном анализе всех необходимых критериев.

Язык программирования C# был разработан для создания приложений, работающих под ОС Windows, но вследствие удачной реализации объектно-ориентированного подхода к написанию программного кода, стал востребованным языком программирования для разработки приложений и для других платформ. При поиске в интернете описания графических библиотек для языка программирования C# наиболее популярные варианты можно разделить на две группы: библиотеки, ориентированные только на операционную систему Windows (Windows Forms, WPF, UWP, WinUI), и кроссплатформенные (Avalonia UI, GTK#, Uno Platform). В данной статье мы для каждой из перечисленных библиотек определим область её основного применения и попытаемся найти наиболее универсальную библиотеку.

Описание графических библиотек

Windows Forms (WinForms) – это платформа для создания классических приложений Windows с графическим интерфейсом пользователя [1]. Была разработана компанией Mircosoft в 2002 году как часть .NET Framework, является оберткой для компонентов Windows API. В 2014 году Mircosoft заявила о прекращении развития WinForms и переходе в режим её обслуживания. Однако, благодаря визуальному конструктору, предоставляемого Visual Studio, который позволяет эффективно создавать настольные приложения, на текущий момент выполняется её интеграция с новыми версиями .NET [2]. Windows Forms хорошо подходит для начинающих разработчиков, в том числе студентов. Может использоваться для создания различных приложений, ориентированных на работу в ОС Windows, как с относительно простым, так и со сложным графическим интерфейсом.

Windows Presentation Foundation (WPF) является частью .NET, использует векторный механизм визуализации, приложения WPF основаны на DirectX. Платформа была разработана компанией Mircosoft в 2006 году на замену Windows Forms. WPF предоставляет комплексный набор функций разработки ПО: возможность декларативного определения графического интерфейса с помощью языка XAML, разнообразные элементы управления, использование визуального конструктора, взаимодействие с WinForms, привязка к данным, макет, двумерная и трехмерная графика, анимации, стили, шаблоны, документы, мультимедиа, текст и типографические функции [3]. Благодаря своей универсальности и возможности создания приложений с красивым графическим интерфейсом, WPF широко используется разработчиками ПО для создания приложений Windows.

Universal Windows Platform (UWP) – библиотека, которая предоставляет общую платформу приложений на любом устройстве, работающем под управлением Windows. Стала использоваться с 2016 года. К её преимуществам относится использование адаптивных элементов управления (реагируют на размер и плотность точек экрана, на котором выполняется приложение, и выбирают подходящий масштаб и макет) и работа с несколькими типами входных данных, таких как клавиатура, мышь, сенсорный ввод, перо и игровые

контроллеры [4]. Однако эта библиотека имела ряд недостатков, которые не позволили сделать её универсальной. Если рассматривать разработку настольных приложений, то функционал UWP аналогичен функционалу WPF.

WinUI 3 – это новейшая платформа (Preview 1 вышла в 2020 году) пользовательского интерфейса рабочего стола для разработки приложений Windows версий 10 и 11 (усовершенствованная библиотека UWP). Это часть пакета Microsoft Windows App SDK. Использует шаблон проектирования Model-View-ViewModel (MVVM). Также как UWP, она ориентирована на разработку не только настольных приложений, но и программ для других типов устройств, управляемых Windows [5]. В настоящее время ведётся разработка MAUI (Multi-platform App UI) – кроссплатформенной библиотеки графического интерфейса. Является эволюцией Xamarin.Forms. Для Windows она будет работать именно через компоненты WinUI 3.

Avalonia UI – это фреймворк пользовательского интерфейса для создания кроссплатформенных приложений на .NET. Он использует собственную технологию отрисовки элементов, что обеспечивает единый внешний вид и обработку событий на разных платформах, таких как Windows, macOS, Linux, Android, iOS и WebAssembly [6]. Построение пользовательского интерфейса выполняется двумя способами: описание элементов в коде посредствам обращения к Avalonia API и использование XAML. Используется разработчиками ПО для создания кроссплатформенных приложений.

GTK# – это C#-обертка для Gtk и связанных с ним компонентов [7]. Сама библиотека GTK изначально была написаны для языка Си, но в дальнейшем получила независимые обёртки для разных языков программирования. Существует две независимые популярные обёртки для данной библиотеки. Одна из них считается устаревшей, другая соответствует новому стандарту GTK [8], поэтому в данной статье мы будем рассматривать последнюю версию. Преимуществом этой библиотеки является её использование для разработки приложений под разные операционные системы (Linux, MacOSX, FreeBSD и другие), однако для ОС Windows это не лучший вариант. Разработка пользовательского интерфейса выполняется на языке XML, библиотека не имеет визуального конструктора. Поэтому она не пользуется популярностью среди разработчиков ПО.

Uno Platform – платформа с открытым исходным кодом для быстрого создания единой кодовой базы собственных мобильных, веб-, настольных и встроенных приложений [9]. При разработке пользовательского интерфейса используется современный синтаксис, ориентированный на XAML, или разметку C# в декларативном стиле. Предусмотрено конвертирование кода, написанного на WPF, Silverlight и Xamarin Forms. Это достаточно перспективная библиотека, но в настоящее время не пользуется популярностью среди разработчиков, так как ещё дорабатывается и не содержит достаточно подробную документацию.

Методика исследований

Прежде чем начать исследовать перечисленные библиотеки, необходимо

определиться на какие критерии обращать внимание при анализе. После этого мы можем составить формулу для вычисления средней оценки для каждой библиотеки.

В статье мы выделили следующие критерии оценивания: наличие и качество технической документации; кроссплатформенность; актуальность и функциональность; объём наработок и информации, доступных в интернете.

Наличие и качество технической документации – наличие документов, содержащих в описание данных, необходимые для разработки, производства, эксплуатации и сопровождения программного обеспечения.

Оценивать данный критерий будем по 3-балльной шкале где:

0 – отсутствие документации;

1 – наличие документации на английском языке;

2 – наличие документации на русском языке.

Для перевода в 100-балльную систему и дальнейшего вычисления среднего балла будем умножать оценку на 50.

Кроссплатформенность – способность программного обеспечения работать с несколькими аппаратными платформами или операционными системами.

Оценка критерия может быть либо 1 при наличии кроссплатформенности или 0 при её отсутствии. Перевод в 100-балльную систему осуществляется умножением на 100.

Актуальность и функциональность – библиотека должна соответствовать современным стандартам и иметь все необходимые функции для разработки программного обеспечения. Выделим несколько важных моментов и за каждый будем начислять один балл в данный критерий.

Функции, которые обязательны для любой графической библиотеки, например, наличие обработчика событий, включать в критерий не будем.

– ***Разделение графики и кода***. Под этим подразумевается наличие инструмента, который позволит реализовывать графику, не перемешивая её с основным кодом приложения. Например, язык декларативного программирования XAML, разработанный Mircosoft на основе XML, и позволяющий прописывать внешний вид окна более удобным способом.

– ***Средства для удобного создания стилей и кастомизации форм и графических объектов***. Во многих старых библиотеках кастомизация заканчивается на изменении формы, цвета и размера объектов, и делается это напрямую для конкретного объекта через его код (главные представитель такого подхода Windows Forms). Более современные инструменты позволяют писать классы стилей на языках схожих и подобных CSS, а после применять их сразу для группы объектов, когда это необходимо. Это упрощает кастомизацию приложения, потому что можно множества раз использовать единожды написанный класс стилей.

– ***Наличие визуального дизайнера (конструктора)***, который позволит добавлять графические элементы, вообще не касаясь кода, а после самостоятельно сгенерирует код для создания графического интерфейса.

– ***Наличие поддержки от разработчиков и регулярные обновления***.

Поэтому максимальное количество баллов, которые может получить библиотека по данному критерию 4, а соответственно для перевода оценки в 100-балльную систему первичный балл будет умножаться на 25.

Объём наработок и информации, доступных в интернете. Данный критерий будем оценивать по данным с интернет ресурса Stack Overflow, который считается крупнейшим форумом для поднятия интересующих технических вопросов и обмена информацией в самых разных областях. Будут собраны данные о количестве поднятых тем с тегами каждой из библиотек, а после высчитана популярность каждой библиотеки по формуле:

$$\frac{x_i}{x_1+x_2+\cdots+x_n} \cdot 100,$$

где n – количество исследуемых библиотек;

x_i – количество результатов поиска для конкретной библиотеки ($1 \le i \le n$).

Итоговая оценка рассчитывается на основании всех предыдущих критериев по формуле:

$$\frac{a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4}{a_1 + a_2 + a_3 + a_4}$$

где a_i – параметр, отвечающий за важность критерия i ($1 \le i \le 4$). Если равен 0, то данный критерий не важен в текущей ситуации;

x_i – оценка критерия i.

Результаты

Проведём анализ по вышеперечисленным критериям следующих библиотек:

– Windows Forms,
– WPF,
– WinUI 3,
– Avalonia UI,
– GTK#,
– Uno Platform.

Для расчёта итоговой оценки все критерии считаются равнозначными (все значения параметров a_i приняты за 1). В таблице 1 содержатся результаты сравнение графических библиотек C# для их анализа.

Таблица 1

Сравнительный анализ графических библиотек

Библиотека	Windows Forms	WPF	WinUI 3	Avalonia UI	GTK#	Uno Platform
Наличие и качество технической документации	100	100	100	100	0	50

Продолжение таблицы 1

Библиотека	Windows Forms	WPF	WinUI 3	Avalonia UI	GTK#	Uno Platform
Кроссплатформенность	0	0	0	100	100	100
Актуальность и функциональность	25	75	75	75	100	75
Объём наработок и информации, доступных в интернете	36,37	62,25	0,69	0,26	0,29	0,14
Итоговая оценка	41,17	59,44	43,92	68,82	50,08	56,28

Данный рейтинг очень грубый и условный, потому что все критерии приняты как равные по значимости. В реальности зачастую наличие документации и функциональность стоит намного выше по важности, чем количество информации об инструменте на интернет форумах. Что касается кроссплатформенности, то с ней и вовсе возможны три варианта: она необходима (тогда некоторые библиотеки и вовсе не стоит рассматривать как варианты), она не обязательна, но в будущем может пригодиться (данный вариант и рассматривается в таблице 1) и она абсолютно точно не нужна (тогда параметр, отвечающий за неё, следует принять за 0).

В таблице 2 рассмотрим два варианта итоговых оценок. В первом – кроссплатформенность абсолютно точно обязательна, а во втором – в ней точно нет нужды, и разрабатываемая программа ориентирована на работу в Windows (выбрана именно эта операционная система в силу её подавляющей популярности в сравнении с другими). Прочие параметры будут иметь следующие величины:

– наличие документации и функциональность – 5;
– объём данных в интернете – 1.

Таблица 2

Расчёты с параметрами, более реальными для практикического применения

Библиотека	Windows Forms	WPF	WinUI 3	Avalonia UI	GTK#	Uno Platform
Кроссплатформенность обязательна	0	0	0	79,57	45,48	56,83
Кроссплатформенность не нужна	60,15	85,25	79,61	79,57	45,48	56,83

На основе этих рейтингов можно сделать вывод о том, что наиболее предпочтительными библиотеками являются WPF и Avalonia UI. Выбор

следует делать между ними, основываясь на том, планируете ли вы в будущем писать программы для разных операционных систем или хотите делать софт исключительно для Windows. Все современные разработки базируются на инструментах, заложенных в этих библиотеках.

Однако стоит заметить, что хоть WPF ещё долгое время будет на плаву, официально его поддержка практически прекращена, в силу того, что компания переключилась на разработку другой пока что сырой библиотеки – MAUI. Библиотеку продолжают поддерживать энтузиасты, но неизвестно, как долго она будет оставаться актуальной. В любом случае не так важно, какую библиотеку вы выберете для обучения, ведь Avalonia создавалась как аналог WPF, и обе библиотеки очень похожи друг на друга. Изучив одну из них, вы сможете достаточно быстро перейти на разработку с использованием другой библиотеки.

Заключение

Можно сделать вывод о том, что не существует идеальной библиотеки, выбрав которую можно решить любую задачу, поставленную перед разработчиком ПО. Выбор платформы для разработки и языка программирования зависит от требований к будущему программному обеспечению. В последние годы происходит унификация средств для разработки ПО. Однако, сделав сейчас выбор в пользу WPF или Avalonia, вы точно не ошибётесь на ближайшие несколько лет. Обе библиотеки крайне популярны и актуальны, схожи друг с другом, насколько это возможно, а также имеют подробные руководства для разработчиков, в том числе и на русском языке. С их помощью вы сможете достаточно быстро начать создавать качественные и современные графические приложения.

Список литературы

1. Windows Forms [электронный ресурс] – URL: https://ru.ruwiki.ru/wiki/Windows_Forms

2. Руководство по классическим приложениям (Windows Forms .NET) // Microsoft Learn Challenge [электронный ресурс] – URL: https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/desktop/winforms/overview/?view=netdesktop-9.0

3. Руководство по классическим приложениям (WPF .NET) // Microsoft Learn Challenge [электронный ресурс] – URL: https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/desktop/wpf/overview/?view=netdesktop-9.0

4. Универсальная платформа Windows (UWP)) // Microsoft Learn Challenge [электронный ресурс] – URL: https://learn.microsoft.com/ru-ru/windows/uwp/get-started/

5. Alvin Ashcraft. Learn WinUI 3. – Birmingham: Published by Packt Publishing Ltd. – 2023. – 365 с. – ISBN 978-1-80512-006-3

6. Avalonia Documentation [электронный ресурс] – URL: https://docs.avaloniaui.net/ru/

7. Руководство GTK# для начинающих [электронный ресурс] – URL: https://www.opennet.ru/docs/RUS/gtk_mono/
8. GtkSharp [электронный ресурс] – URL: https://github.com/GtkSharp/GtkSharp
9. Create Beautiful .NET Apps Faster // platform.uno – URL: https://platform.uno

УДК 004.912

ТРАНСЛЯТОР АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЗНАКОВОЙ СИСТЕМЫ В MOODLE GIFT: РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИМПОРТА ТЕСТОВ

А.С. Шевченко, С.Е. Исмагулов, М.А. Долматова
ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет,
г. Ханты-Мансийск

Аннотация: в статье рассматривается возможность создания транслятора для конвертации тестов из альтернативной знаковой системы в формат Moodle GIFT. Основная цель работы – упростить процесс импорта тестов через автоматизацию и устранение трудностей ручной конвертации. Рассматриваются ограничения формата Moodle GIFT и предлагается новый подход для преодоления этих недостатков.

Ключевые слова: GIFT формат, транслятор тестов, альтернативная знаковая система, импорт тестов, автоматизация тестирования, образовательные платформы, Конвертация форматов, онлайн-тестирование.

TRANSLATOR OF AN ALTERNATIVE SYMBOL SYSTEM INTO MOODLE GIFT: RATIONALIZING THE TEST IMPORT PROCESS

A.S. Shevchenko, S.E. Ismagulov, M.A. Dolmatova
Yugra State University, Russia, Khanty-Mansiysk

Abstract: the article explores the possibility of creating a translator to convert tests from an alternative notation system into the Moodle GIFT format. The main objective of the work is to simplify the test import process through automation and to eliminate the challenges of manual conversion. The limitations of Moodle GIFT format are examined, and a new approach is proposed to address these shortcomings.

Keywords: GIFT format, Test translator, Alternative notation system, Test import, Test automation, Educational platforms, Format conversion, Online testing.

Введение

Moodle GIFT – система для импорта тестов на образовательные платформы, которая поддерживает различные типы вопросов (открытые, закрытые, вопросы с коротким ответом и т.д.). Формат Moodle GIFT позволяет преподавателям организовать процесс онлайн-тестирования [1].

Однако подготовка тестов в формате GIFT часто требует значительных усилий из-за сложной структуры синтаксиса самого формата, где важно точно соблюдать служебные знаки. Для неподготовленного преподавателя этот процесс может оказаться сложным и подверженным ошибкам, что замедляет процесс создания тестов.

Неопытные пользователи сталкиваются с трудностями в создании сложных типов вопросов, таких как открытые и вопросы на

соответствие/упорядочивание, поскольку формат GIFT требует соблюдения множества правил. Изучение правил и создание тестов в этом формате требует времени, а из-за ошибок пользователь часто ограничивается использованием простых типов вопросов. В результате многие преподаватели ограничиваются базовыми возможностями Moodle GIFT, не используя его полный функционал.

Целью данной работы является разработка транслятора, который позволит автоматизировать процесс создания тестов, преобразуя текст из упрощенной знаковой системы в формат GIFT. Предлагаемое решение должно помочь преподавателям ускорить процесс подготовки тестов и сократить вероятность ошибок.

Основные задачи включают разработку альтернативной знаковой системы, удобной для создания тестов, и создание транслятора, который сможет конвертировать эту знаковую систему в формат Moodle GIFT. Транслятор будет принимать файлы в формате Word, считывать разметку и преобразовывать её согласно синтаксису формата Moodle Gift.

Предполагается, что автоматизация процесса с помощью транслятора не только упростит подготовку тестов, но и расширит возможности преподавателей, позволяя им использовать весь функционал Moodle GIFT.

Описание технологии исследования

Moodle как платформа для онлайн курсов

Онлайн-курсы и тестирование дают возможность обучающимся проходить материалы в удобном темпе и сдавать тесты дистанционно, что особенно актуально в условиях удаленного обучения. Преподавателям онлайн-тестирование упрощает оценку знаний благодаря автоматическому подсчету результатов и возможностям анализа. В результате улучшается эффективность образовательного процесса, а учащиеся получают более комфортный и индивидуализированный подход [2, 3].

Moodle – одна из систем управления обучением (LMS), которая используется во учебных заведений, а также корпоративных и государственных организациях для создания онлайн-курсов. С помощью Moodle можно организовать учебный процесс в цифровом формате, включая размещение учебных материалов, проведение лекций, сдачу заданий и тестирование. Главное преимущество Moodle в его гибкости и доступности: она позволяет настроить курсы под конкретные задачи и требования преподавателя и поддерживает интеграцию с различными образовательными платформами.

Для импорта тестов Moodle использует текстовый формат GIFT (General Import Format Technology). Этот формат позволяет загружать задания в текстовом виде, облегчая их массовое добавление и использование на платформе. Однако создание тестов в формате GIFT требует соблюдения сложной синтаксической структуры, которая включает специальные символы: фигурные скобки, двойные двоеточия, символы вопроса и проценты, которые регулируют форматирование вопросов и ответов.

Несмотря на преимущества формата Moodle GIFT, у него есть ряд значительных недостатков. Первоначально GIFT создавался для английского языка и раскладки клавиатуры, что усложняет разработку тестов на русском языке, так как пользователям приходится постоянно переключаться между раскладками. Внедрение новой системы символов позволит создавать тесты для русского языка без необходимости постоянного переключения между EN раскладкой и RU раскладкой, решая тем самым данную проблему.

Выбор технологий для разработки транслятора

Выбор технологий рассматривается на основе JavaScript [4]. Для разработки транслятора на JavaScript потребуется несколько технологий и библиотек, чтобы реализовать чтение файлов, замену знаков и генерацию выходного документа, а также форматирование и разметку на основе языка разметки Markdown.

Для чтения файла предлагается FileReader API. FileReader API – это встроенный в JavaScript API для работы с файлами в браузере [5]. Он позволяет пользователям загружать локальные файлы, которые затем можно обрабатывать прямо на клиентской стороне. FileReader API будет использоваться для открытия и чтения содержимого файла с альтернативной знаковой системой, который загружает пользователь (например, .txt или .docx).

Замена знаков и формирование формата GIFT с помощью Regular Expressions (RegExp). Для преобразования текста из альтернативной знаковой системы в формат, подходящий для Moodle GIFT, можно встроенный механизм JavaScript для поиска и замены паттернов в строках RegExp [6]. С помощью RegExp можно находить определённые знаки, используемые в альтернативной системе (например, {, }, ?, ::) [7,8], и заменять их на нужные для Moodle GIFT символы.

Генерация выходного файла с помощью Blob API. После преобразования текста в формат GIFT необходимо сохранить его в файл, который пользователь сможет загрузить. Blob API используется для создания файловых объектов на основе данных, которые затем можно загрузить как файл с помощью FileSaver.js или методов браузера [9]. API создаёт файл GIFT, который пользователь может скачать, чтобы импортировать в Moodle.

На рисунке 1 представлен упрощенный алгоритм работы транслятора.

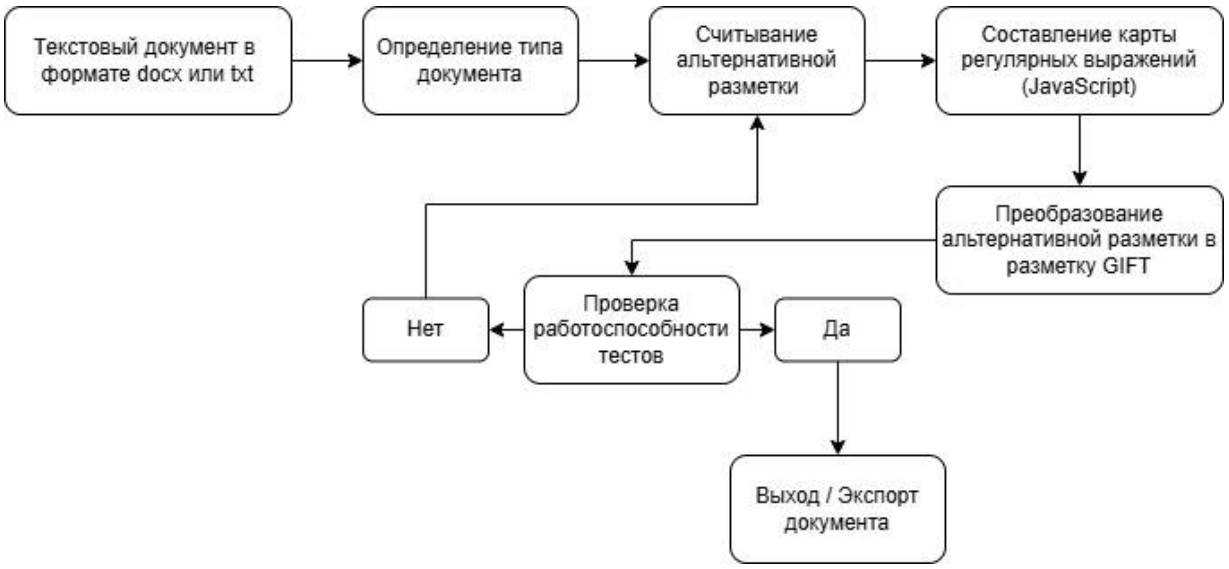


Рис. 1 – Алгоритм работы транслятора

Роль Markdown

Markdown – это легковесный язык разметки, который позволяет форматировать текст с помощью простого набора символов. Он предназначен для того, чтобы быть легко читаемым как в исходном виде, так и после конвертации в другие форматы. Markdown удобен в использовании благодаря своей простоте: для выделения заголовков, создания списков, ссылок, вставки изображений и других элементов требуется минимальный набор специальных символов, которые легко запомнить и использовать [10].

Markdown часто преобразуется в HTML, чтобы текст можно было отображать в браузерах и на веб-страницах. Данное свойство делает его универсальным форматом, так как Markdown может быть транслирован в другие знаковые системы. Благодаря этому он широко используется для создания контента, совместимого с различными платформами и приложениями, в том числе блогами, документами, онлайн-курсами и технической документацией.

Структура создаваемого документа

Тест начинается с задания категории, которая структурирует вопросы по темам или уровням. Категория обозначается через символ **«К:»** что является сокращением от слова «Категория». За этим символом следует название категории, подкатегории и так далее, каждое из которых отделяется знаком «/», например, «**К: Первая категория/подкатегория/подкатегория/и. т. д./**».

Категория обязательно заканчивается этим символом «/» чтобы исключить возможное совпадение с текстом вопросов и избежать путаницы. Далее идут вопросы. Каждый вопрос начинается с обозначения «**В:**» и формулировки вопроса. Заканчивается вопрос знаком вопроса «?», например, «**В: Какова скорость света?**»

Для вопросов открытого типа возможны несколько вариантов правильного ответа, которые перечисляются через запятую, заключенные в двойные подчеркивания. Например, В: Назовите столицу Франции? __Париж, париж__

В таблице 1 представлены все варианты альтернативной знаковой системы основанной на синтаксисе Markdown:

Таблица 1

Альтернативная знаковая система для транслятора

Тип вопроса	Вариант Moodle Gift	Альтернативный вариант
Вопрос с множественным выбором	`::Название вопроса:: Вопрос? {~Ответ1 ~Ответ2 =Правильный ответ}`	В:Название вопроса? Ответ1 Ответ2 Ответ3 + Ответ4
Вопрос с несколькими правильными ответами	`::Название вопроса:: Вопрос? {=Правильный ответ1 =Правильный ответ2 ~Неправильный ответ}`	В:Название вопроса? +Ответ1 Ответ2 Ответ3 + Ответ4
Вопрос на установление соответствий	`::Название вопроса:: Вопрос? { =Пара1 -> Ответ1 =Пара2 -> Ответ2 }`	В:Название вопроса? Пара1 - - Ответ1 Пара2 - - Ответ 2
Вопрос на установление порядка	`::Название вопроса:: Вопрос? { =1 -> Ответ1 =2 -> Ответ2 }`	В:Название вопроса? 1 - - Ответ1 2 - - Ответ 2
Вопрос с числовым ответом	`::Название вопроса:: Вопрос? {#Правильный ответ: Погрешность}`	В:Название вопроса? Ч:__Ответ__ П: Число%
Вопрос на краткий ответ	`::Название вопроса:: Вопрос? {=Правильный ответ}`	В:Название вопроса? __Ответ__
Вопрос с альтернативными правильными ответами	`::Название вопроса:: Вопрос? {=Вариант ответа1 =Вариант ответа2}`	В:Название вопроса? __Ответ1, Ответ2, Ответ 3__
Эссе	`::Название вопроса:: Вопрос? {}`	В:Название вопроса? Э: __Ответ__
Верно/Неверно	`::Название вопроса:: Вопрос? {TRUE}` или `::Название вопроса:: Вопрос? {FALSE}`	В:Название вопроса? __Ложь__ или __Истина__

Перспективы развития транслятора

Одним из направлений развития транслятора является расширение функциональности альтернативной знаковой системы, чтобы поддерживать различные оценки для ответов. Подобный подход позволит назначать баллы за правильные и неправильные ответы, а также учитывать разный вес вопросов или категорий, что сделает тестирование более гибким и адаптивным.

Важным шагом будет добавление поддержки медиафайлов, таких как видео, аудио и изображения (например, mp4, mp3, png, jpg, svg). Интеграция

мультимедийных элементов станет дополнением, так как подобные возможности уже присутствуют в некоторых других форматах, таких как GIFT with media и Markdown.

Также планируется поддержка формул, используя синтаксис LaTeX в формате KaTeX []. Дополнение позволит легко добавлять сложные математические выражения, которые можно обозначать с помощью знаков «$» или «$$ для вопросов требующих сложных расчетов. В дальнейшем необходимо разработать и собственный формат для расширенных типов вопросов, например, для заполнения таблиц, чтобы расширить возможности тестирования за рамки ограничений GIFT.

Заключение

На данный момент удалось разработать базовую структуру транслятора, позволяющую переводить тесты из альтернативной знаковой системы в формат Moodle GIFT, а также определить правила для категоризации и структурирования вопросов. Основные шаблоны для различных типов вопросов и их синтаксис также были успешно разработаны. В ближайшее время предстоит расширить функционал, добавив поддержку мультимедийных файлов и формул LaTeX, а также проработать новые типы вопросов, выходящие за рамки стандартов GIFT, чтобы сделать транслятор более универсальным и адаптируемым к разнообразным потребностям пользователей.

Список литературы

1. Анисимов А.М. Работа в системе дистанционного обучения Moodle. Учебное пособие. 2-е изд. испр. и дополн. – Харьков, ХНАГХ, 2009. −292 с.

2. Досымова М.В., Камышникова Н.Н., Шевченко А.С. Применение дистанционных обучающих курсов в системе Moodle для повышения эффективности образовательного процесса при изучении общеобразовательных и профильных дисциплин. В книге: Теоретические и практические аспекты психологии и педагогики. Коллективная монография. – Уфа: ООО «Омега Сайнс», 2016. – С. 16-40.

3. Шевченко А.С. Использование систем дистанционного обучения Moodle Для организации самостоятельной работы студентов среднего профессионального образования. – Электронное научное издание «Ученые заметки ТОГУ». 2016, Том 7, № 4. – С. 418 – 426.

4. Полуэктова Н. Р. Разработка веб-приложений: учебное пособие для вузов / Н. Р. Полуэктова. – 2-е изд. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 204 с. – URL: https://urait.ru/bcode/545238 (дата обращения: 05.11.2024).

5. Документация по FileReader API. – URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/FileReader (дата обращения: 05.11.2024).

6. Документация по RegExp. – URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Reference/Global_Objects/RegExp (дата обращения: 05.11.2024).

7. Сердюк Э. С., Сердюк Е. В. Применение СДО Moodle – импорт вопросов

в формате GIFT. – URL: https://edu-time.ru/pub/127153?ysclid=m2n2ms564209972658 (дата обращения: 05.11.2024).
8. Документация по Moodle, Moodle GIFT. – URL: https://docs.moodle.org/310/en/GIFT_format (дата обращения: 05.11.2024).
9. Документация по JavaScript Blob API. – URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Blob (дата обращения: 05.11.2024).
10. Mailund T. Introducing Markdown and Pandoc: Using Markup Language and Document Converter. – California: Apress Media, LLC, 2019. – 141 с.

УДК 004.3

СОЗДАНИЕ УСТРОЙСТА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ АДРЕСНОЙ СВЕТОДИОДНОЙ ЛЕНТОЙ НА БАЗЕ АРДУИНО (NANO)

А.С. Шевченко, М.В. Питателев
ФГБОУ ВЛ «Югорский государственный университет», г. Ханты-Мансийск

Аннотация. В этой работе реализован проект динамической подсветки для лестницы, который состоит из платы управления и светодиодных лент, установленных на самой лестнице. Описаны объект, предмет, цель и задачи исследования.

Плата автоматически активирует светодиоды на лестнице, исходя из определения положения человека с помощью микроконтроллера. Это помогает избежать падений, которые часто происходят из-за отсутствия искусственного освещения на лестнице в темное время суток.

Ключевые слова. Подсветка, лестница, ардуино, разработка.

CREATING A DEVICE FOR CONTROLLING ADDRESSABLE LED STRIP BASED ON ARDUINO (NANO)

A.S. Shevchenko, M.V. Pitatelev
Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia

Annotation. In this work, a dynamic lighting project for stairs has been implemented, which consists of a control board and LED strips installed on the stairs themselves. The object, subject, purpose and objectives of the study are described

The board automatically activates the LEDs on the stairs based on the determination of a person's position using a microcontroller. This helps to avoid falls, which often occur due to the lack of artificial lighting on the stairs at night.

Keywords. Lighting, stairs, arduino, development.

Введение

Целью данной работы является разработка системы автоматической подсветки лестницы, которая будет обеспечивать безопасность и комфорт пользователей. Автоматическая подсветка поможет предотвратить травмы и несчастные случаи, а также создаст эстетически приятную атмосферу в помещении.

Работа будет направлена на создание эффективной и удобной системы, которая будет автоматически включаться при необходимости, освещая лестницу и обеспечивая хорошую видимость и безопасность во время подъема

и спуска.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Выбор платы и подборка подходящих компонентов.
2. Создание принципиальной схемы устройства.
3. Проектирование печатной платы устройства.

Описание технологии исследования

Разрабатываемая автоматическая подсветка лестницы должна удовлетворять следующим требованиям:

1. Безопасности. Для обеспечения безопасности перемещения по лестнице подсветка автоматически включается при движении по лестнице, обеспечивая удобство и комфорт при передвижении по ней.

2. Экономии энергии. Автоматическая подсветка должна включаться только при необходимости, что поможет сэкономить электроэнергию и снижать расходы.

3. Эстетичности. Подсветка лестницы может использоваться для создания уютной атмосферы и добавления стиля и эстетики при оформлении помещения.

4. Улучшение общей освещенности. Автоматическая подсветка поможет решить проблему недостаточной освещенности на лестнице, обеспечивая лучшую видимость и помогая избежать потенциальных опасностей.

Для создания устройства управления адресной светодиодной лентой необходимо далее осуществить выбор платы и подборку подходящих компонентов. В настоящее время существует огромное разнообразие плат Arduino:

1. Arduino Uno – это одна из самых распространенных плат Arduino. Которая оборудована микроконтроллером АТмега328, она имеет 14 цифровых входов/выходов и 6 аналоговых входов. Arduino Uno подключается через USB-порт и питается от него же или внешнего источника питания [1].

2. Arduino Мега – это расширенная плата Arduino с микроконтроллером АТмега2560. У нее намного больше цифровых входов/выходов. Она также поддерживает USB-подключение и имеет более мощную процессорную мощность [2].

3. Arduino Nano – это компактная версия Arduino с микроконтроллером АТмега328. Arduino Nano обладает меньшим размером и имеет меньше портов для подключения, но её удобно использовать в небольших проектах.

4. Arduino Pro Mini – эта плата Arduino предназначена для применения в проектах, где требуется минимизировать размер устройства. Она не имеет USB-подключения и работает от внешнего источника питания [3].

Для проекта нам потребуются следующие компоненты:

1. Резистор со значением сопротивления 100 ОМ (1 шт.).
2. Резистор со значением сопротивления 10 кОМ (1 шт.).
3. Датчик движения (AM 312) (2 шт.).
4. Фоторезистор (PGM 5506) (1 шт.).
5. Светодиодная лента (WS 2811) (5 метров).

6. Блок питания (PCP-12500) (1 шт.).

Для написания кода была выбрана среда разработки ArduinoIDE. Языком разработки является язык C++ [4].

Arduino IDE (Integrated Development Environment) – это программное обеспечение, которое предназначено для создания и загрузки проектов на микроконтроллеры платформы Arduino.

Для создания библиотеки компонентов нам потребуется программа P-CAD 2006.

Для проектирования схемы выбрана программа PCB.exe.

На рисунке 1 изображена схема печатной платы.

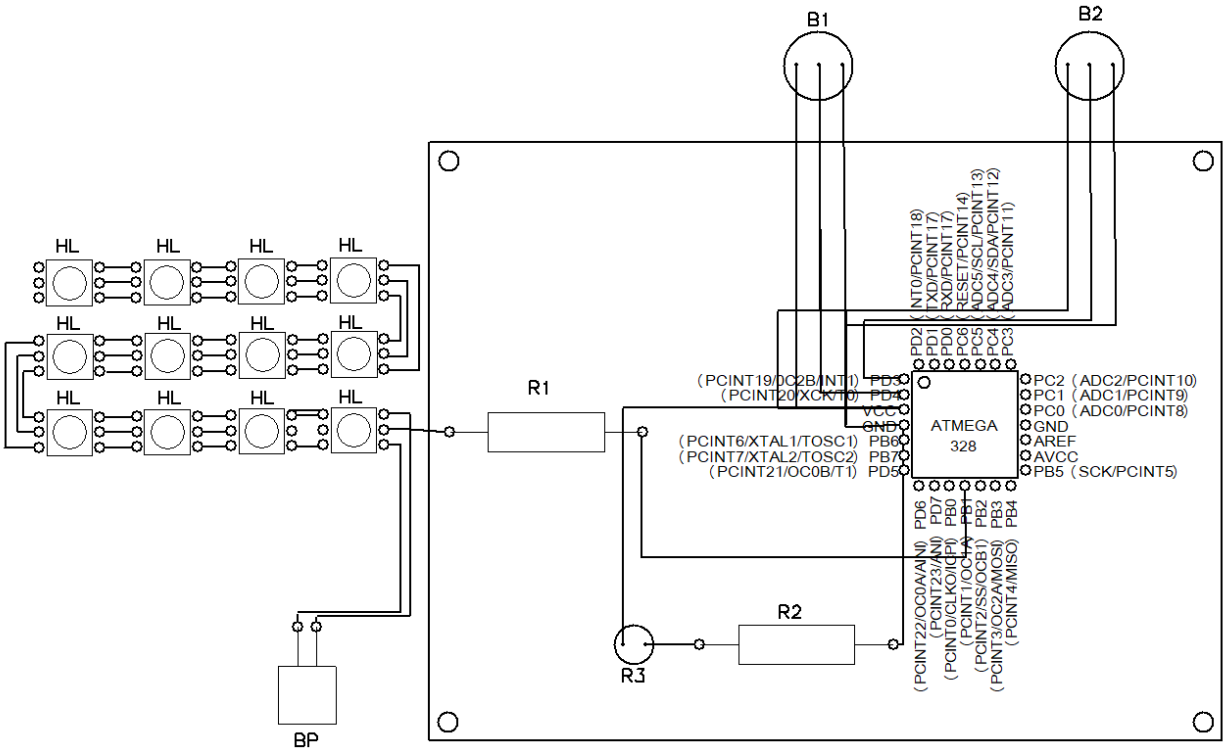


Рис. 1 – Схема печатной платы устройства

Печатная плата – это пластиковая пластина, на которой нанесен слой меди или другого проводящего материала. По этим проводящим слоям создаются медные дорожки, соединяющие различные элементы схемы.

Существует несколько разновидностей печатных плат:

1. Односторонние печатные платы.
2. Двусторонние печатные платы.
3. Многослойные печатные платы.

Для осуществления проекта потребуется односторонняя печатная плата.

Односторонние печатные платы – это плата, на которой компоненты и проводники расположены только, с одной стороны. Обычно это означает, что все электронные компоненты монтируются и паяются на одной стороне платы, а на другой стороне могут быть только металлические дорожки и пайки.

На рисунке 2 изображена односторонняя печатная плата.

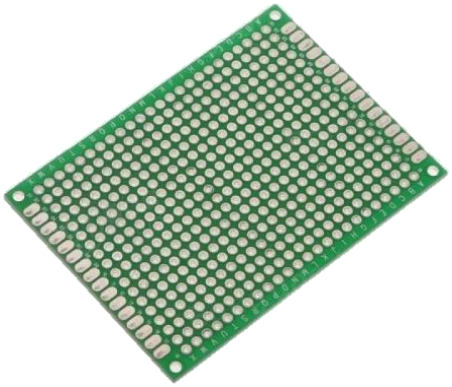


Рис. 2 – Односторонняя печатная плата

Основными ее достоинствами является:

1. Дешевизна производства.
2. Простота проектирования и сборки.
3. Используется для простых электрических схем.

После того как был написан код и загружен на плату, можем приступить к сборке схемы и макета проекта [5].

На рисунке 3 изображен макет лестницы со схемой подключения.

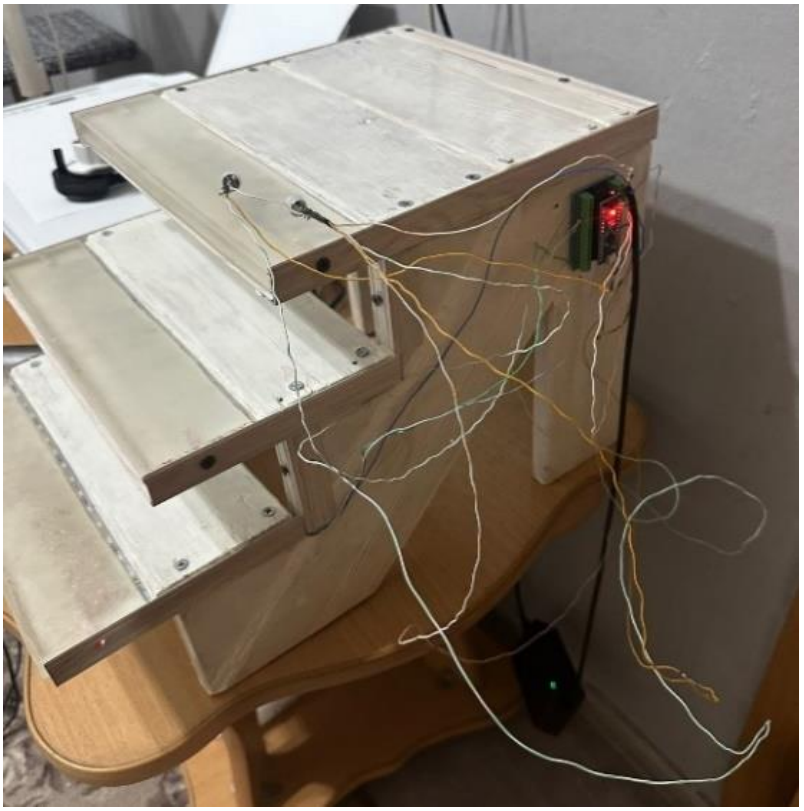


Рис. 3 – Макет лестницы со схемой подключения

На рисунке 4 изображена работа устройства.

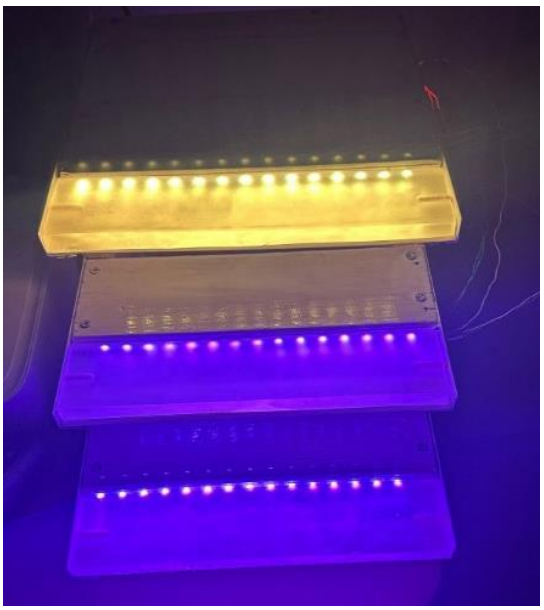


Рис. 4 – Работа устройства

На рисунке 5 изображена блок-схема устройства.

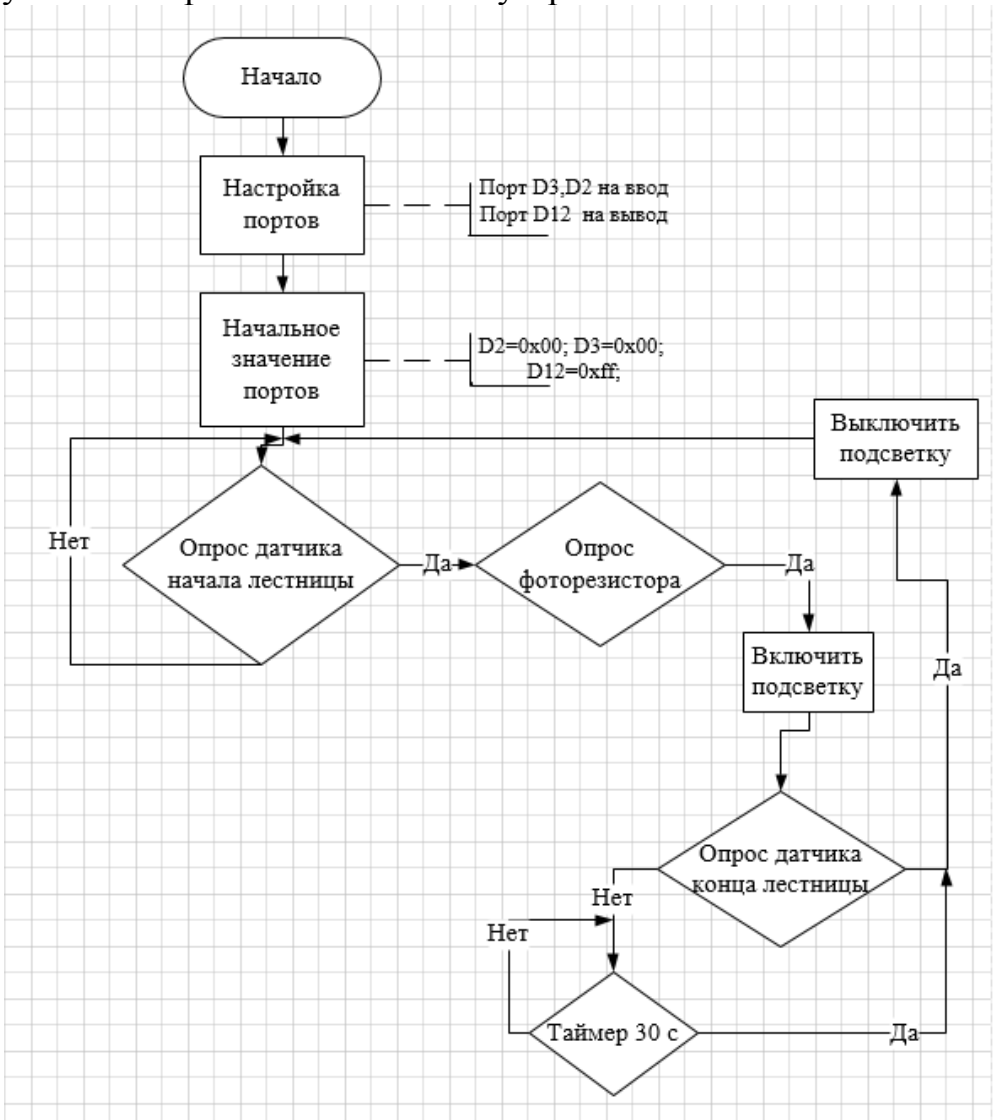


Рис. 5 – Блок схема устройства

Заключение

Принцип работы: автоматическая подсветка лестницы – это устройство, которое включает подсветку лестницы. Датчик движения с помощью инфракрасного модуля, который используется для обнаружения движения на лестнице, посылает сигнал и, когда датчик обнаруживает движение, он активирует микроконтроллер. В данном проекте представлены три режима работы светодиодной ленты, которые меняются при каждом новом включении на следующий режим. При пересечении первого датчика лента загорается от датчика и выводит эффект, а при пересечении второго датчика лестница выключается в сторону второго датчика. Благодаря фоторезистору будет автоматически подстраиваться яркость адресной светодиодной ленты. В дневное время суток яркость будет повышена, а в ночное – понижена.

Список литературы

1. Arduino Nano: обзор и характеристики платы от Arduino. – URL: https://arduinoplus.ru/arduino-nano/ (дата обращения: 13.09.2023).
2. Все платы Ардуино: сравнительные таблицы. – URL: https://arduinoplus.ru/arduino-vse-plati-sravnitelnaya-tablica/ (дата обращения: 13.09.2023).
3. Arduino Pro Mini – URL: https://3d-diy.ru/wiki/arduino-platy/arduino-pro-mini/?ysclid=m3cg2h1ace988839949 (дата обращения: 14.09.2023).
4. Огнева М. В. Программирование на языке С++: практический курс: учебное пособие для среднего профессионального образования/ М. В . Огнева, Е. В. Кудрина, А. А. Казачкова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 342 с. – URL: https://urait.ru/bcode/555593 (дата обращения: 11.10.2024).
5. HO NextPCB – URL: https://www.nextpcb.com/ (дата обращения: 15.09.2023).

СЕКЦИЯ 2. ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Председатель секции: канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Техника и технологии машиностроения и пищевых производств» Гриценко Вячеслав Владимирович

УДК621.922.02

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ ИЗ РАЗНЫХ АБРАЗИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Н.С. Алексеев, С.В. Иванов

Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Аннотация. В статье изложен расчёт затрат на шлифовальный инструмент, приведенный к единице снятого металла при продольном шлифовании микропористых покрытий на никелевой основе. В основу изложенного расчёта были взяты исходная цена шлифовальных кругов и объём снятого материала за весь срок службы абразивного инструмента из электрокорунда белого, карбида кремния зелёного, эльбора и алмаза синтетического. Данный расчёт выполнен на основе экспериментальных данных по стойкости кругов, радиальному износу и удельной производительности и с учётом скорости и глубины резания.

Ключевые слова: микропористые покрытия, абразивная обработка, шлифовальные круги, режимы резания, износ кругов, себестоимость.

ECONOMIC ASSESSMENT OF GRINDING WHEELS MADE OF VARIOUS ABRASIVE MATERIALS

N. S. Alekseev, S. V. Ivanov

Rubtsovsk Industrial Institute (branch) of the federal government budget educational institution of higher education "Altai State Technical University named afterI.I. Polzunov"

Annotation. The article presents the calculation of the costs of grinding tools, reduced to a unit of metal removed during longitudinal grinding of microporous nickel-based coatings. The calculation presented is based on the initial price of grinding wheels and the volume of material removed over the full service life of an abrasive tool made of white electrocorundum, green silicon carbide, elbor and synthetic diamond. 1. This calculation is based on experimental data with regard to wheel durability, radial wear and specific productivity, taking into account the cutting speed and depth.

Key words: microporous coatings, abrasive processing, grinding wheels, cutting modes, wear of wheels, cost price.

Введение

Одним из основных резервов снижения себестоимости и увеличения ресурса отремонтированных тракторов, автомобилей, сельскохозяйственной и дорожно-строительной техники является качественное восстановление изношенных деталей.

Наиболее реальной основой повышения качества ремонта является восстановление и упрочнение деталей газотермическим напылением (металлизацией) износостойких микропористых покрытий с использованием порошковых материалов [1,2]. Данные показывают [3], что из общего потребного количества порошковых материалов около 30 % составляют порошки на основе никеля.

Микропористые покрытия на никелевой основе (далее просто покрытия), полученные газотермическим напылением характеризуются следующими физико-механическими свойствами:

- повышенная твердость, хрупкость и пониженная теплопроводность из-за наличия большого количества нитридов, оксидов и пор;
- имеет место значительная химическая и структурная неоднородность распределения нанесенного металла и сильная анизотропия физико-механических свойств;
- наличие неметаллических включений в виде шлаков, карбидов, боридов, силицидов в прочной вязкой матрице на никелевой основе.

Указанные специфические физико-механические свойства металлизационных покрытий при наращивании изношенных деталей относят их в ряд труднообрабатываемых.

На сегодняшний день существует проблема выбора абразивного материала шлифовальных кругов для обработки покрытий. Имеющиеся в настоящее время рекомендации по подбору абразивного материала носят в основном частный характер, нередко противоречивы.

Так, в работе [4] при шлифовании покрытий восстановленных деталей рекомендуется использовать круги из карбида кремния зелёного 64С. В то же время проведённые нами лабораторные испытания показали [5,6], что при шлифовании покрытий можно использовать круги из других абразивных материалов, которые обеспечивают существенно более высокую стойкость и производительность обработки. Так, в частности, очень высокую стойкость по сравнению с кругами из карбида кремния зелёного обеспечивают круги из сверхтвердых материалов (СТМ) – эльбора поликристаллического и алмаза синтетического. Однако широкое использование кругов из СТМ в ремонтном производстве сдерживается их высокой стоимостью. Поэтому рекомендуется [7] производить сравнительный расчет себестоимости обработки покрытий при использовании абразивного и алмазного инструмента.

В связи с этим целью настоящей работы является проведение расчетов себестоимости съёма единицы объёма материала при использовании круга из электрокорунда белого 24А и кругов из СТМ в сравнении с кругом из карбида кремния зеленого 64С на операциях шлифования покрытия.

Материалы и методы исследования

Сравнительный экономический анализ применения кругов из сверхтвердых материалов, а также круга из электрокорунда белого (24А) проведем на основании экспериментальных данных в сравнении с

использующимся в ремонтном производстве кругом из карбида кремния зеленого (64С).

Сравнительный анализ проводили при продольном шлифовании для серийных абразивных кругов из электрокорунда белого 24А и карбида кремния зеленого 64С формы 1 600 х 25 х 305 мм ГОСТ Р52781-2007, а также из СТМ – эльбора поликристалического ЛКВ40 формы 1А1 ГОСТ 17123-79 и алмаза синтетического АС4 формы 1А1 ГОСТ 16167-90.

Шлифовальные круги из электрокорунда белого 24А и карбида кремния зеленого 64С были изготовлены зернистостью F46, твердостью N, 6-й структуры на керамической связке (V). Абразивный инструмент из СТМ был произведен зернистостью 250/200, твердостью СТ2 на керамической связке. Характеристики шлифовальных кругов, отобранных для исследований, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики шлифовальных кругов, отобранных для исследований

Исследуемый абразивный материал	Характеристика кругов
1.Электрокорунд белый **(24А)**	**24А** F46N6V
2. Карбид кремния зеленый **(64С)**	**64С** F46N6V
3. Эльбор поликристаллический (**ЛКВ40**)	**ЛКВ40**250/200КСТ2
4. Алмаз синтетический (**АС4**)	**АС4**250/200КСТ2

Представленные на испытания шлифовальные круги были изготовлены при тщательном контроле за соблюдением принятого на заводах технологического процесса их изготовления со стороны работников лаборатории эксплуатации абразивных инструментов. Гранулометрический

состав зерен этих кругов был строго одинаков, благодаря чему исключалось влияние его нестабильности на процесс шлифования.

В качестве обрабатываемого материала использовали плазменное покрытие из порошка интерметаллида марки ПВ–Н85Ю15 на никелевой основе. Режимы резания при продольном шлифовании: скорость резания при диаметре 600 мм – 35 м/с; скорость детали – 19 м/мин; скорость перемещения стола 425 мм/мин; глубина шлифования – 0,010 мм/дв. ход.

Более подробно методика проведения данных экспериментальных исследований изложена в работах [5,6].

Так как предстояло сравнивать круги из традиционных абразивных материалов (24А и 64С) с кругами из сверхтвердых материалов (ЛКВ40 и АС4), то сравнение только по периоду стойкости кругов будет некорректным. В этом случае останется неучтенным расход абразива при шлифовании, расход абразива при правке круга, уменьшение объёма сошлифованного материала за период стойкости в связи с уменьшением диаметра круга. Для качественного экономического анализа эффективности применения абразивного инструмента, необходимо расчет вести не по периоду стойкости шлифовального круга, а по возможному объёму сошлифованного материала за всё время работы

абразивного инструмента, которое будет складываться из объёмов сошлифованного материала за периоды стойкости.

Возможный объём сошлифованного материала за всё время работы абразивного инструмента $Q_{общ}$ определится по формуле

$$Q_{общ} = \sum_{i=1}^{n} Q_i \ , \qquad (1)$$

где Q_i – объём снятого материала за *i*-й период стойкости шлифовального круга;

n – количество периодов стойкости шлифовального круга за весь срок его службы.

Известно, что при постепенном уменьшении диаметра шлифовального круга, постепенно снижается и скорость резания (при постоянной частоте вращения шпинделя шлифовальной бабки), а также уменьшается «площадь режущей поверхности» под которой понимается периферийная поверхность абразивного инструмента, производящая обработку при круглом наружном шлифовании. Из практики известно, что с уменьшением «площади режущей поверхности», снижается не только период стойкости круга, но и объем сошлифованного металла за этот период. По этой причине в наших расчетах объём сошлифованного материала будет напрямую зависеть от диаметра круга.

Предположим, что во время работы на станке шлифовщик периодически с изменением диаметра шлифовального круга, корректирует подачу, таким образом, чтобы соотношение скорости резания и подачи оставалось одинаковым ($V_{кр}/S_{под}$=const). При таком условии на радиальный износ абразивного инструмента и удельную производительность основное влияние будет оказывать только изменение скорости резания. Тогда объём сошлифованного материала за период стойкости будет находиться по формуле:

$$Q_i = \left(\frac{D_{кр_i}^2 - (D_{кр_{i+1}} - R_{изн_i}(V) \cdot 2)^2}{4} \cdot B \cdot 3{,}14 \right) \cdot q(V), \qquad (2)$$

где: Q_i – объём сошлифованного материала за *i*-ый период стойкости абразивного инструмента;

$D_{кр_i}$ – диаметр круга на *i*-ом периоде стойкости шлифовального круга;

$D_{кр_{i+1}}$ – диаметр круга на *i*+1 периоде его стойкости;

$R_{изн_i}(V)$ – функциональная зависимость изменения радиального износа круга в зависимости от скорости резания;

B – высота (ширина) круга;

$q(V)$ – функциональная зависимость изменения удельной производительности в зависимости от скорости резания.

Так как при таком подходе присутствует функциональная зависимость радиального износа круга и удельной производительности от меняющейся скорости резания в связи с уменьшением диаметра круга из-за его износа и правок, то будем рассчитывать скорость резания на каждом периоде стойкости абразивного инструмента.

У кругов из сверхтвердых материалов толщина абразивного слоя на периферии круга составляет 5 или 10 мм и изменения диаметра круга по мере уменьшения абразивного слоя незначительны, следовательно, прослеживать влияние скорости на удельную производительность и радиальный износ круга нет необходимости.

Результаты экспериментальных исследований и их обсуждение

По результатам экспериментов установлено, что круг теряет свою режущую способность после определенной величины износа его абразивных зерен. Обработка экспериментальных данных показала, что величина радиального износа шлифовального круга в зависимости от скорости резания описывается полиномиальным законом

$$y = \kappa_1 \cdot V^4 + \kappa_2 \cdot V^3 + \kappa_3 \cdot V^2 + \kappa_4 \cdot V + \kappa_5, \qquad (3)$$

где V – скорость резания.

Коэффициенты функциональной зависимости изменения радиального износа круга в зависимости от скорости резания для продольного шлифования приведены в таблице 1. Так как аппроксимация производилась полиномиальной функцией 4-й степени по четырём точкам, то коэффициент κ_5 =0 в таблице 2 не приведен.

Таблица 2

Коэффициенты функциональной зависимости изменения радиального износа круга и удельной производительности в зависимости от скорости резания при продольном шлифовании покрытия

Абразивный материал	Радиальный износ круга				Удельная производительность			
	Коэффициенты							
	κ_1	κ_2	κ_3	κ_4	κ_1	κ_2	κ_3	κ_4
24А	$-8 \cdot 10^{-5}$	0,00905	-0,33928	4,70521	$-1,6 \cdot 10^{-5}$	0,00182	-0,06797	0,97325
64С	$-1,2 \cdot 10^{-5}$	0,00169	-0,08098	1,75578	$-5,5 \cdot 10^{-5}$	0,00598	-0,20518	2,29880

Обработка экспериментальных данных показала, что величина удельной производительности в зависимости от скорости резания описывается полиномиальным законом по формуле 3.

Коэффициенты функциональной зависимости изменения удельной производительности в зависимости от скорости резания для продольного шлифования приведены в таблице 2. Так как аппроксимация производилась полиномиальной функцией 4-й степени по четырём точкам, то коэффициент κ_5 = 0 в таблице 2 также не приведен.

Для снижения трудоемкости определения количества периодов стойкости абразивного инструмента и возможного объема сошлифованного металла, вычисления произведем в приложении Excel офисного пакета MS Office, выстроив определенную иерархию формул.

Для расчетов примем:

- начальный диаметр ШК из традиционных абразивных материалов и из сверхтвердых материалов – 600 мм;
- допустимый наименьший диаметр кругов из 24А и 64С равен 450 мм, а для кругов из ЛКВ40 и АС4 при толщине абразивного слоя 5 мм – 590 мм;
- правка затупившегося круга из 24А и 64С производится алмазным карандашом с глубиной 0,04 мм за три прохода. Тогда за одну правку диаметральный размер круга уменьшится на 0,24 мм;
- правка затупившегося круга из ЛВК40 и АС4 производится шарошкой.

Как показала практика для восстановления режущей способности затупившегося круга из сверхтвердых материалов достаточно в радиальном направлении снять с круга 0,05 мм абразивного слоя. Тогда за одну правку диаметральный размер круга уменьшится на 0,1 мм.

Затраты на режущий инструмент, приведенные на единицу снятого металла определим по формуле

$$Ц_м = \frac{Ц_{инс}}{Q_{общ}} \qquad (4)$$

где $Ц_м$ – затраты на абразивный инструмент необходимые для снятия 1 см^3 покрытия; $Ц_{инс}$ – цена шлифовального круга.

Цены на абразивные круги из электрокорунда белого 24А и карбида кремния зелёного 64С взяты согласно прейскуранту цен ООО «Косулинский абразивный завод» на 01.10.2014 г.:

- Круг ПП 600х25х305 24А F46NV 50m/s – 3820 руб/шт;
- Круг ПП 600х25х305 64С F46NV 50m/s – 7333 руб/шт.

Цены на абразивные круги из эльбора поликристаллического ЛКВ40 и алмаза синтетического АС4 приняты согласно прейскуранту цен ООО «Петербургский абразивный завод «Ильич» на 01.10.2014 г.:

- Круг ПП 600х25х305х5 ЛКВ40 250/200КС2 50m/s – 75850 руб/шт;
- Круг ПП 600х25х305х5 АС4 250/200КСТ2 50m/s – 75680 руб/шт.

Для расчетов затрат на абразивный инструмент использовали приложение «Excel» офисного пакета «MS Office». Скорость резания *V* рассчитывалась на каждом периоде стойкости круга в связи с уменьшением диаметра инструмента вследствие его износа. Глубина резания в данных расчетах принималась постоянной t = 10 мкм/дв. ход. Результаты расчетов представлены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты расчетов затрат на абразивный инструмент при продольном шлифовании

Шлифовальные круги	Кол-во периодов стойкости кругов	Цена абразив-ного круга $Ц_{инс}$, руб	Объём снятого металла за срок службы кругов $Q_{общ}$, см^3	Затраты на абразивный инструмент при съеме 1 см^3 металла $Ц_м$, руб
24A F46N6V	554	3820	1343	2,84
64C F46N6V	555	7333	352	20,86
ЛКВ40 250/200КСТ2, абразивный слой 5 мм	41	75850	11864	6,24
АС4 250/200КСТ2, абразивный слой 5 мм	31	75680	24167	3,02

Заключение

Анализируя данные, представленные в таблице 3, можно сделать следующие выводы:

1. При шлифовании плазменных покрытий на никелевой основе кругами из традиционных абразивных материалов экономически более эффективным оказался круг из электрокорунда белого 24А. Использование этого круга снижает затраты на абразивный инструмент по сравнению с карбидкремниевым кругом в 7,3 раза.

2. При абразивной обработке плазменных покрытий на никелевой основе кругами из сверхтвердых материалов с толщиной абразивного слоя 5 мм экономически более эффективным оказался круг из алмаза синтетического АС4. Применение этого шлифовального инструмента позволяет уменьшить расходы на абразивный инструмент по сравнению с эльбором поликристаллическим ЛКВ40 более чем в 2 раза.

3. При совместном анализе кругов из обычных и сверхтвердых абразивных материалов полученные данные показывают, что при шлифовании покрытия на никелевой основе наиболее экономически эффективным инструментом можно считать круг из электрокорунда белого 24А. Этот круг даёт возможность сократить расходы на абразивный инструмент по сравнению с кругами из эльбора поликристаллического ЛКВ40 и алмаза синтетического АС4 на 20 и 6 % соответственно.

Таким образом, можно считать окончательно установленным, что наиболее экономически эффективным абразивным инструментом при круглом наружном продольном шлифовании покрытий является круг из электрокорунда белого 24А.

Список литературы

1. Иванов, В.П. Технология и оборудование восстановления деталей машин: учебник/В.П. Иванов. – Минск: Техноперспектива, 2007. – 458 с.

2. Лялякин В.П. Вторая жизнь изношенных деталей / В.П. Лялякин //

Механиз. и электриф. с/х. – 1992. – №7-8. – с. 36-37.

3. Черноиванов В.И. Организация и технология восстановления деталей машин. 2-е изд., доп. и перераб. / В.И. Черноиванов, В.П. Лялякин – М.: ГОСНИТИ, 2003. – 488 с.

4. Ремонт машин в агропромышленном комплексе: Под ред. М.И. Юдина. 2 изд. перераб. и доп. Краснодар: КГАУ, 2000. 688 с.

5. Капорин В.А., Алексеев Н.С., Иванов С.В. Влияние технологических факторов на режущую способность кругов и энергозатраты при шлифовании микропористого покрытия// Известия Оренбургского государственного аграрного университета, №4 (84), 2020. – с. 132-137.

6. Алексеев Н.С., Иванов С.В. Зависимости показателей шлифования микропористых покрытий от технологических факторов //Вестник Башкирского государственного аграрного университета, №2, 2023. - с. 99-104.

7. Ящерицын П.И. Совершенствование процесса шлифования износостойких покрытий / П.И. Ящерицын, С.Н. Казаков, С.И. Миткевич, А.И. Белицкая // Межвуз. сб. науч. тр. «Алмазная и абразивная обработка деталей машин и инструмента»: Выпуск 14. – Пенза: ПензПИ, 1986. – с.3-8.

УДК 621.9

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН В ООО «АЛТАЙТРАНСМАШ-СЕРВИС»

О.В. Зайцева[1], В.В. Гриценко[2], Н.А. Чернецкая[2]

[1]ООО «Алтайтрансмаш-сервис»

[2]Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Аннотация. В статье описывается техническое решение по разработке и внедрению мероприятий по модернизации производственного процесса изготовления изделия «Снегоболотоход» на предприятии ООО «Алтайтрансмаш-сервис» с целью повышения производительности труда при его производстве.

Ключевые слова: снегоболотоход, гусеничная машина, технологический процесс, производственный процесс.

STUDY OF POSSIBILITIES OF IMPROVING THE PROCESS OF MANUFACTURING TRACKED VEHICLES IN LLC «ALTAITRANSMASH-SERVICE»

O.V. Zaitseva[1], V.V. Gritsenko[2], N.A. Chernetskaya[2]

[1]LLC «Altaitransmash-service»

[2]Rubtsovsk Industrial Institute (branch) of FGBOU VO «Altai State Technical University named after I.I. Polzunov»

Annotation. The article describes a technical solution for the development and implementation of measures to modernize the production process for the manufacture of the product «Snow and swamp-going vehicle» at the Altaitransmash-Service LLC enterprise in order to increase labor productivity in its production.

Keywords: snow and swamp-going vehicle, tracked vehicle, technological process, production process.

Введение

ООО «Алтайтрансмаш-сервис» (ООО «АТМС») – предприятие, основанное в 1997 году, относится к отрасли машиностроения и специализируется на производстве гусеничного снегоболотохода повышенной проходимости модели ГТ-ТР. Предприятие делает упор на индивидуальное производство под потребности клиентов. На данный момент сконструировано 14 модификаций снегоболотоходов специального назначения в различных комплектациях.

По согласованию с потребителем снегоболотоходы могут изготавливаться с дополнительными агрегатами, устанавливаемыми при согласовании применяемости по ГОСТ 2.124, и в других комплектациях, содержание которых устанавливается в договорах на поставку [1].

При наличии достаточно широкой номенклатуры модификаций изделий, в настоящее время, в связи с ростом продаж, предприятие не справляется с требуемым объемом производства. Поэтому, необходимость в модернизации производственного процесса является на данный момент актуальной задачей для ООО «АТМС».

Целью данной работы является исследование возможностей совершенствования производственного процесса изготовления снегоболотохода на предприятии ООО «Алтайтрансмаш-сервис» и разработка предложений по его модернизации в плане повышения производительности труда.

Для достижения указанной цели необходимо решить следующие задачи:

1) Провести анализ действующего производственного процесса изготовления снегоболотохода ГТ-ТР с целью выявления «узких мест».

2) Разработать мероприятия по устранению или минимизации выявленных в результате проведенного анализа недостатков действующего производства, направленные на повышение производительности труда.

3) Сформировать команду и составить календарный план-график внедрения предлагаемых мероприятий по модернизации производственного процесса.

Методика исследований

Гусеничный снегоболотоход ГТ-ТР (рисунок 1), представляет собой быстроходную машину высокой проходимости с несущим корпусом и передними ведущими колесами.

Рис. 1 – Гусеничный транспортёр (снегоболотоход) ГТ-ТР

Снегоболотоход предназначается для перевозки людей и различных грузов по бездорожью. Продукция поставляется в различные регионы России и работает в условиях заснеженной целины, лесисто-болотистой местности, лесотундры с подростом на севере при температурах воздуха от минус 45 до плюс 45 °С.

Грузоподъемность снегоболотохода при обеспечении необходимого запаса плавучести 2,5 т. Движение снегоболотохода вплавь обеспечивается гусеничным движителем.

Корпус снегоболотохода имеет цельнометаллическую сварную конструкцию с открытой грузовой платформой, с цельнометаллическим грузопассажирским салоном или кузовом сверху закрытым съемным тентом из водонепроницаемой ткани. Рама корпуса (лодка) представляет собой сварную конструкцию, состоящую из силового каркаса и приваренной к ней стальной обшивки [3].

За последние два года спрос на выпускаемую продукцию резко увеличился (таблица 1) и продолжает расти. Количество продаваемых единиц изделия возросло в 3 раза, при условиях двухсменной шестидневной работы. Спрос на данный момент превышает технические возможности предприятия.

Таблица 1

Количество продаж изделия в период 2021 – 2023 г.

Период	Наименование изделия	Годовой объем производства	Спрос
2021 год	Снегоболотоход ГТ-ТР	5 шт.	5 шт.
2022 год	Снегоболотоход ГТ-ТР	8 шт.	8 шт.
2023 год	Снегоболотоход ГТ-ТР	15 шт.	30 шт.

Для выявления «узких мест» в производственном процессе изготовления изделия ГТ-ТР, проведем его анализ, с учетом затрат времени на производство одной единицы изделия.

Схема технологического процесса изготовления снегоболотохода ГТ-ТР показана на рисунке 2. На его основе, при помощи бумажного журнала контроля, были получены данные о затратах времени на сборку одной единицы изделия, представленные в таблице 2.

Таблица 2

Затраты времени на сборку одной единицы изделия «Снегоболотоход ГТ-ТР» по операциям в месяц

№ п/п	Наименование операции	Отработанное время в смену, ч	Кол-во рабочих дней	Число работников	Трудоем-кость, чел./день
1	Закладка, сборка, сварка рамы корпуса (лодки)	12	6	2	18
2	Сборка, сварка, обшивка каркаса	12	6	2	18
3	Сборка, сварка элементов крепления, кронштейнов, дооборудования	12	4	2	12
4	Предварительная покраска	8	3	1	3
5	Сборка узлов и агрегатов	12	6	4	36
6	Стационарные испытания	8	1	2	2
7	Устранение дефектов	8	1	4	4
8	Пробег	8	2	2	4
9	Окончательная покраска	8	2	1	2
10	Окончательная сборка	8	2	4	8
				Итого:	107

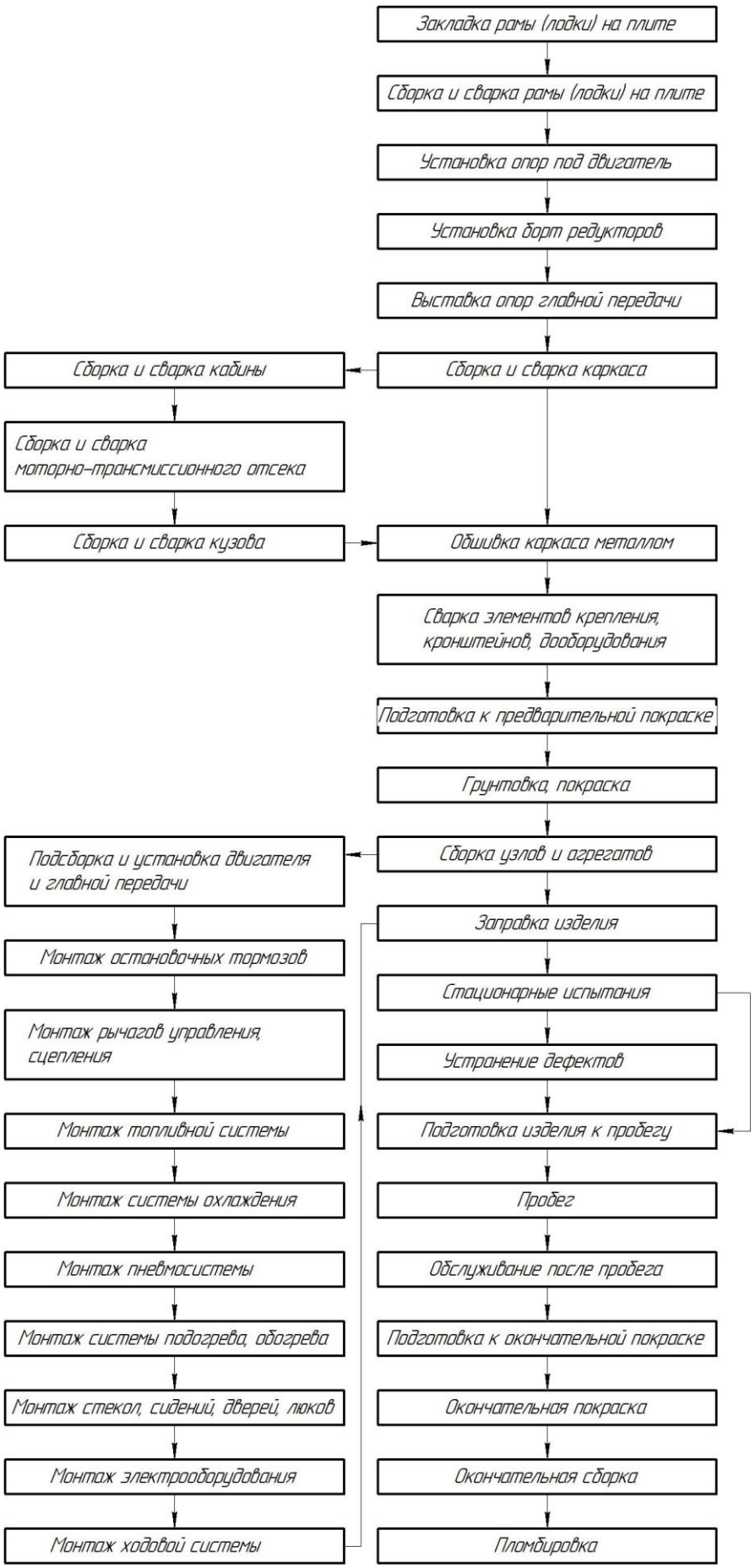


Рис. 2 – Схема технологического процесса изготовления снегоболотохода ГТ-ТР

Как видно из рисунка 2 процесс изготовления снегоболотохода ГТ-ТР организован по последовательной форме (когда каждая последующая технологическая операция выполняется только по окончании предыдущей). А данные таблицы 2 позволяют сделать вывод, что за один месяц выпуск продукции составляет 1,5 единицы изделия. Но для удовлетворения спроса покупателей, выпуск машин должен быть в 2 раза больше. Достигнуть требуемого увеличения объемов производства в настоящее время не представляется возможным из-за нехватки производственных площадей в ООО «АТМС».

Детали и узлы, входящие в состав конструкции снегоболотохода ГТ-ТР, изготавливаемые силами самого предприятия и требующие механической обработки, обрабатываются в механическом цехе №1 ООО «АТМС». Перечень основного и вспомогательного оборудования этого цеха (с указанием годов выпуска) представлен в таблице 3.

Таблица 3

Перечень основного и вспомогательного оборудования цеха №1 ООО «АТМС»

№ п/п	Наименование	Количество	Год выпуска
1	Токарно-винторезный ФТ-11	1	1979
2	Токарно-винторезный 1К62	1	1964
3	Токарно-винторезный 16К20	1	1973
4	Токарно-винторезный 1М63	1	1978
5	Вертикально-сверлильный 2А125	1	1958
6	Вертикально-сверлильный 2Н135	1	1978
7	Настольно-сверлильный 2М112	1	1976
8	Настольно-сверлильный «Крвет» 42	1	2003
9	Радиально-сверлильный 2М55	1	1984
10	Отделочно-расточной Р	1	1971
11	Отделочно-расточной Ш	1	1974
12	Заточной 3Б642	1	1975
13	Заточной 3Б634	1	1974
14	Плоскошлифовальный 614	1	1997
15	Круглошлифовальный 3151	1	1955
16	Вертикально-фрезерный 6Р13	1	1960
17	Вертикально-фрезерный 6Р12	1	1960
18	Строгальный 7Д36	1	1974
19	Абразивно-отрезной	1	1985
20	Точильно-шлифовальный	1	2000
21	Ленточная пила VE-250V	1	2011
22	Станок плазменной резки	1	2024
23	Кран балка	1	2008
24	Плазменный аппарат Р142	1	2011
25	Сварочный аппарат ВС-300	1	2017
26	Вальцовочный станок	1	2007
27	Пресс гидравлический 6У64	1	1980

Сварка рамы корпуса, каркаса снегоболотохода, окраска и сборка машины происходит в сборочном цехе №2 ООО «АТМС». Перечень основного и вспомогательного оборудования этого цеха представлен в таблице 4.

Таблица 4

Перечень основного и вспомогательного оборудования цеха №2 ООО «АТМС»

№ п/п	Наименование	Количество	Год выпуска
1	Гильотинные ножницы ТИ СцТП10	1	1975
2	Вальцовочное оборудование RM-550	1	2022
3	Компрессор В4900В 200СТ	1	2016
4	Кромкогиб И 1328	1	1986
5	Точильно-шлифовальный станок	1	2023
6	Моющий аппарат	1	2022
7	Пресс листогибочный ИБ 1430А	1	1990
8	Станок кузнечный «Мастер-2У»	1	2006
9	Настольно-сверлильный 2М112	1	1976
10	Вертикально-сверлильный 2Н135	1	1978
11	Сверлильный «Кратон»	1	2017
12	Установка воздушно-плазменной резки Р-142	1	2011
13	Ножницы высечные Н535	1	1980
14	Ножницы кривошипные листовые гильотинные НД3314Г	1	1984
15	Станок деревообрабатывающий	1	1995
16	Станок металлорежущий Makita	1	2017
17	Станок металлорежущий Devolt	1	2024
18	Плазма ручная	1	2024
19	Пескоструйный станок	1	2016
20	Кран-балка	1	2024
21	Инвертор полуавтомат сварочный NB-500 MIG 500	2	2023
22	Инверторный аппарат сварочный полуавтомат MIG 350	2	2022
23	Инвертор сварочный Recanta ручной дуговой	1	2008
24	Машина контактной сварки РСР-28	1	2010
25	Сварочный п/автомат «Спутник»	1	2009

Из данных, представленных в таблицах 3 и 4 можно сделать вывод, что большая часть оборудования цехов №1 и №2 изготовлены еще в прошлом веке, а с учетом того, что это оборудование активно эксплуатировалось с момента своего выпуска, оно имеет значительный износ, как моральный, так и физический.

Компоновочный план цеха №2 ООО «АТМС» представлен на рисунке 3. На рисунке стрелками схематично обозначены направления перемещений комплектующих узлов снегоболотохода в процессе сборки после выполнения технологических операций, обозначенных на рисунке цифрами (в соответствии с нумерацией в таблице 2).

Как видно из представленной схемы технологических транспортных потоков имеет место их как встречное, так и перекрестное направления.

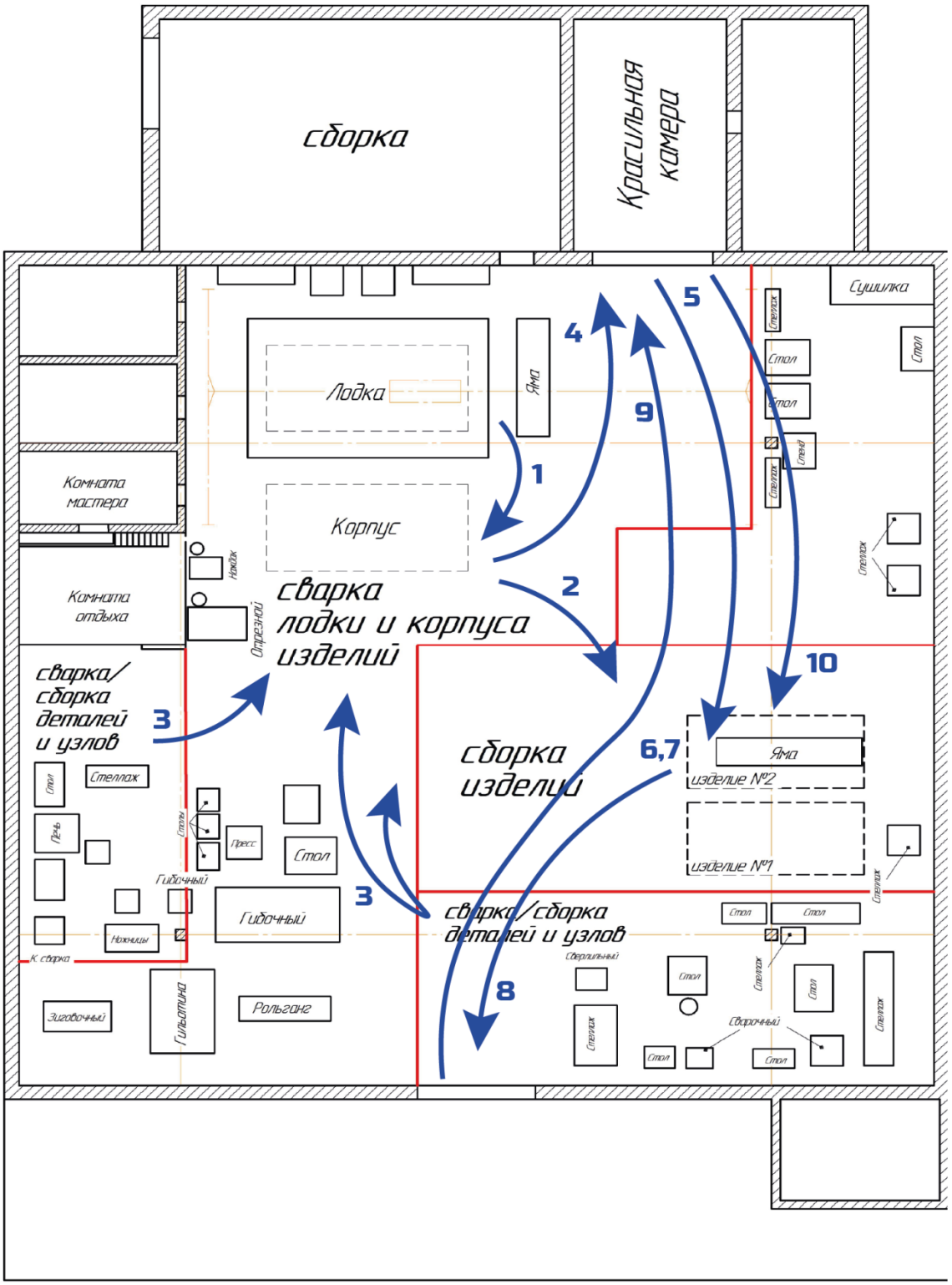


Рис. 3 – Компоновочный план сборочного цеха №2 ООО «АТМС» с указанием направлений транспортных потоков

Обсуждение результатов

В результате проведенного аналитического исследования действующего производства изделия ГТ-ТР было выявлено, что:

1) осуществление в настоящее время выполнения операций технологического процесса сборки снегоболотохода по последовательной

форме не позволяет в полной мере удовлетворить возросший спрос потребителей на изделие, а недостаточная производственная площадь сборочного цеха №2 ООО «Алтайтрансмаш-сервис» исключает возможность применения других форм (например, последовательно – параллельной);

2) оборудование предприятия имеет значительный моральный и физический износ основных узлов и агрегатов, что негативно влияет на производительность труда, а также на показатели качества продукции;

3) имеют место значительные затраты времени на транспортные операции из-за затрудненной логистики транспортных потоков деталей и узлов изделия.

На основании полученных в результате выполненного анализа данных было принято техническое решение по модернизации действующего производственного процесса изготовления снегоболотохода ГТ-ТР, содержащее в себе следующие положения.

1) Сократить штучное время, а, следовательно, повысить производительность труда при изготовлении изделия ГТ-ТР, за счет внедрения последовательно – параллельной формы выполнения технологического процесса сборки (рисунок 4) [2].

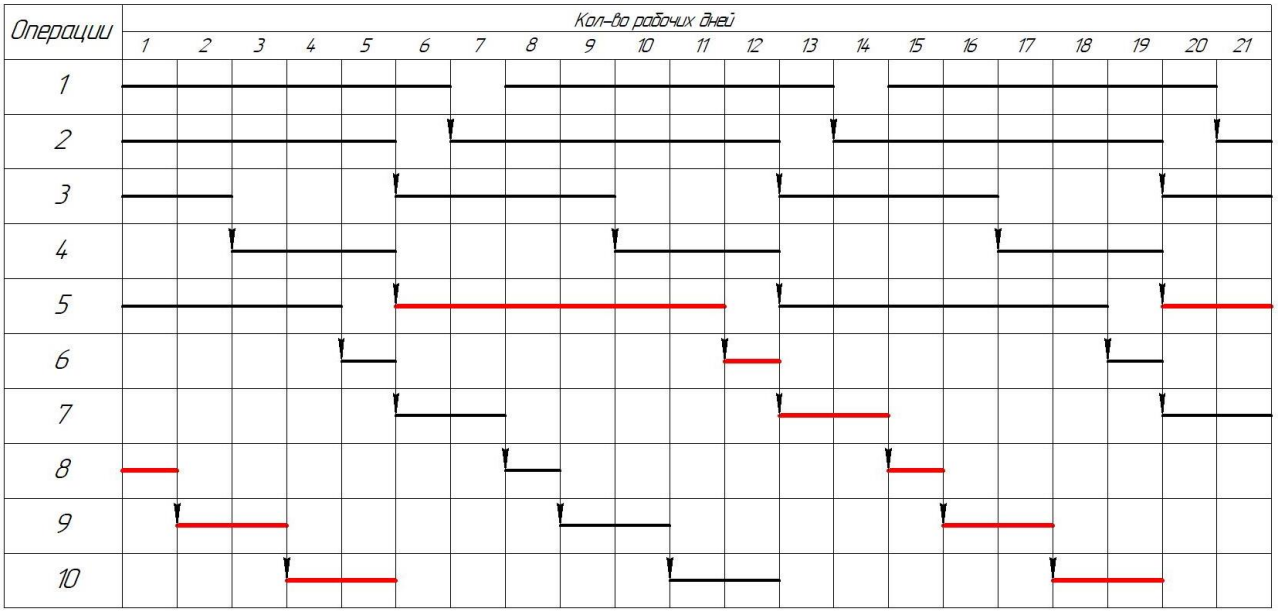


Рис. 4 – План-график последовательно – параллельной формы организации технологического процесса сборки снегоболотохода ГТ-ТР

Из приведенного рисунка видно, что такая форма позволяет увеличить объем выпускаемой продукции в месяц с одной единицы до трех (с учетом заделов полуфабрикатов с прошлого месяца), за счет того, что часть операций технологического процесса сборки совмещены по времени (выполняются параллельно).

Данные о затратах времени на сборку одной единицы изделия при последовательно – параллельной форме выполнения технологического процесса сборки, представлены в таблице 5. Из данной таблицы видно, что общая трудоемкость сборки в этом случае уменьшается на 28 чел./день.

Но для организации такой формы производства необходимо увеличение производственных площадей ООО «АТМС». Поэтому, было принято решение о построении и введении в эксплуатацию сборочного цеха №3. Для этого, в соответствии с рекомендациями источника [3] была разработана проектная компоновка сборочного цеха №3 (см. рисунок 6).

Таблица 5

Затраты времени на сборку одной единицы изделия «Снегоболотоход ГТ-ТР» по операциям в месяц при внедрении последовательно – параллельной формы выполнения технологического процесса

№ п/п	Наименование операции	Отработанное время в смену, ч	Кол-во рабочих дней	Число работников	Трудоем-кость, чел./день
1	Закладка, сборка, сварка рамы корпуса (лодки)	8	6	2	12
2	Сборка, сварка, обшивка каркаса	8	6	2	12
3	Сборка, сварка элементов крепления, кронштейнов, дооборудования	8	4	2	8
4	Предварительная покраска	8	3	1	3
5	Сборка узлов и агрегатов	8	6	4	24
6	Стационарные испытания	8	1	2	2
7	Устранение дефектов	8	1	4	4
8	Пробег	8	2	2	4
9	Окончательная покраска	8	2	1	2
10	Окончательная сборка	8	2	4	8
				Итого:	**79**

Таким образом, в проектном технологическом процессе сборки изделия ГТ-ТР планируется операции №1, №2, №3 и №4 (см. таблицу 5) выполнять в сборочном цехе №2 (см. рисунок 5), а остальные операции – в сборочном цехе №3 (см. рисунок 6).

2) В плане модернизации парка оборудования, с учетом того, что большая часть номенклатуры деталей снегоболотохода обрабатывается на станках токарной группы, было принято решение о внедрении в производство токарно-винторезного станка с ЧПУ DMTG CKE6163Z/1000 (см. рисунок 7). Станок оснащен системой ЧПУ FANUC. Это высокопроизводительный и точный станок для обработки габаритных деталей типа фланцев, колес, шкивов и валов из черных и цветных металлов и их сплавов в условиях серийного и мелкосерийного производства. Станок предназначен для замены морально устаревших и физически изношенных станков токарной группы моделей ДИП-300, 1К62, 16К20 и ФТ-11 в механическом цехе №1 ООО «АТМС».

3) Решение о выполнении сборочных операций в двух цехах (сборочный цех №2, рисунок 5 и сборочный цех №3, рисунок 6) позволяет упорядочить транспортные технологические потоки, исключить встречные и перекрестные направления, что обеспечивает снижение времени транспортных операций.

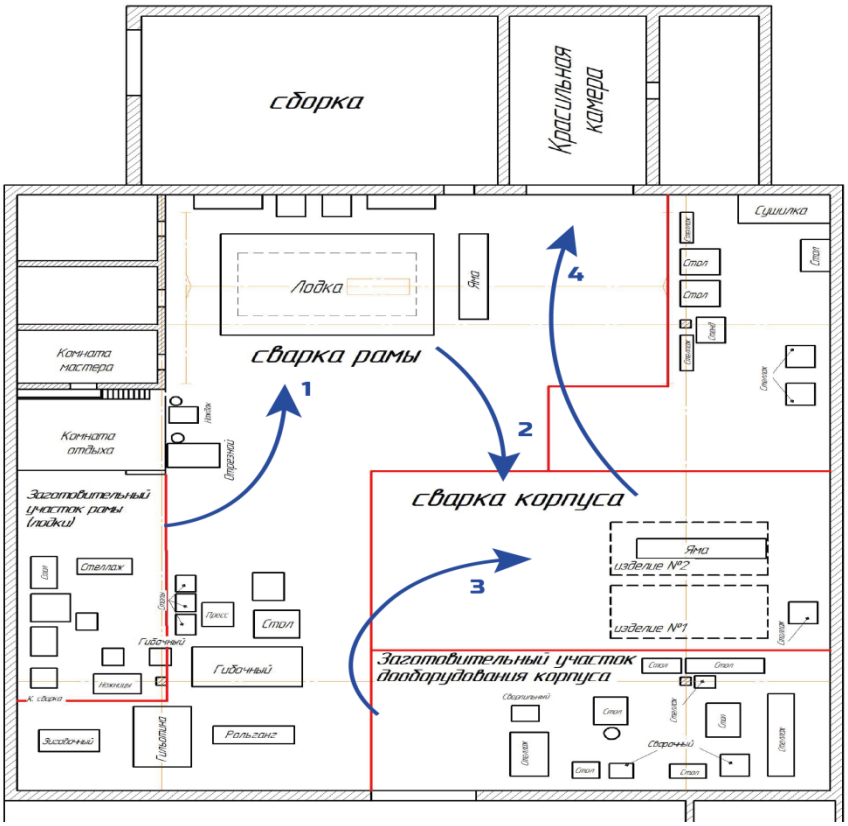


Рис. 5 – Проектная компоновка сборочного цеха №2 с указанием направлений транспортных потоков

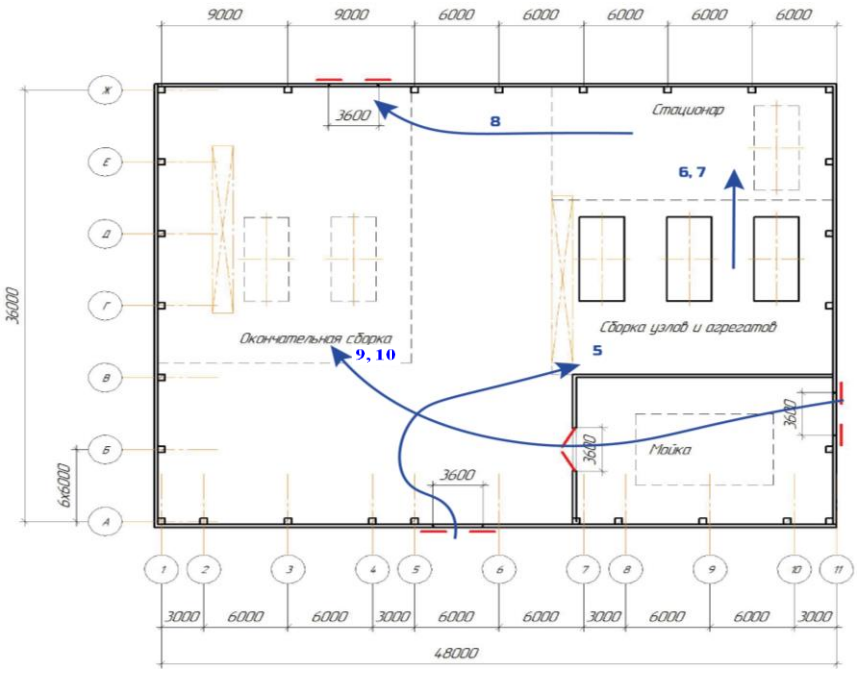


Рис. 6 – Проектная компоновка сборочного цеха №3 с указанием направлений транспортных потоков

Рис. 7 – Токарно-винторезный станок с ЧПУ DMTG CKE6163Z/1000

4) Для внедрения предлагаемых мероприятий по модернизации производственного процесса изготовления изделия ГТ-ТР в производство в соответствии с рекомендациями источников [4, 5] сформирована команда проекта и составлен календарный график его внедрения, представленный в таблице 6.

Таблица 6

Календарный график внедрения проекта

№	Этапы работы	Исполнители	Ответственный за выполнение	апрель					май				июнь				июль					август		
				14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
1	Разработка проекта	Генеральный директор Исполнительный директор Менеджер	Исполнительный директор																					
2	Разработка календарного плана	Исполнительный директор	Исполнительный директор																					
3	Разработка, подготовка документации проекта	Исполнительный директор Зам. ген. директора по производству Главный технолог	Главный технолог																					
4	Поиск подрядчика	Исполнительный директор Главный бухгалтер	Главный бухгалтер																					

Окончание таблицы 6

№	Этапы работы	Исполнители	Ответственный за выполнение	апрель					май				июнь				июль					август		
				14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
5	Поиск поставщика (оценка поставщиков оборудования)	Исполнительный директор Главный технолог Зам. ген. директора по закупкам	Зам. ген. директора по закупкам																					
6	Подготовка проектно-сметной документации	Зам. ген. директора по закупкам Главный технолог Главный бухгалтер	Главный бухгалтер																					
7	Заключение договоров с подрядчиками	Исполнительный директор	Исполнительный директор																					
8	Строительство цеха	Главный инженер, Строительная группа	Главный инженер																					
9	Модернизация цеха	Главный инженер, Строительная группа	Главный инженер																					
10	Монтаж станков	Производитель оборудования, Зам. ген. директора по производству	Главный технолог																					
11	ПНР (пуско-наладочные работы)	Главный технолог Зам. ген. директора по производству Зам. ген. директора по закупкам	Зам. ген. директора по производству																					
12	Организация изготовления снегоболотохода ГТ-ТР на последовательной линии	Главный технолог Зам. ген. директора по производству Зам. ген. директора по закупкам	Зам. ген. директора по производству																					

Заключение

Подводя итог можно сказать, что в ходе выполнения данной работы было проведено аналитическое исследование действующего производственного процесса изготовления снегоболотохода ГТ-ТР, в результате которого были

выявлены недостатки, снижающие эффективность производства. На основании полученных в результате выполненного анализа данных было принято техническое решение по модернизации действующего производственного процесса, направленное на повышение производительности труда. Для внедрения разработанных мероприятий по модернизации в производство сформирована команда проекта и составлен календарный план-график внедрения, а значит поставленные задачи решены и цель работы достигнута.

Список литературы

1. Технологическая документация предприятия ООО «АТМС».

2. Гриценко В.В. Проектирование машиностроительного производства: Учебное пособие для изучения дисциплин «Проектирование машиностроительных производств» и «Планировка производственных участков и цехов» студентами очной и заочной форм обучения направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2022. – 97 с.

3. Гриценко В.В. Разработка технологической планировки производственного участка механической обработки: Учебное пособие к выполнению расчетно-графической работы по дисциплинам «Проектирование машиностроительных производств» и «Планировка производственных участков и цехов» для студентов направления «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» всех форм обучения / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2022. – 49 с.

4. Пути повышения производительности труда в машиностроении. Библиотека технической литературы [электронный ресурс] – URL: http://delta-grup/bibliot/3k/36. html

5. Султанов И.А. Составы ключевых этапов проекта, статья [электронный ресурс] – URL: http://projectimo.ru/upravlenie-proektami/ehtapy-proekta.html

УДК 331.101.52

МОДЕРНИЗАЦИЯ УЧАСТКА ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКИ В ЦЕХЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА

В.В. Зобнев, В.В. Гриценко, Н.А. Чернецкая

Рубцовский индустриальный институт (филиал)

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», г. Рубцовск

Аннотация. Предложен проект модернизации участка плазменной резки детали «Кронштейн» на машиностроительном предприятии. Выполнен анализ действующего производства. В процессе анализа выявлены недостатки, влияющие на рост производительности труда при изготовлении детали «Кронштейн»: низкая производительность, большие затраты на изготовления. Представлены предложения по изменению технологического процесса изготовления детали «Кронштейн» за счет внедрения в производство станка волоконной лазерной резки листов Gweike GKS6030SL 20кВт Raycus, что позволит: повысить производительность, снизить себестоимость изготовления, производить продукцию, соответствующую современным требованиям рынка, сократить

срок подготовки производства к выпуску новых изделий, уменьшить количество брака.

Ключевые слова. Кронштейн; производительность труда; технологический процесс; станок; волоконная лазерная резка.

MODERNIZATION OF THE PLASMA CUTTING SECTION IN THE WORKSHOP OF THE MACHINE-BUILDING PLANT

V.V. Zobnev, V.V. Gritsenko, N.A. Chernetskaya

Rubtsovsk Industrial Institute (branch)

Federal state budget educational institution of higher education

«The Altai state technical University named after I.I. Polzunov»

Abstract. A project has been proposed to modernize the plasma cutting section of the "Bracket" part at a machine-building enterprise. The analysis of the current production is carried out. During the analysis, the disadvantages affecting the growth of labor productivity in the manufacture of the "Bracket" part were revealed: low productivity, high manufacturing costs. Proposals are presented to change the technological process of manufacturing the "Bracket" part by introducing the Gweike GKS6030SL 20kW Raycus fiber laser sheet cutting machine into production, which will: increase productivity, reduce manufacturing costs, produce products that meet modern market requirements, shorten the pre-production period for the release of new products, reduce the number of defects.

Keywords. Bracket; labor productivity; technological process; machine; fiber laser cutting.

Актуальность модернизации участка плазменной резки обусловлена внутренней политикой машиностроительного завода, направленной на постоянный неуклонный рост производительности труда. Основное направление деятельности завода – производство почвообрабатывающей техники и запасных частей к ней.

Цель работы: совершенствование технологического процесса изготовления детали «Кронштейн».

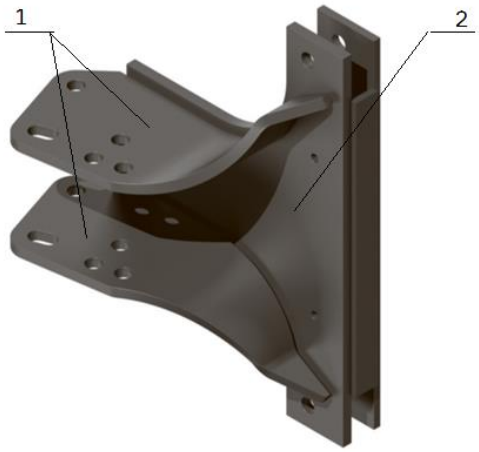
Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи.**

1. Выполнить анализ действующего производства детали «Кронштейн».
2. Разработать предложения по исправлению выявленных в результате проведенного анализа недостатков.
3. Выполнить оценку экономической эффективности проекта.

Объект исследования – участок плазменной резки.

Предметом исследования в работе является технологический процесс изготовления детали «Кронштейн».

Анализ действующего производства рассмотрен на примере изготовления детали «Кронштейн». Деталь «Кронштейн» (рис. 1, позиция 1) используется в державке (рис. 1), которая применяется в плугах оборотных полунавесных предназначенных для работы на почвах влажностью до 22% с твердостью до 3МПа.



1 – кронштейн; 2 – корпус
Рис. 1 - Державка

Плуг работает равномерно и устойчиво по глубине, почва хорошо крошится и рыхлится. Это способствуют улучшению проникновения воды, воздуха и питательных веществ к корням растений. Также в почву заделываются растительные остатки и удобрения.

Производительность плугов от 1,08 до 3,24 гектара в час, в зависимости от ширины захвата и мощности трактора. Преимущества оборотных плугов: ступенчато изменяемая ширина захвата корпуса; надежная рама; рабочие органы оснащены углоснимом, который выполняет функцию предплужника: укладывает верхний слой почвы на дно борозды; сборные рабочие органы.

Деталь «Кронштейн» представляет собой пластину толщиной 16 мм сложной конфигурации из стали марки 09Г2С. Действующий маршрутный технологический процесс изготовления детали «Кронштейн» представлен в таблице 1.

На рисунке 2 представлена планировка участков, на которых изготавливается деталь «Кронштейн», а также показан маршрут передвижения детали «Кронштейн». Как видно из планировки операции технологического процесса изготовления деталей находятся на разных участках, что ведет к потере времени при межоперационной транспортировке.

Таблица 1

Действующий маршрутный технологический процесс изготовления детали «Кронштейн»

№ оп.	**Наименование**	**Оборудование**	**Т(штучн.), мин.**
005	Резка	Резка термическая плазменно-дуговая	1,59
010	Галтовочная	Галтовочный барабан	2,22
015	Радиально-сверлильная	Радиально-сверлильный станок 2А55	6,06
020	Фрезерная	Вертикально-фрезерный станок ВМ127	5,63
025	Фрезерная	Вертикально-фрезерный станок ВМ127	6,7
030	Нагревание	Установка ТВЧ-нагрева 120 кВт	2,2
035	Гибочная	Пресс гидравлический П6330 (100 тс.)	5,55
Итого:			29,95

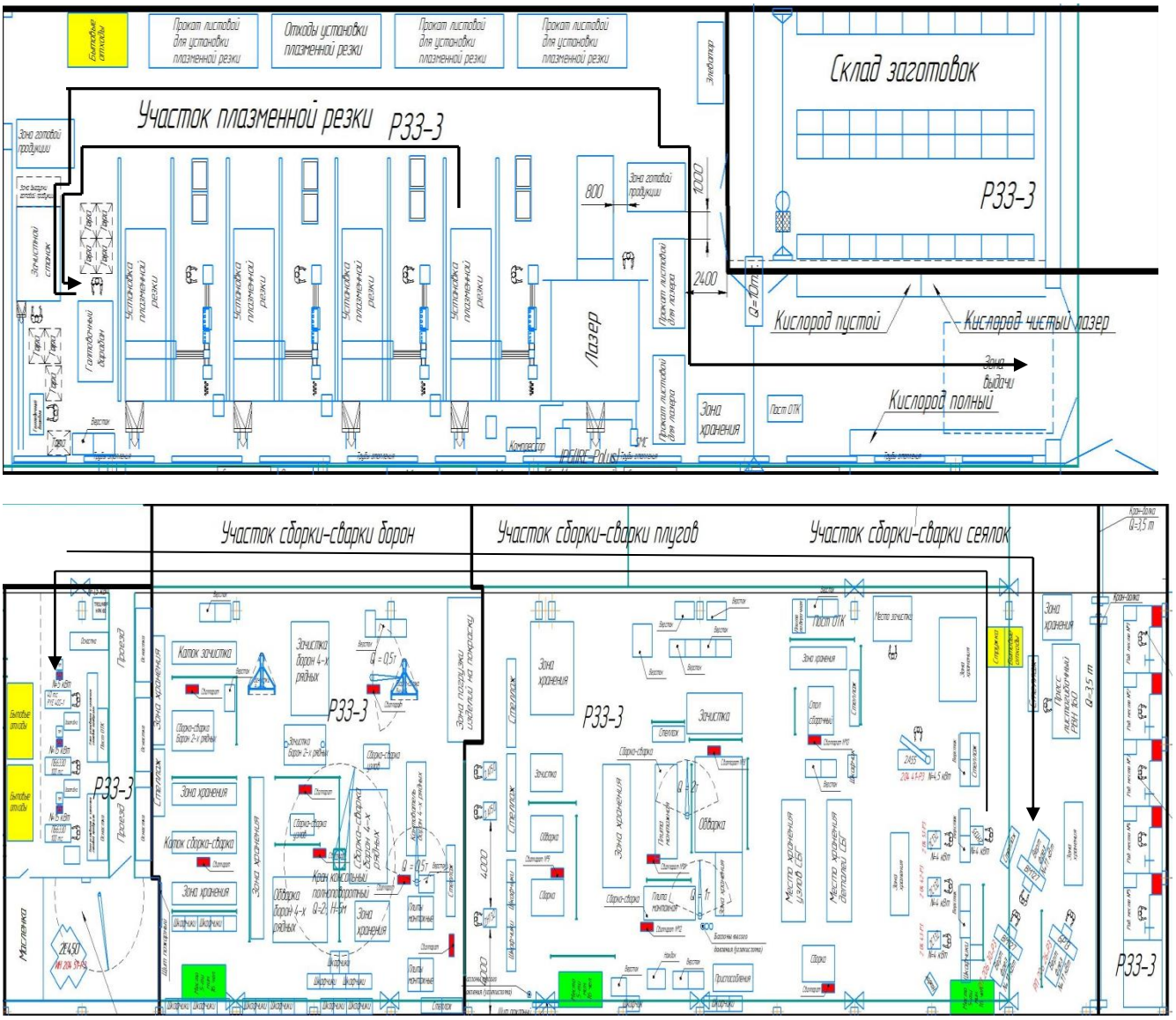


Рис. 2 –Действующий маршрут перемещения детали «Кронштейн» в процессе ее изготовления

Оборудование, применяемое в действующем технологическом процессе. Станок плазменной резки – сложное устройство, основным предназначением которого является раскрой деталей из листа металла или из другого материала. Траектория работы такого оборудования устанавливается разными способами, как при помощи программного обеспечения, так и за счет сканирования элементов детали с чертежей.

На плазменной резке ширина реза не постоянна. Она изменяется в зависимости от толщины металла, от 0,8 до 2,5 мм. Насколько плазменная резка будет точной, зависит от износа расходных материалов. На плазме необходимо менять сопла, электроды, защитные экраны, кожухи.

Важным параметром является конусность, она бывает от 1 до 5 градусов в зависимости от толщины вырезаемых изделий. Для того чтобы вырезать геометрически правильные отверстия на плазме нам необходимо, чтобы

диаметр отверстия был в два раза толще листа.

Стоит отметить, что при плазменной резке на металле образуется окалина. Её избежать, к сожалению, невозможно, и деталь нужно будет ещё дополнительно обрабатывать. Плазма имеет грязный рез, то есть при резке плазмы образуется много грата, и рез нуждается в пост-обработке. То есть, в любом случае нужно либо шлифовать, либо галтовать, либо очищать материал другими способами. При плазменной резке деталей из листа расстояние между деталями значительно увеличивается и соответственно выход готовых изделий из одного листа металла уменьшается.

Галтовочный барабан позволяют быстро и эффективно обрабатывать детали, удаляя заусенцы, очищая поверхность от ржавчины и окалины, полируя и шлифуя детали.

Станок фрезерный консольный вертикальный модели ВМ127 предназначен для фрезерования всевозможных деталей из стали, чугуна и цветных металлов, и сплавов торцовыми, концевыми, цилиндрическими, радиусными и другими фрезами в условиях индивидуального, мелкосерийного и серийного производства.

Станок 2М55 предназначен для выполнения следующих операций: сверления, рассверливания, зенкерования, развертывания, нарезания резьбы. Станок предназначен для применения в единичном и мелкосерийном производствах.

Станок плазменного раскроя – сложное устройство, основным предназначением которого является раскрой деталей из листа металла или из другого материала. Траектория работы такого оборудования устанавливается разными способами, как при помощи программного обеспечения, так и за счет сканирования элементов детали с чертежей.

Индукционные печи ТВЧ предназначены для высокотемпературной обработки металлов с помощью токов высокой частоты. Экономия электроэнергии за счет прямонаправленного нагрева изделия электромагнитным полем. Закалка деталей, например шестерен и валов, для повышения износостойкости. Общая термообработка металлических изделий. Нагрев под ковку и штамповку. Разогрев изделий перед механической обработкой. Таким образом, ТВЧ печи позволяют эффективно проводить высокотемпературную обработку металлов в промышленных масштабах, улучшая их физико-механические свойства и увеличивая срок службы готовых изделий.

Пресс гидравлический одностоечный П6330 предназначен для запрессовки, выпрессовки, прошивки, правки, листовой штамповки без глубокой вытяжки, монтажных, штамповочных и других работ, а также для правки при установке правильного стола и правильного инструмента. Применяется в различных отраслях промышленности, как в производственных, так и в ремонтных подразделениях и мастерских. Эксцентричное нагружение при работе пресса не допускается.

В действующем технологическом процессе обработки детали

«Кронштейн» используется большое количество универсального оборудования для выполнения плана производства, что не эффективно для серийного производства. Оборудование выпущено в 70-х годах, которое имеет моральный и физический износ, что является «узким местом», так как частые поломки приводят к длительным простоям оборудования, а его ремонтопригодность осложнена ввиду отсутствия запасных частей из-за снятого с производственного выпуска применяемого оборудования (что ведет к появлению дополнительных непроизводительных затрат). Физический износ сильно влияет на точность оборудования, вследствие чего приводит к увеличению процента выпуска деталей с отклонениями по механической обработке или к окончательному браку. Исправление брака также требует затрат времени и материалов, что влечет за собой незапланированные расходы. Во время простоя по причине поломки для выполнения плана производства приходится задействовать оборудование, расположенное на других участках.

На действующем участке установка и закрепление заготовок в приспособления осуществляется вручную с выверкой, что является трудоемким (увеличение вспомогательного и основного времени изготовления детали). Удаление стружки от станков происходит вручную. Для обработки на универсальных станках требуются высококвалифицированные рабочие. По графику работы 2/2 по 12 часов будет задействовано 2 оператора станка лазерной резки, 2 прессовщика и 2 контролера ОТК. Станки используются малоэффективно, так как в условиях современного серийного производства необходимо применить современное многофункциональное оборудование с ЧПУ.

В результате проведенного анализа, в действующем технологическом процессе выявлены следующие существенные недостатки:

- применение большого количества расходных материалов на плазменный станок, фрезерный станок, сверлильный станок.
- отсутствие возможности автоматического управления оборудованием на фрезерных и сверлильных станках.
- не эффективное использование производственных площадей и большое количество операций перемещения;
- необходимость выполнения большого количества ручных доводочных операций;
- нерациональная последовательность операций, применение устаревших методов обработки;
- использование устаревшего оборудования и режущего инструмента

Предложения по изменению технологического процесса изготовления детали «Кронштейн». В проектном технологическом процессе изготовления детали «Кронштейн» предлагается за счет замены станка плазменной резки модели ППлЦ 2х6 серии «Термит» на станок лазерной резки листов модели Gweike GKS6030SL 20кВт Raycus отказаться от операций механической обработки детали (2 фрезерных и 1 сверлильная), тем самым сократить время ее изготовления, а, следовательно, увеличить производительность.

Усовершенствовать технологический процесс так, чтобы для изготовления детали требовалось наименьшее количество единиц оборудования, что позволит получить высокую производительность и качество изготовления, а соответственно минимальные затраты на производство, уменьшить затраты на расходные материалы и транспортировку заготовок и изделий по цеховому маршруту [2].

Станок волоконной лазерной резки листов Gweike GKS6030SL 20кВт Raycus предназначен для точной резки листового металла. Обеспечивает высокое качество и надежность работы станка. Имеют высокую степень производительности и надежности. Применение лазерной резки позволяет получать чистый, точный и гладкий рез. Нет необходимости в дополнительной механической обработке краев. Это сокращает время на процесс обработки и уменьшает себестоимость производства изделий. Станок может обрабатывать такие материалы, как нержавеющая сталь, углеродистая сталь, легированная сталь, электротехническая сталь, рессорная сталь, сталь с гальваническим покрытием, травленая сталь, и прочие металлы. Опционально можно установить поворотную лазерную головку и выбрать другие размеры стола. Система ЧПУ, разработанная самой компанией Gweike, обеспечивает точное позиционирование и высокую скорость резки. Компания Gweike является одним из крупнейших производителей лазерного оборудования в Китае. Она была основана в 2004 году и специализируется на выпуске волоконных лазеров, станков лазерной резки и сварки металла, а также лазерных гравировальных машин.

На станке установлена резательная голова с поворотным механизмом, что открывает возможность создания фасок под разными углами. С использованием данного станка значительно быстрее выполнять раскрой металла и получать более высокое качество заготовок.

Станок лазерной резки широко применяется при производстве, конструкций из листового металла, оборудования для пищевой промышленности, кухонных принадлежностей, светильников, изделий для автомобильной промышленности, изделий для аэрокосмической промышленности, измерительного оборудования, и т.д. [1].

Повышение производительности обусловлено существенным снижением времени на межоперационное перемещение, вспомогательного времени на установку и закрепление обрабатываемых деталей (за счет концентрации операций).

Основные узлы станка волоконной лазерной резки листов Gweike GKS6030SL 20кВт Raycus приведены ниже.

Модульная платформа.

Резательная голова Boci с поворотным механизмом, что открывает возможность создания фасок под разными углами. Без ручной фокусировки. Программное обеспечение автоматически настраивает фокусирующую линзу для автоматической перфорации и резки листов различной толщины. Скорость автоматической регулировки фокуса объектива в десять раз выше, чем при

ручной регулировке. Большой диапазон регулировки. Диапазон регулировки ±10 мм, точность 0,01 мм, подходит для различных типов пластин 0-20 мм. Долгий срок службы. Коллиматорная линза и фокусирующая линза радиатор с водяным охлаждением, который снижает температуру режущей головки, увеличивая срок службы режущей головки.

Таблица 2

Техническая характеристика станка модели Gweike GKS6030SL 20кВт Raycus

Производитель	GWEIKE
Страна-производитель	КНР
Рабочая зона, мм	6000x3000
Выходная мощность лазера, ватт	20 кВт
Скорость позиционирования, м/мин	80
Ход по осям X/Y/Z, мм	3000/6000/270
Максимальная скорость свободных перемещений по X, Y осям, м/мин	80
Ширина направляющей, X ось, мм	35
Ширина направляющей, Y ось, мм	35
Повторяемость позиционирования по X, Y осям, мм	±0.05
Параметры подключения	
Электропитание, В/Гц	380/50
Мощность сервомоторов X, Y, Z, кВт	1.3/4.4x4/1.3
Габариты	
Длина, мм	8330
Ширина, мм	3870
Высота, мм	2145
Дополнительные параметры	
Точность позиционирования, мм	0.05мм/5м
Допустимые графические форматы	Dxf, ai, plt
Время непрерывной работы, ч	24 часа
Максимальный вес обрабатываемой заготовки, кг	9000

Редукторы скорости Motoreducer. Конструкция редуктора обеспечивает долгий и непрерывный срок службы.

Зубчатые рейки шестерня YYC/APEX. Косозубая зубчатая передача по сравнению с прямозубой косозубая реечная передача обладает большей нагрузочной способностью. Обеспечивая высокую плавность зацепления и хода, она снижает уровень шума, может выдерживать дополнительные динамические нагрузки.

Функция определения положения листа. Эта функция позволяет автоматически определять положение кромки листа, угол поворота заготовки на столе станка и скорректировать программу резки, если это потребуется. Если материал расположен на столе не ровно, то кромки материала будут

определены с помощью емкостного датчика, и материал будет размещен в необходимых координатах.

Функция защиты головки от столкновения листов. Зоны безопасности – области, на которых установлены прижимы листа или держатели. При попадании оптической головки в такие зоны контур детали не обрабатывается, а станок встает на паузу. Размер зоны безопасности задаётся оператором. Зоны безопасности учитываются при построении безопасных проходов. Объезд препятствий. Совместно с установленным контроллером высоты головки BCS100, система способна контролировать не только фокусное расстояние до листа, но и осуществлять интеллектуальную защиту головки от столкновений. Иногда вырезанные детали поднимаются над листом и могут стать препятствием на пути движения оптической головки. Система позволяет избежать врезания лазерной головки в перевернувшиеся вертикально детали на умеренных скоростях. Безопасные проходы. Функция генерации безопасных проходов позволяет автоматически обходить опасные участки. Данная функция поддерживается программным обеспечением CypCut 2000S. Также необходим автономный емкостной контроллер высоты BCS100. Программа прокладывает путь между контурами так, чтобы он не попадал в зоны, где уже был вырезан металл.

Программное обеспечение CypCut на русском языке. Система управления CypCut представляет собой систему программного обеспечения, предназначенного для лазерных станков резки металла, которая включает в себя не только управление процессом лазерной резки, но и управление слоями, обработку изображений, настройку процесса резки, планирование траектории обработки, раскладку деталей, определение положения листа, моделирование процесса резки.

Сегментированное дымо- и пылеудаление. Каждая секция оснащена устройством дымоудаления, которое может точно выводить дым, осевой вентилятор окружает направленный вниз дымоотвод на 360 градусов и поглощает его, отфильтровывая вредные газы, дым, пыль.

Система автоматической смазки. Станок оснащен централизованной автоматической системой подачи смазочной жидкости, что упрощает его обслуживание и обеспечивает безотказную работу оборудования. За счет точного дозирования снижается расход смазочных материалов, увеличивается срок жизни узлов техники.

Дисплей операционной системы. Первый из производителей, кто использует UI дизайн между интерфейсом и рабочей платформой в мире, делая обработку интуитивной. Элегантные кривые точно соответствуют корпусу станка. Сильная водонепроницаемая дышащая система создает лучший экстерьер, делая работу более удобной. Процесс алмазной резки и стекло высокой плотности делают экран более изысканным и удобным в использовании.

Водяной чиллер. Автоматическая система охлаждения лазера выполнена на базе промышленных водяных чиллеров от компании S&A серии CWFL или

Tongfei серии TFLW. Чиллер имеет двойной контур охлаждения, один для лазерной головки, второй для лазерного источника. Высокопроизводительный блок водяного охлаждения, высококачественная титановая испарительная труба (пластинчатый испаритель из нержавеющей стали), циркуляционный многоступенчатый насос. Высокое качество, высокая эффективность, низкий уровень шума. Чиллер подходит для работы с излучателями известных брендов RAYCUS, IPG.

Стабилизатор напряжения. Современные электронные компоненты очень требовательны к питанию. Силовая часть станков выполнены на микроконтроллерах которые очень чувствительны к скачкам напряжения. На любом производстве скачки напряжения являются неотъемлемой частью производственного процесса, будь то сварка, пуск станка, включение калорифера и т.д. Все эти процессы могут вывести из строя сложные электронные компоненты. Именно поэтому мы комплектуем станки стабилизатором напряжения.

Пусконаладочный комплект. Набор инструментов и расходников для пусконаладочных работ и эксплуатации.

Проектный технологический процесс изготовления детали «Кронштейн». В проектном технологическом процессе изготовления детали «Кронштейн» предлагается задействовать один станок Gweike GKS6030SL 20кВт Raycus.

Согласно плану расположения оборудования, лист металла толщиной 16 мм подается на режущий стол лазерного станка Gweike GKS6030SL 20кВт Raycus, после вырезки заготовки детали «Кронштейн» при помощи кран-балки перемещаются для места хранения, далее при помощи транспортировочного погрузчика перемещаются на участок прессов, для дальнейшей прессовой операции. План расположения оборудования проектного участка показан на рисунке 3.

Как видно из планировки в результате внедрения лазерного станка сократится время на межоперационную транспортировку между участками. Стоимость приобретения проектного оборудования предоставлена отделом материально-технического снабжения на основании конкурентных листов. Итоговая стоимость станка лазерной резки Gweike GKS6030SL 20кВт Raycus составляет 18300000 руб.

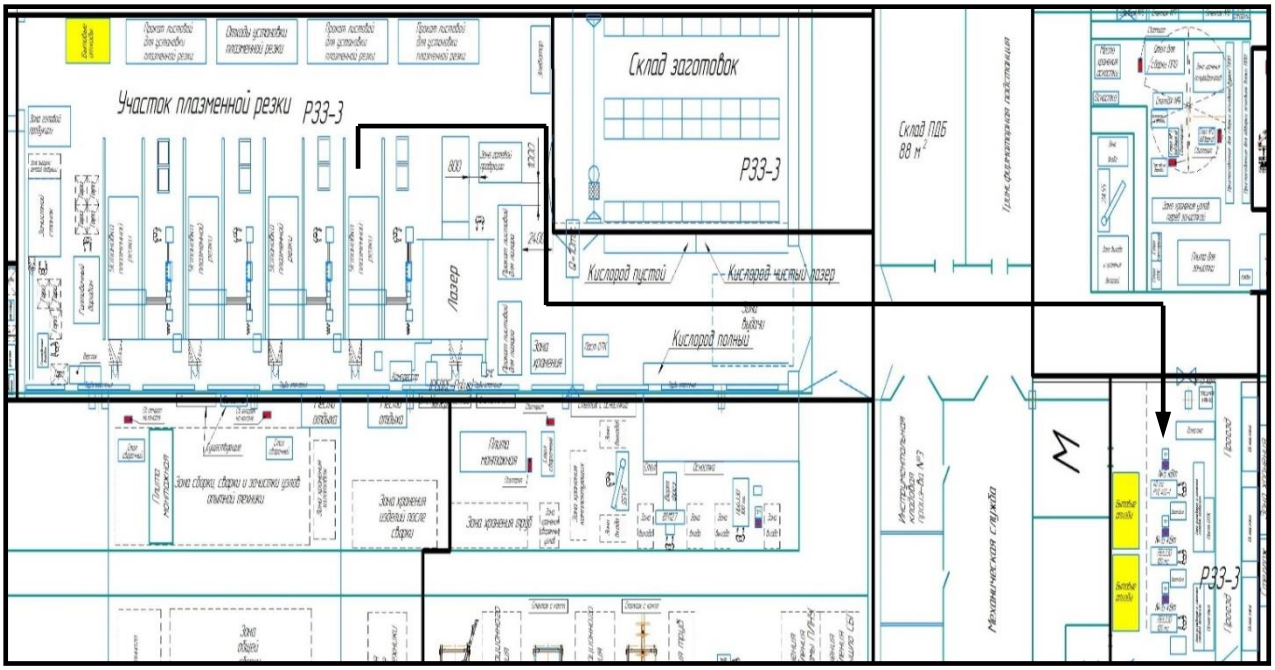


Рис. 3 – Схема передвижения детали «Кронштейн» между операциями

В таблице 3 представлен проектный маршрутный технологический процесс с указанием затрат времени на выполнения технологических операций.

Таблица 3

Затраты времени на основных операциях при производстве детали «Кронштейн» с применением проектной технологии (проектный маршрутный техпроцесс)

№ оп.	Наименование	Оборудование	Т(штучн.), мин.
005	Лазерная резка	Gweike GKS6030SL 20кВт Raycus	7,4
010	Нагревание	Установка ТВЧ-нагрева 120 кВт	2,2
015	Гибочная	Пресс гидравлический П6330 (100 тс.)	5,55
Итого:			**15,15**

Из сравнения данных по затратам операционного времени таблиц 1 и 3 следует, что общее время технологического процесса изготовления сократится на 14,8 мин. По графику работы 2/2 по 12 часов будет задействовано 2 оператора станка лазерной резки, 2 прессовщика и 2 контролера ОТК. Высвободившиеся из действующего технологического процесса 2 фрезеровщика, 2 сверловщика, 2 галтовщика, будут распределены на другие участки механической обработки («узкие места по нехватке персонала») по специализации.

Кроме предлагаемых мероприятий необходимо будет закупить инструмент и оснастку, обеспечить рабочее место средствами пожаротушения, необходимыми плакатами, справочными материалами, обеспечить рациональное расположение основного и дополнительного оборудования, установить необходимые стеллажи для заготовок и готовой продукции. После организации рабочего пространства и наладки оборудования можно будет

произвести непосредственный запуск изделия в производство с выходом на расчетные показатели производительности.

Расчет экономической эффективности проекта. Предлагаемые мероприятия ориентировочно сокращают время, которое работник тратит на передвижения от станка плазменной резки до галтовочного барабана 2 минуты, потом от галтовочного барабана при помощи кран-балки перемещает детали « Кронштейн» проезд между цехами в течении 3 минут. При помощи транспортировочного погрузчика перевозит детали к радиально-сверлильному станку, на 2 минуты, за счет исключения радиально-сверлильной операции. Потом деталь «Кронштейн перемещается на фрезерный станок в течение 1 минуты. После механических операций, перемещается на прессовый участок при помощи кран балки в течение 4 минут. Так как за смену изготавливается 22 деталей, то потеря времени транспортировки составляет 264 минуты. Замена станка плазменной резки на лазерный станок позволяет сократить время транспортировки между операциями, и увеличить количество готовой продукции. [3]

Возможное сокращение времени в результате изменения технологического маршрута между операциями составляет 40%. Предлагаемые мероприятия ориентировочно дают прирост производительности труда на 66,6%. Планируемый выпуск детали «Кронштейн» в смену составляет 22 штуки на сумму 4312 руб., увеличение производительности труда на 66,6%. увеличит выпуск продукции до 36 шт. на сумму 7056 руб., таким образом ожидаемый годовой экономический эффект составит 2511936 рублей.

Возможное сокращение времени в результате применения станка лазерной резки составляет 50%. Предлагаемые мероприятия ориентировочно дают прирост производительности труда на 100%, что дополнительно увеличит выпуск продукции до 44 шт. Таким образом, общий ожидаемый годовой экономический эффект составит 3070144 рублей. Период окупаемости приобретенного оборудования 3,28 г. Таким образом, расчетный период окупаемости проекта составит 3,28 года.

Список литературы

1. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник / В.А. Скрябин, А.Г. Схиртладзе, А.Е. Зверовщиков, А.Н. Машков. — Москва: КУРС: ИНФРА-М, 2023. — 320 с. - ISBN 978-5-906818-60-7. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1903733

2. Пути повышения производительности труда в машиностроении. Библиотека технической литературы. - Текст: электронный. - URL: http://delta-grup/bibliot/3k/36. html

3. Хеддервик, К. Финансовый и экономический анализ деятельности предприятия / Под ред. Ю.Н. Воропаева – М.: «Финансы и статистика», 2005. – 167 с.

УДК 621.922.02

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ВЫСОКОВАНАДИЕВЫХ, ИЗНОСОСТОЙКИХ НАПЛАВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ШТАМПОВ ГОРЯЧЕГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

А.А. Кононов

Рубцовский индустриальный институт АлтГТУ

Аннотация. В статье проведено обоснование химического состава наплавочного материала, изложены результаты его исследования Показаны механические, технологические и другие свойства. Проведена сравнительная оценка существующих и исследуемых наплавочных материалов.

Ключевые слова. Микроструктура, химический состав, наплавочный материал, твердость, теплостойкость и износостойкость.

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF HIGH-VANADIUM, WEAR-RESISTANT SURFACING MATERIALS FOR HOT DEFORMATION STAMPS

A.A. Kononov

Rubtsovsky Industrial Institute of AltSTU

Annotation. The article substantiates the chemical composition of the surfacing material, presents the results of its research and shows mechanical, technological and other properties. A comparative assessment of existing and investigated surfacing materials has been carried out.

Keywords. Microstructure, chemical composition, surfacing material, hardness, heat resistance and wear resistance.

1. Обоснование химического состава наплавочного материала для наплавки штампов горячего деформирования

Одним из перспективных направлений по повышению стойкости штамповочного инструмента является наплавка рабочих частей штампов высокоизносостойкими наплавочными материалами.

В настоящее время с этой целью применяют электроды штамповых сталей 4Х5В2ФС, 5Х3В3МФС, ЭН-60М (0,8% С, 0,4% Si, 0,8% Mn, 2,5% Cr и 0,4 Mo), 03И-3 60М (0,7% С, 0,4% Si, 0,4% Mn, 3,3% Cr и 4 Mo, 1,4W, 1,1%V). Рекомендуется также наплавка сплавом Т620 (3,2% С, 1,2%Mn, 2,2%Si, 2,3% Cr, 1,3% Ti, 1% B) по ГОСТ 10051-75. Наплавленный слой имеет твердость HV 6500-6600 МПа (HRC 54-56).

Для штампов, работающих в тяжелых условиях, где температура в рабочих поверхностях достигает 700-730 °С, для штамповки жаропрочных и нержавеющих сталей применяют электроды из вольфрамо-молибденовой стали высокой теплостойкости 2Х6В8М2К8. Значительная часть электродов, предусмотренных по ГОСТ 10051-75 для высокоизносостойкой наплавки, по структурному классу относятся к аустенитным. Эксплуатационные качества наплавки характеризуется механическими свойствами отдельных структурных составляющих: твердых карбидных частиц и мягкой аустенитной основы.

Твердость наплавленного металла, полученного с использованием высокохромистых сплавов (сормайты 1,2 и стеллиты В2К и В3К), определяется

карбидообразованием; следовательно, твердость наплавленного упрочненного слоя практически не зависит ни от температуры разогрева металла при наплавке, ни от скорости его охлаждения после наплавки. Поэтому наплавленный слой имеет пониженную теплостойкость.

На рисунке 1 приведена микроструктура наплавленного высокохромистого сормайта следующего химического состава: 2,8% C; 28% Cr; 4,5% Ni; 3,5% Si; 1,1% Mn. Наплавленный металл такого состава имеет структуру, в матрице которой, состоящей из аустенита и мелкодисперсного карбида, рассеяны крупно-игольчатые частицы карбида хрома $(Cr, Fe)_7C_3$. Высокую износостойкость наплавленному металлу придает карбид хрома, обладающий высокой твердостью.

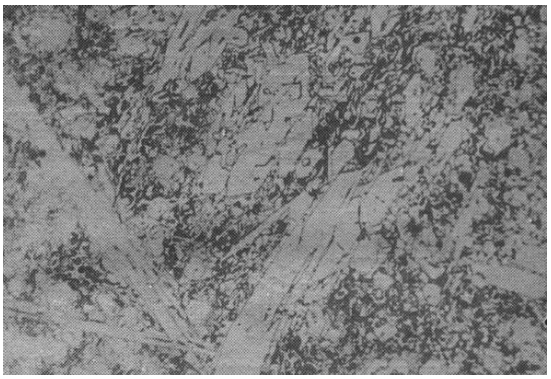


Рис. 1 – Микроструктура наплавленного твёрдого сплава Сормайт 1 х100

На рисунке 2 приведена микроструктура наплавочного твёрдого сплава сормайт 2 с химическим: составом 3,2% C; 26% Cr; 0,3% Ti; 1,8% Si; 6% Mn; 4% борид хрома.

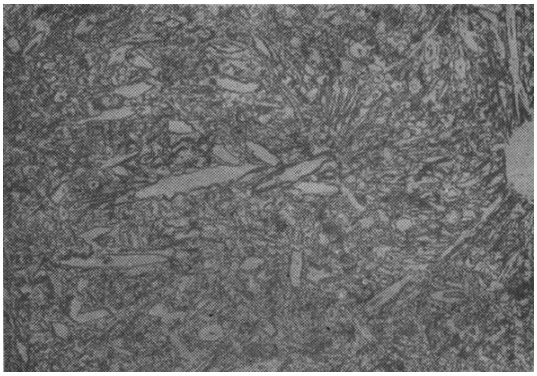


Рис. 2 – Микроструктура наплавленного твёрдого сплава Сормайт 2 х100

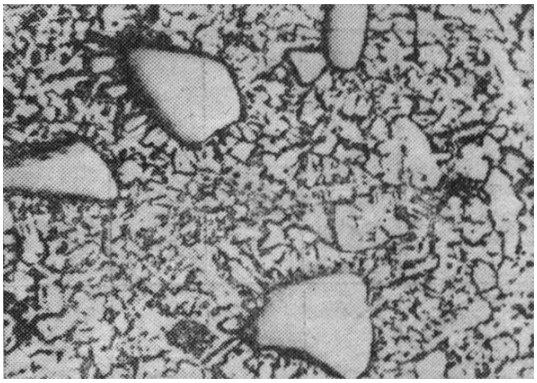


Рис. 3 – Микроструктура наплавленного Релита (WC + W_2C эвтектики) x100

Микроструктура наплавочного материала состоит из карбидов сложного состава, незначительного количества твёрдого раствора, дисперсионной смеси вторичных карбидов и отдельных включений карбидов хрома округлённой формы. Такие материалы хорошо работают в условиях абразивного изнашивания. При ударных нагрузках и высоких температурах происходит выкрашивание крупных карбидов, что снижает эффективность использования таких материалов для штампов горячего деформирования.

На рисунке 3 приведена микроструктура наплавочного релита, состоящего из эвтектики WC + W_2C состава.

При дуговой наплавке, когда наплавочный материал находится в высокотемпературной области горения дуги, происходит частичное разложение карбида вольфрама на углерод и вольфрам, растворение которые в матрице сопровождаются с образованием сложного карбида (Fe, W)C, которые вызывают снижение пластичности металла, повышение чувствительности к трещинообразовании и склонности к отколу крупных карбидных частиц.

Наиболее высокими эксплуатационными свойствами (высокая теплостойкость, пластичность и износостойкость) обладают стеллиты. Стеллиты имеют высокое содержание кобальта (40-60 %), что резко увеличивает стоимость такого материала.

На рисунке 4 приведена микроструктура стеллита В2К с химическим составом: 1,4 % C; 31 % Cr; 1,5 % Ni; 0,6 % Mn; 1,5 % Si; 14 % W и 48 % Co. На снимке светлый дендритный составляющий соответствует твердому раствору вольфрама и хрома в кобальте, а окружающие его темные участки эвтектики - смеси твердого раствора сложного карбида, содержащей хром и вольфрам.

Общая твердость наплавленного слоя составляет HRC 46-48 и сохраняет такую твердость при нагреве до 700 ^{0}C.

Вольфрамокобальтовая сталь марки 2Х6В8М2К8, которая применяется в качестве наплавочного материала, обладает высокой теплостойкостью. Твердость HRC 45 сохраняется при нагреве 700 ^{0}C 4 часа.

Однако указанные материалы содержат дорогостоящие элементы вольфрама (8 – 15%) и кобальта (8 – 60%), что резко увеличивает стоимость этих материалов.

С целью экономии дефицитных элементов (вольфрама, молибдена и кобальта) нами исследовались быстрорежущие стали с меньшим содержанием вольфрама и молибдена (W = 1,5 Mo = 7 – 8%), но с высокой концентрацией ванадия. Известно, что в деформируемых быстрорежущих сталях содержание ванадия ограничивается из-за ухудшения ковкости и шлифуемости.

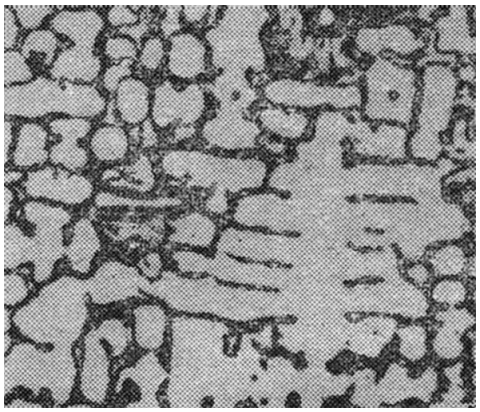


Рис. 4 – Микроструктура наплавленного стеллита х100

Была поставлена задача повышения износостойкости дополнительным легированием ванадием, т. к. ванадий образует мелкие высокотвердые карбиды. При большом количестве ванадий образует избыточный нерастворимый карбид МС. Износостойкость стали достигает максимума при сочетании избыточных и растворимых карбидов M_6C и $M_{23}C_6$. Эти карбиды содержат значительную концентрацию ванадия, что служит источником более полного насыщения раствора ванадием, вольфрамом, молибденом и хромом. В карбиде МС каждый процент ванадия связывает ≈ 0,2 % С. Часть ванадия расходуется на насыщение карбидов M_6C и $M_{23}C_6$, поэтому необходимо увеличивать содержание углерода в стали на 1 % ванадия ≈ 0,15%.

2 Исследование наплавочных материалов с высоким содержанием ванадия и выплавка опытных составов

Известно, что карбид ванадия имеет более мелкие размеры и распределяется в структуре равномерно, по сравнению с другими карбидами.

В литой структуре ванадий образует эвтектику более тонкого строения, что позволяет увеличить количество карбидной фазы без значительного ухудшения ударной вязкости (пластичности).

С увеличением в стали количества вольфрама и молибдена образуется грубая эвтектика с крупными сложными карбидами M_6C. Поэтому концентрация этих элементов не должна превышать (W + 1,5 Mo) ≈ 7-8 %.

С целью обогащения твёрдого раствора при растворении карбидов M_6C и $M_{23}C_6$ необходимо увеличить содержание углерода до 0,8 %. В таких условиях в структуре наряду с теплостойким твердым раствором образуются карбиды M_6C (после закалки) и сверхтвёрдые избыточные карбиды типа МС. При этом прочность и вязкость соответствуют стандартным быстрорежущим сталям.

Учитывая, что штампы работают при высоких динамических нагрузках,

эти стали должны обладать достаточной ударной вязкостью. В таком случае минимальное содержание углерода (без учета ванадия) должно быть 0,5 %. Дальнейшее повышение концентрации углерода ухудшает ударную вязкость стали, а присутствие незначительного количества α-фазы ухудшает разгаростойкость.

С увеличением концентрации ванадия в стали повышается доля избыточных высокоизносостойких карбидов VC, что благоприятно влияет на износостойкость стали. Дополнительным легированием стали элементами расширяющей γ - области нужно избежать из-за образования избыточного феррита. Такими элементами являются кобальт, никель и марганец.

Кобальт понижает температуру $\alpha \rightarrow \gamma$ превращения, что создает возможность с наименьшим содержанием углерода значительно повысить вязкость стали. Известно, что каждый процент кобальта в стали удорожает себестоимость на 10 %, поэтому легирование стали кобальтом считаем неэкономичным.

Никель сильно понижает температуры фазового превращения, а марганец охрупчивает стали, и поэтому их не легируют марганцем.

С целью повышения твердости стали изучали влияние кремния. Кремний полностью растворяется в твердом растворе и таким образом повышает твердость и теплостойкость твердого раствора. Однако, легирование более 1,5% Si сильно охрупчивает стали. Нами определено оптимальное содержание кремния 1,3%.

Измельчение литой структуры стали добивалось модифицированием церием в количестве 0,05 – 0,07% и увеличением центров кристаллизации окислом алюминия (Al_2O_3) в количестве 0,05-0,07%.

При большом количестве ванадия образуется избыточный карбид МС, уменьшая одновременно, как более сильно карбидообразующий элемент доля карбида M_6C. Карбид M_6C, растворяясь при нагреве под закалку, обеспечивает высокую вторичную твердость и теплостойкость.

Из рисунка 6. видно, что при 10% содержании ванадия количество карбида МС составляет 22%, при этом концентрация углерода в стали должна быть не менее 10∗1,5+0,5=2,0% С, а для быстрорежущей стали 10∗1,5+0,8=2,3% С.

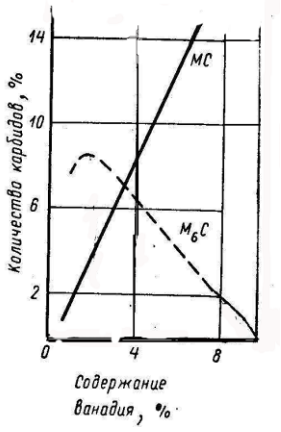


Рис. 5 – Влияние ванадия на количество карбидов МС и М6С в стали с 6% W и 5% Mo

На рисунке 6 приведены количественные соотношения между карбидами M_6C и MC в зависимости от содержания ванадия в стали (с 6% ванадия W и 5% Mo).

Для выбора оптимального состава наплавочного материала были выплавлены следующие составы наплавочных материалов с высоким содержанием ванадия.

Плавка проводилась в открытой индукционной печи, емкостью 130 кг с кислой футеровкой. Исходными шихтовыми материалами явились отходы из быстрорежущей стали, ферросплавы (феррованадий, ферросилиций, феррохром), модификаторы (ферроцерий и порошок карбида бора) и графитовая пудра. Раскисление проводилось ферромарганцем и алюминием. Модифицирование церием и бором проводились в ковше. Стали разливали в оболочковые формы.

После выбивки и обрубки отливки подвергали изотермическому отжигу при температуре 960 ^{O}C – 10 часов, далее 750 ^{O}C – 6 часов в защитной среде.

Химический состав литых быстрорежущих сталей приведен в таблице 1.

3 Исследования литой структуры опытных плавок

Микроструктура в литом состоянии выплавленных опытных с высоким содержанием ванадия приведена на рисунке 6. Микроструктура изучалась на образцах электродов для ЭШЛ и ЭШН в подогретых кокилях. Общий характер образования эвтектики одинаков для всех плавок: карбидные ветви расходятся из одной точки, и образуется веерообразная эвтектика. Микроструктура стали 215Р5М4Ф12С состоит из светлой веерообразной эвтектики, расположенной на аустенитно – ферритно-мартенситном поле (Рис. 6 а), а микроструктуры сталей 220Р3М3Ф10С и с 9,0 % V почти не отличаются друг от друга, веерообразная эвтектика расположена в тёмнотравящемся мартенситном поле (Рис. 6 б).

Таблица 1

Химический состав исследованных наплавочных материалов с высоким содержанием ванадия

Марка стали	N Плавки	**Химический состав, вес, %**						
		C	W	Mo	V	Cr	Si	другие
215Р5М4Ф10С	1	2,16	4,56	3,70	12,1	3,70	1,48	-
	1а	2,16	4,56	3,70	12,1	3,70	1,48	0,06 Ce
220Р3М3Ф10С	2	2,21	3,15	2,8	10,2	4,60	1,32	-
	2а	2,21	3,15	2,8	10,2	4,60	1,32	0,06 Ce
200Р3М3Ф9С	3	1,95	3,05	2,76	9,0	4,40	1,26	-
	3а	1,95	3,05	2,76	9,0	4,40	1,26	0,06 Ce
	3б	1,95	3,05	2,76	9,0	4,40	1,26	0,06 Ce; 0,05Al_2O_3

Сильно карбидообразующие элементы ванадий, вольфрам, молибден и хром обедняют твердый раствор углеродом, и при недостаточном количестве углерода в структуре образуется феррит, что подтверждает наши теоретические выводы (см. Рис. 7 а). При недостаточной концентрации углерода в стали

уменьшается количество карбидов $M_{23}C_6$ и M_6C, насыщающих твёрдый раствор, а в структуре даже при высоком нагреве для закалки сохраняется избыточный феррит. Уменьшение содержания ванадия до 9 – 10 % при концентрации углерода ~ 2,20 % способствует образованию структуры, состоящей из веерообразной эвтектики и аустенитно-мартенситных полей. При этом в структуре присутствует достаточное количество растворяемых при закалке сложных карбидов $M_{23}C_6$ и M_6C. В этом случае происходит полное насыщение этих карбидов ванадием, повышается вторичная твёрдость из-за выделения мельчайших карбидов типа штампов МС при отпуске.

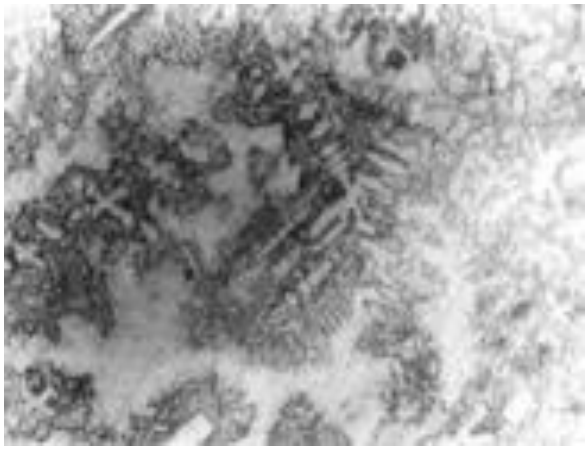
Эвтектика состоит в основном из избыточных не растворимых карбидов при закалки и аустенита, способствующих сохранению мелкого зерна и повышению износостойкости.

Твердость и теплостойкость наплавленного слоя определялись после отпуска при 560 °С, 3 раза по одному часу, без закалки (см. таблица 2.).

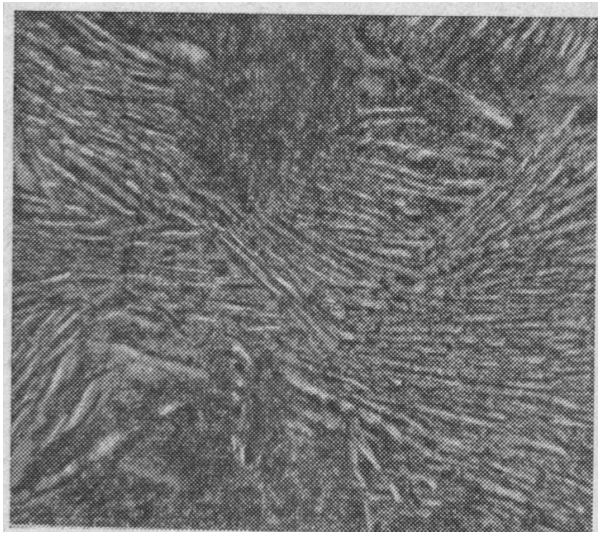
Самую низкую твёрдость имеют образцы из стали с пониженной концентрацией углерода (215Р5М4Ф12С) с 12 % ванадия. Стали относятся к доэвтектоидному классу, т.к. количество карбида МС составляет 27 % (см. Рис. 6) 12 х 0,15 = 1,80 % С связана с этим карбидом. При 2,16 – 1,8 = 0,36 % С - α-фаза устойчива до температуры плавления, поэтому остаётся в структуре ещё после термической обработки. Доля растворимых карбидов незначительна, поэтому твёрдость после закалки и отпуска почти одинакова, уменьшается незначительно и составляет HRC 61 – 62.

3.1 Исследование твердости, теплостойкости и износостойкости опытных плавок.

При повышении концентрации углерода с учётом содержания ванадия в стали твёрдость после наплавки составляет HRC 63 – 64 и после отпуска достигает HRC 67 – 68,5.



а)



б)

Рис. 6 – Структура опытных сталей 215Р6М4Ф12С (а) и 220Р3М4Ф10С (б) (х 500) в литом состоянии

Результаты определения теплостойкости сталей приведены в таблице 2. Несмотря на пониженную твердость, после отпуска сталь 215Р5М4Ф12С сохраняет свою твёрдость HRC 44 при нагреве 700 °С. Эта сталь содержит около 27% избыточного нерастворимого карбида МС, и сохранение недостаточно высокой твёрдости (HRC 44) можно объяснить тем, что это происходит за счёт твёрдых карбидов МС.

У стали с высоким содержанием ванадия (9 – 10%) теплостойкость достигает HRC 44,5 и 45,5 при нагреве 700 °С, 4 часа. Теплостойкость этих сталей при нагреве 660 ^{O}С, 4 часа, достигает HRC 58,5 это подтверждает, что эти стали можно использовать не только для штампов, но и для режущего инструмента. После закалки от 1250 °С и отпуска вторичная твёрдость достигает HRC 70.

Исследование новых износостойких наплавочных материалов требует всестороннего изучения структуры и свойств, что выходит за рамки настоящей работы.

Таблица 2

Твердости и теплостойкость исследованных сталей

Марка стали	N Плавки	**Твёрдость HRC, После**		**Твёрдость HRC, при нагреве ^{O}С**			
		Наплавки	отпуска	640	660	680	700
215Р5М4Ф12С	1	61,0	60,5	59,0	54,0	48,0	44,0
220Р3М3Ф10С	2	63,0	67,5	61,0	58,5	49,5	44,0
	2а	64,0	68,0	61,5	58,5	49,5	44,5
220Р3М3Ф9С	3	64,0	67,5	61,0	57,0	48,5	44,0
	3а	64,5	68,0	61,0	57,5	48,0	44,5
	3б	65,0	68,5	61,5	57,5	49,0	45,5

Износ стали при режимах, установленных для сталей 5ХНМ и 4Х5МФС

(см. рис. 6), составляет 0,3 ÷ 0,4 г, что почти сравнимо с борированными сталями.

Предварительное изучение возможности использования высокоизносостойких быстрорежущих сталей показывает, что использование таких материалов для наплавки с применением современных методов напыления и дополнительного поверхностного упрочнения этих поверхностей (борирование, борокарбонитрирование, боросульфокарбонитрирование) позволяет значительно повысить надёжность и эксплуатационную стойкость штампов для горячего деформирования. Штампы, упрочнённые указанными методами, можно успешно эксплуатировать при штамповке труднодеформимируемых аустенитных и жаропрочных сталей, где в рабочей зоне температура достигает 730 °С. Такой подход позволяет значительно экономить дорогостоящие вольфрамо–молибдено–кобальтовые штамповые стали с высокой теплостойкостью.

Результаты исследований новых наплавочных материалов приведены в работах [1 – 3].

3.2 Сравнительная оценка свойств стандартных и исследованных наплавочных материалов.

Выше были исследованы стандартных высокоизносостойких наплавочных материалов: Сормайта 1, Сормайта 2, твердого сплава ($WC+W_2C$ эвтектики) и Стеллита В2К.

В таблице 3 приведен химический состав исследованных наплавочных материалов. Для сравнения приведены справочные данные о свойствах быстрорежущей литой стали Р6М5.

Таблица 3

Химический состав исследованных наплавочных материалов.

Материал	Химический состав, в %								
	C	W	Mo	V	Si	Ni	Cr	Co	и др.
Р6М5	0,84	6,1	5,2	1,9	не опр	--	4,2	--	--
Сормайт 1	2,8	--	--	--	3,5	4,5	28,0	--	1,1Mn
Сормайт 2*	3,2	--	--	--	1,8	--	26	--	6,0Mn 0,3 Ti
Релит	$WC + W_2C$ эвтектики								
Стеллит	1,4	14,0	--	--	--	1,5	31,0	48,0	0,6Mn
220Р3М3Ф10С	2,21	3,15	2,8	10,2	1,32	--	4,6	--	0,06Ce
200Р3М3Ф9С	1,95	3,05	2,76	9,0	1,26	--	4,4	--	0,06 Ce $0,5Al_2O_3$

Для определения оптимального состава наплавочного материала для наплавки рабочих частей штампов были анализированы их основные свойства (твердость, теплостойкость и относительная износостойкость), а также себестоимость. Значения относительной износостойкости и себестоимости были приняты для быстрорежущей стали Р6М5 за единицу.

В таблице 4 приведены твердость, теплостойкость, относительная

износостойкость и себестоимость стандартных исследованных наплавочных материалов.

Таблица 4

Среднее значения твердости, теплостойкости, относительной износостойкости и себестоимости исследованных наплавочных материалов

Материал	Твердость, HRC	Теплостойкость, °С, на твердость HRC 45	Относительные	
			Износостойкость	Себестоимость
Р6М5	65	650	1,0	1,0
Сормайт 1	50-52	640	0,9	0,9
Сормайт 2	48-50	630	0,8	0,8
Релит	HRA 93	1000^{X}	11,5	9,5
Стеллит В2К	46-48	750	8,2	12,0
220Р3М3Ф10С	67-68	700	5,1	1,0
200Р3М3Ф9С	68,0-68,5	700	5,4	1,0

Из таблиц 3 и 4 можно сделать вывод о том, что новые высокованадиевые наплавочные материалы по твердости, теплостойкости и износостойкости превосходят твердые сплавы сормайт1 и сормайт 2 в 5-6 раз, уступает релиту и стеллиту В2К, а по себестоимости в 10,0-12,0 раз меньше, чем указанные сплавы, так как новые материалы выплавляли из отходов быстрорежущих сталей.

4 Рекомендации для применения новых высокованадиевых наплавочных материалов.

Благодаря сочетанию комплекса свойств (твердость, теплостойкость, достаточная пластичность, разгаростойкость и износостойкость) новые высокованадиевые наплавочные материалы хорошо работают в условиях усталостно-адгезионного, механохимического, диффузионного и абразивного изнашивания.

Значительная дешевизна этих материалов позволяет расширить область их применения в качестве упрочняющих технологий. Эти материалы можно рекомендовать для наплавки рабочих поверхностей:

а) крупных штампов из более дешевых сталей;

б) вставки, пуансоны и матрицы штампов и пресс-форм, работающих в тяжелых условиях работы, температура которых в рабочей зоне достигает 700-730 °С;

в) для получения мелких изделий – отливок, работающих при высоких температурах, методом электрошлаковой отливки;

г) при производстве пуансонов и матриц – отливок сборных штампов для холодной листовой вырубки магнитопроводов электродвигателей и генераторов методом ЭШО;

д) рабочих органов почвообрабатывающих машин.

Благодаря направленной кристаллизации наплавленный слой обладает высокой твердостью и отпадает необходимость проведения термической

обработки. После наплавки необходимо проводить отпуск при 560 °С, 3 раза по одному часу, при этом происходит вторичное твердение наплавленного слоя.

Наплавленный слой получается неровный и относительно шероховатый, поэтому изделия подвергают механической обработке под заданные чистовые размеры.

Для чистовой обработки ручьи штампов наплавленных такими твёрдыми покрытиями целесообразно применять: электроискровую, электроимпульсную обработки или шлифование алмазным инструментом.

Выбор метода наплавки зависит от размеров изделий, серийности и наличия технологического оборудования на данном предприятии.

Для наплавки рабочих поверхностей крупных штампов рациональным методом является ЭШП. Этот способ наплавки позволяет получать более равномерную толщину наплавленного слоя и достаточную чистоту поверхности.

Одним из перспективных методов наплавки изделий со сложной гравюрой является ЭШП с жидкой штамповкой гравюры медным кристаллизатором – моделятором, что значительно сокращает механическую обработку наплавленных слоев. Такую обработку нужно вести путем повышения скорости наплавки без изменения вводимой мощности, посредством увеличения общего сопротивления шлаковой ванны, которое определяется расположением пластинчатых электродов в шлаковой ванне. Однако, расходы на изготовление кристаллизатора – моделятора окупаются при многократном использовании, то есть при мало- и серийном производстве.

Лучшие результаты покажут при производстве мелких изделий методом электрошлаковой отливки ЭШО, например изготовление пуансонов и матриц сборных штампов холодной листовой вырубки магнитопроводов электродвигателей и генераторов.

При изготовлении крупных сборных штампов холодной листовой штамповки требуется изготовить для каждого штампа до 200 пуансонов и такое же количество матриц. Из-за маленьких размеров изделий стоимость самого материала незначительна, т.к. они проходят сложные технологические операции включающие: ковка, точение, термообработка, шлифование, заточка и т.д. Изготовление таких изделий методом ЭШО, значительно сокращает технологический цикл и затраты для изготовления требуемых штампов.

Предварительные исследования показывают, что сульфокарбонитрирование при эксплуатации наплавочного слоя состоящий из основы быстрорежущей стали, значительно увеличивает износостойкость рабочих поверхностей, благодаря образованию сложных карбонитридов содержащих вольфрам, ванадий, молибден и т.д. Сочетание в структуре таких карбонитридов и сульфидов обеспечивает высокую задиростойкость поверхностных слоёв и эксплуатационную стойкость штампов и пресс-форм.

Дополнительное упрочнение наплавленных изделий боросульфокарбонитрированием обеспечивает высокую микротвёрдость, износостойкость и задиростойкость рабочих поверхностей пресс-форм и

штампов, т.к. микротвердость после такой обработки значительно выше, чем у сталей 5ХНМ и 4Х5МФС.

Список литературы

1. Kononov A.A., Salmanov N.S., Salmanov M.N. High wear resistance cast high-speed steel // VI International Scientific Practical Conference of Students, Post-graduates and Yong Scientists. «Modern techniques and technology MTT – 2000, IEEE Catalog Nimber: 300EX369, INSBN: 0-7803-5789-2, Library of Congress: 99-65473. p. 159 – 160.

2. Салманов М.Н., Салманов Н.С Кононов А.А. Литейная высокоизносостойкая быстрорежущая сталь. // Литейное производство. 2001, № 2, с.7.

3. Салманов М.Н., Кононов А.А. , Салманов Н.С. Влияние модифицирования на структуру и свойства литой быстрорежущей стали Р6М5 //Тезисы докладов Международной научно-технической конференции, Рубцовск, 1999, с.114 – 115.

УДК 614.842

ОРГАНИЗАЦИЯ УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА ОХРАННО-ПОЖАРНЫХ СИСТЕМ

И.В. Соколов, С.А. Зернин, М.И. Красноборов

Лысьвенский филиал ФГАОУ ВО«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Аннотация. В настоящее время удаленный мониторинг охранно-пожарных систем является неотъемлемой частью работы охранных предприятий. В связи с чем возникает проблема выбора как менее затратно и надежно построить данные системы. Проведем анализ наиболее широко используемых систем мониторинга охранно-пожарной сигнализации.

Ключевые слова: программное обеспечение, мониторинг, охранно-пожарная сигнализация, ПО «FireSec3», АРМ «Орион Про».

ORGANIZATION OF REMOTE MONITORING OF FIRE AND SECURITY SYSTEMS

I.V. Sokolov, S.A. Zernin, M.I. Krasnoborov

Lysva branch of the Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education «Perm National Research Polytechnic University»

Annotation. Currently, remote monitoring of fire and security systems is an integral part of the work of security companies. In this connection, there is a problem of choosing how to build these systems less cost-effectively and reliably. We will analyze the most widely used security and fire alarm monitoring systems.

Keywords: software, monitoring, security and fire alarm system, software "FireSec3", ARM "Orion Pro".

Введение

На данный момент повсеместно внедряется удаленный мониторинг, диспетчеризация, пульты центрального управления (охранных, пожарных, видео систем), «умные города», контроль и центральное управление узлами

коммунальных хозяйств. В результате чего перед организациями встает вопрос каким образом и на каком оборудовании собрать данные системы, чтобы было наименьшее количество финансовых затрат при должном уровне качества и надежности системы. В данной статье рассмотрим возможность создания центрального пульта управления и мониторинга за состоянием охранной и пожарной сигнализации в рамках районного города и близлежащих населенных пунктов. Учитывая сегодняшние мировые реалии, будем опираться на отечественных производителей, зарекомендовавших себя с лучшей стороны и находящихся на российском рынке не первое десятилетие.

В первом случае рассмотрим построение системы мониторинга на таком продукте компании ЗАО НВП «Болид», как автоматическое рабочее место (АРМ) «Орион Про». Сама компания была основана в 1991 году. На данный момент выпускает широкую линейку сертифицированных приборов и программное обеспечение (ПО) для решения различных задач, таких как охранная, пожарная сигнализации, систем: противодымной вентиляции, пожаротушения, управления и контроля доступа, учета ресурсов на предприятиях и в ЖКХ и т. д. [1].

Во втором случае рассмотрим ПО «FireSec3» компании ООО «Рубеж». Компания «Рубеж» была основана в 1988 году. Компания также имеет в своем ассортименте комплексы программно-аппаратных средств для систем противопожарной защиты, системы оповещения и управления эвакуацией, СКУД, охранной сигнализации, системы видеонаблюдения и т. д. [2].

В обоих случаях для передачи данных от объектов в мониторинговый центр будет использоваться канал ETHERNET.

Удаленный мониторинг на оборудовании компании «Болид»

Для воплощения вышеперечисленных задач у Болида существуют несколько схем, реализованных на различных приборах, мы в данной статье рассмотрим схемы с использованием таких приборов как С2000 Ethernet (преобразует события из интерфейса RS 485/RS 232 в Ethernet и обратно), пульт контроля и управления охранно-пожарный (ПКУОП) С2000М, прибор приемно-контрольный и управления пожарный (ППКУП) Сириус и приборов интегрированная система охраны (ИСО) «Орион». При использовании С2000 Ethernet получается довольно гибкая схема, которая может варьироваться в зависимости от сложности охранно-пожарных систем на объектах мониторинга. Рассмотрим наиболее востребованные:

1. Если на объекте реализованы сложные охранная и пожарная сигнализации с использованием ПКУОП С2000М, для передачи данных имеет смысл использовать схему, указанную на рис.1.

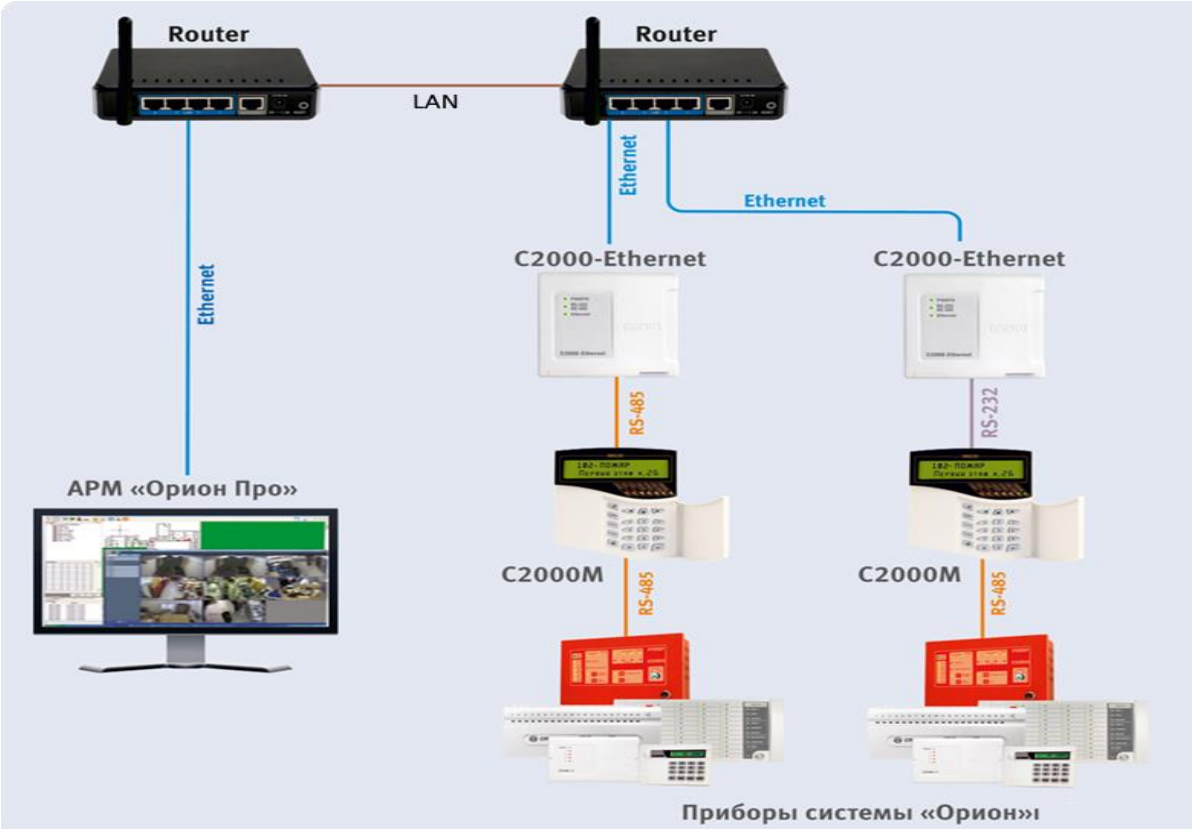


Рис. 1 – Схема передачи данных при использовании пульта С 2000М

Как мы видим ПКУОП С2000М управляют приборами охранно-пожарных сигнализаций и при этом через С2000 Ethernet транслируют все события на АРМ «Орион Про» также предоставляя возможность удаленного доступа и управления с АРМ.

Для того чтобы связать пульты с АРМ требуется установить пульты в режим «Компьютер» [3], в приборе С2000 Ethernet указать внешний IP адрес и UDP порт удаленного рабочего места, а также IP адрес и UDP порт шлюза, через который будет происходить трансляция данных в Ethernet. Устанавливаем режим «Прозрачный» и указываем протокол «Орион Про». В настройках АРМ нужно указать внешний IP адрес и UDP порт шлюза, к которому подключен С2000 Etherneti указываем протокол «Орион Про» [4]. Пример организации проброса показан на рис. 2.

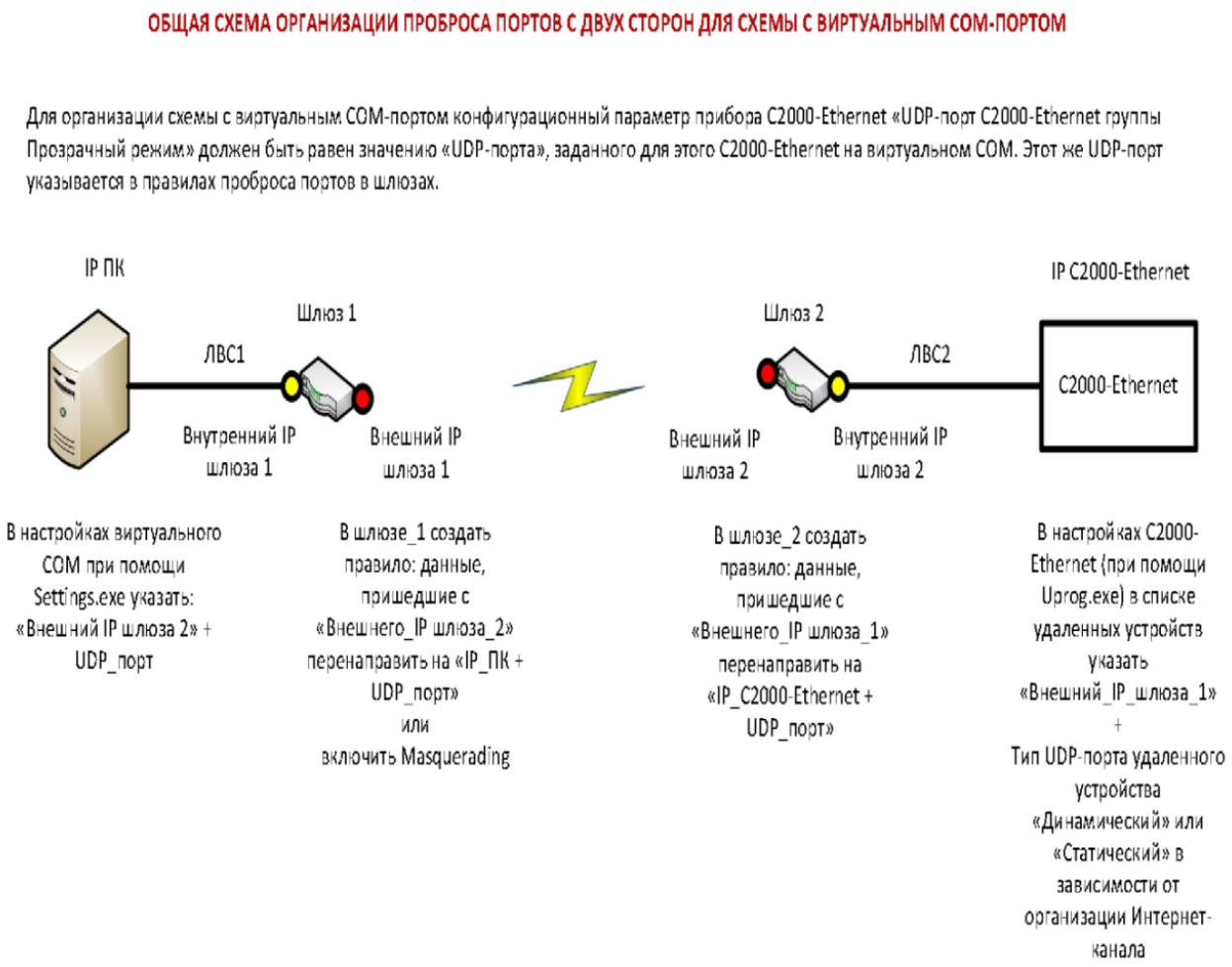


Рис. 2 – Схема проброса портов

2. Допустим, у нас имеется маленький объект, вся охранная сигнализация которого реализована на одном приборе ИСО «Орион», например, «Сигнал 20М» без использования пульта С2000М. В таком случае более целесообразно использовать схему, показанную на рис. 3.

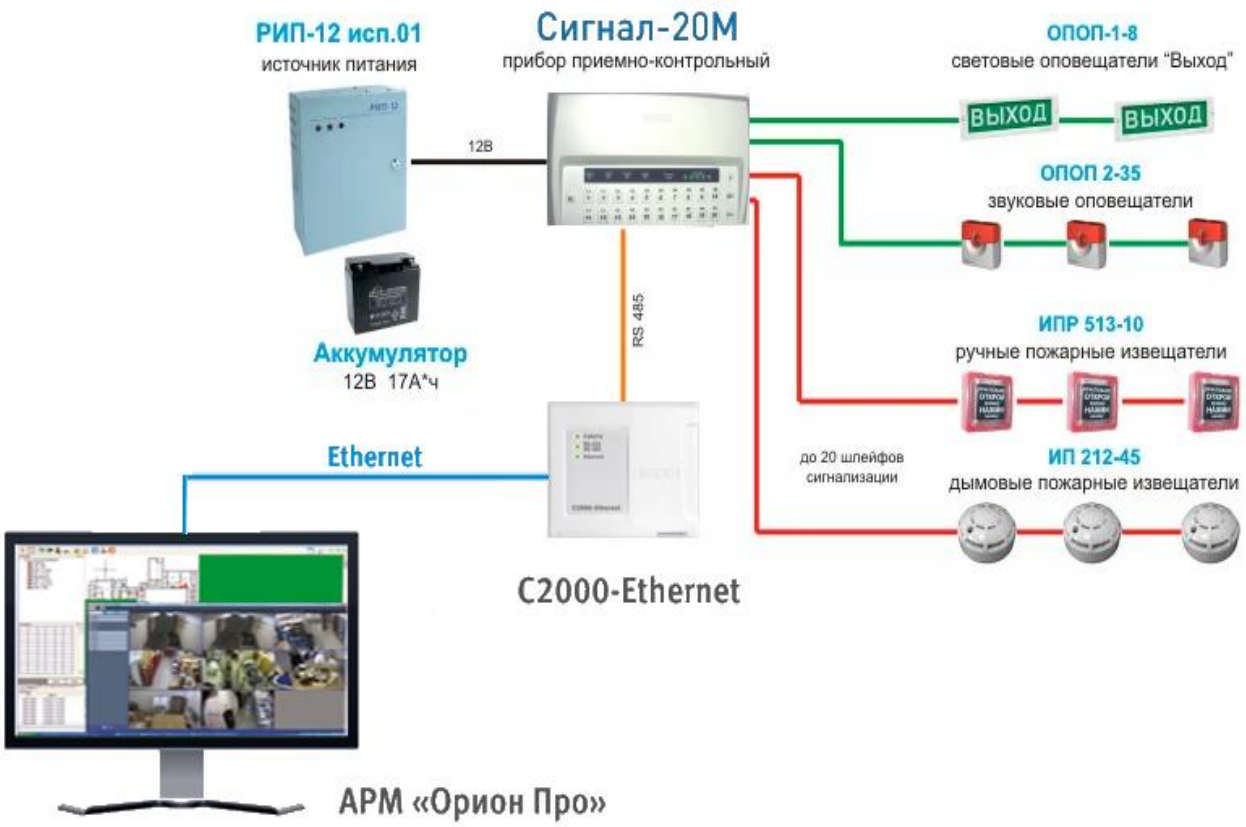


Рис. 3 – Схема передачи данных без использования пульта С 2000М

Настройка проброса портов производится аналогично за исключением протокола, для данной схемы в настройках прибора С2000 Ethernet и в настройках АРМ используется протокол «Орион» [4].

3. В следующем варианте мы рассмотрим применение прибора ППКУП Сириус. В данном случае схема будет выглядеть, как указано на рис. 4.

Для установления связи между прибором и АРМ по каналу Ethernet понадобится в настройках прибора прописать его IP адрес, маску подсети, IP адрес шлюза и порт UDP, по которому будет происходить обмен данными. Произвести проброс портов как указано на рис. 2. В настройках АРМ в данном случае будет использоваться протокол Орион 2UDP. Также указываются IP адрес шлюза и порт UDP, по которому будет происходить обмен данными [5].

Как мы видим из всего вышесказанного, ППКУП Сириус является самодостаточным прибором, который не только контролирует систему и управляет ей, а также позволяет взаимодействовать с АРМ без дополнительных преобразователей интерфейсов, что позволят не только произвести настройку системы в одном приборе (не надо настраивать отдельные приборы зачастую с применением различных программ), но и организовать связь с АРМ. Такой функционал значительно сокращает время настройки.

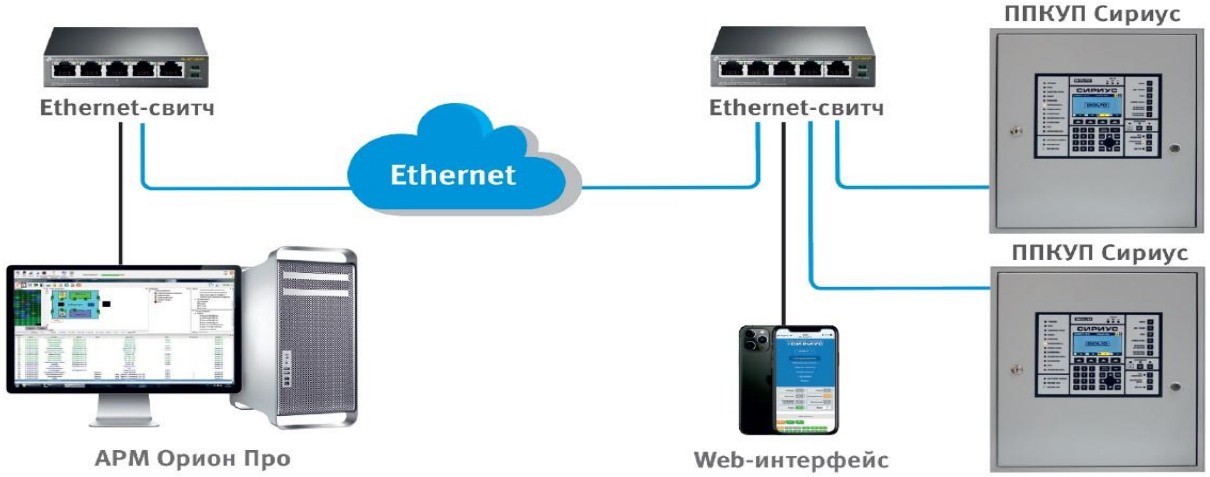


Рис. 4 – Схема передачи данных при использовании прибора «Сириус»

Удаленный мониторинг на оборудовании компании «Рубеж»

Рассмотрим решение задачи удаленного мониторинга охранно-пожарной сигнализации с удаленных объектов на базе оборудования компании «Рубеж». Для этого разберемся в иерархии системы. Как мы видим, на рис. 5 система у Рубежа делится на 3 уровня:

- Верхний. Уровень состоит из ПК с программным обеспечением «FireSec Мультисерверная задача», конфигурирование, мониторинг.
- Средний. Уровень состоит из приемно-контрольных приборов, пультов, блоков индикации.
- Нижний. Уровень состоит из адресных устройств и модулей.

В данной статье нас будет интересовать верхний уровень так как мы рассматриваем построение системы удаленного мониторинга. Исходя из структурной схемы, указанной на рис 5, мы видим, что для создания единого центра мониторинга состояния охранно-пожарных систем на объектах нам потребуется на каждом объекте установить сервер с ПО «FireSec», которые в свою очередь выводятся на сервер с ПО «FireSec Мультисерверная задача» [6], установленный в мониторинговом центре.

Для реализации данной схемы необходимо на каждом сервере произвести настройки IP адресов и портов в утилите «Настройка серверов», затем на сервере «Мультисерверная задача» также произвести настройку IP адресов и портов. В результате мы получим возможность удаленного мониторинга систем, а также их конфигурирования и управления устройствами [7].

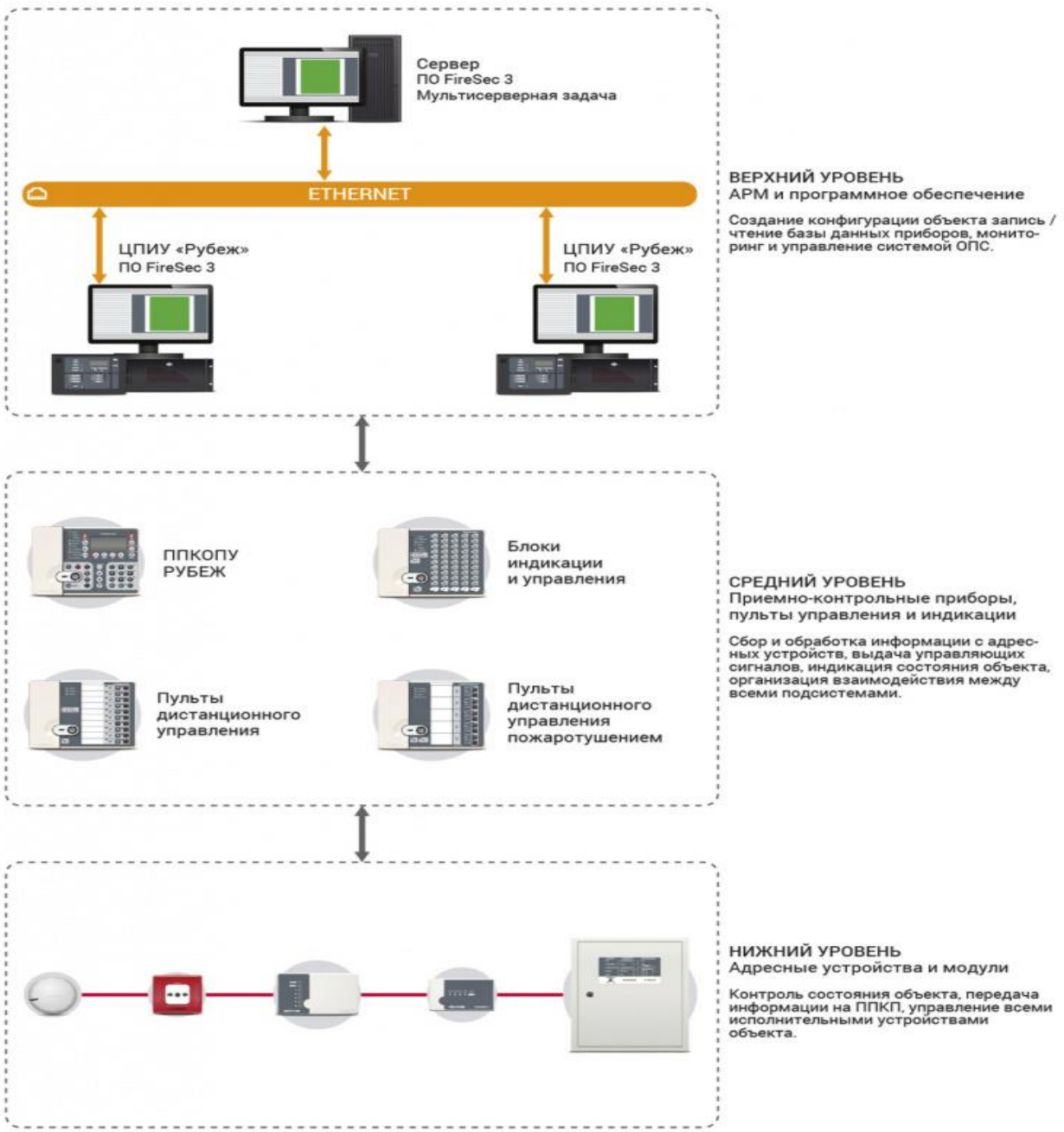


Рис.5 – Схема взаимодействия приборов разных уровней системы «Рубеж»

Заключение

Подведем краткий итог:

1. Когда стоит задача удаленного мониторинга, настройки и управления большими объектами, таким как заводы, большие торговые центры, спортивные комплексы и т. д., имеющими в составе охранно-пожарных систем большое количество приборов, выполняющих множество различных функций, то имеет смысл применить систему компании «Рубеж». Установив на каждом объекте сервера с ПО «FireSec» и объединив их на сервере «Мультисерверная задача», мы получим возможность мониторинга, конфигурирования и управления не только в едином центре, но и непосредственно на охраняемых

объектах, что значительно упрощает обслуживание систем и обеспечивает своевременную передачу информации в соответствующие службы такие как ГБР, обслуживающая организация и т. д.

2. Есть необходимость мониторинга небольших или совсем маленьких объектов, таких как сельские школы, клубы, детские сады на которых установлен всего один прибор. Целесообразно ли использовать недешевые сервера на каждом объекте? Конечно, нет. В этом случае более выгодно использовать систему компании «Болид» с ее гибкими и разнообразными схемами организации передачи информации, управления приборами на объектах. Ведь, используя всего один недорогой прибор С2000 Ethernet, мы получаем возможность вывода событий на АРМ, а также управления системами объекта.

Список литературы

1. История и факты [электронный ресурс] – URL: https://bolid.ru/about/history/ (дата обращения 05.10.24).

2. О Компании «РУБЕЖ» | RUBEZH [электронный ресурс] – URL: https://rubezh.ru/about (дата обращения 07.10.24).

3. Пульт контроля и управления охранно-пожарный С2000М исп.02. [электронный ресурс] – URL:https://bolid.ru/production/orion/network-controllers/s2_m_02.html–download (дата обращения 05.10.24.).

4. Преобразователь интерфейсов RS-485/RS-232 в Ethernet С2000-Ethernet. [электронный ресурс] – URL: https://bolid.ru/production/orion/interface-converter/s2000- ethernet.html?ysclid=m1kxvrs6rw558245646#download (дата обращения 08.10.24).

5. Прибор приемно-контрольный и управления пожарный "Сириус". [электронный ресурс] – URL: https://bolid.ru/production/orion/network-controllers/siriu (дата обращения 12.10.2024).

6. ИСБ RUBEZHR3 / Верхний уровень [электронный ресурс] – URL: https://products.rubezh.ru/catalog/isb_rubezh_r3/verkhniy_uroven/ (дата обращения 03.10.24).

7. СПА RUBEZH R3 | Интегрированная адресная система безопасности [электронный ресурс] – URL: https://products.rubezh.ru/solutions/spa-rubezh-r3/ (дата обращения 14.10.24).

УДК 621.058

ПРОГРЕССИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ РЕБОРДЫ ШНЕКОВ

К.А. Шипунов, Н.П. Щербаков

Алтайский государственный технический университет им И.И. Ползунова

Аннотация. В технологическом процессе изготовления деталей типа шнек наиболее важную роль играет формообразование реборды шнека, т.к. именно эта поверхность является ключевой при эксплуатации изделий с данным видом деталей. Возможно ли улучшить процесс формирования витков шнека? А именно, уменьшить трудоёмкость и время этой операции, а также обеспечить выполнение всех технических требований, это и будет обсуждаться в данной статье.

Ключевые слова: прогресс, формообразование, реборда, шнек, качество, изготовление.

PROGRESSIVE TECHNOLOGY OF FORMING THE EDGES OF AUGERS

K.A. Shipunov, N.P. Shcherbakov

Altai State Technical University I.I. Polzunova

Abstract. In the technological process of manufacturing screw-type parts, the most important role is played by the shaping of the screw edge, since this surface is the key when using products with this type of parts. Is it possible to improve the process of forming screw coils? Namely, to reduce the complexity and time of this operation, as well as to ensure that all technical requirements are met, this will be discussed in this article.

Keywords: progress, shaping, flange, auger, quality, manufacturing.

Введение

Шнеки – это детали, используемые для перемещения сыпучих материалов, жидкостей, вязких материалов. Широкое применение шнеков отмечается на предприятиях пищевой, мукомольной, химической промышленности, на предприятиях строительных материалов, машиностроения и других. В общем случае шнек представляет собой стержень со сплошной винтовой поверхностью вдоль продольной оси. В основе работы шнека лежит принцип использования вращающегося винта, спиральная часть которого способна перемещать материал, расположенный между корпусом и винтовыми ребордами шнека.

Производство шнеков, как правило, осуществляется на специализированных предприятиях с использованием современного высокотехнологичного оборудования.

При этом технологии и способы их изготовления, в том числе, реборды шнека самые разнообразные.

Кратко рассмотрим основные виды конструкций шнеков.

1. Шнековые транспортёры (рисунок 1) – используются для перемещения сыпучих материалов по горизонтали или под наклоном. Применяются чаще всего в сельском хозяйстве, строительстве, шаг витков не меняется.

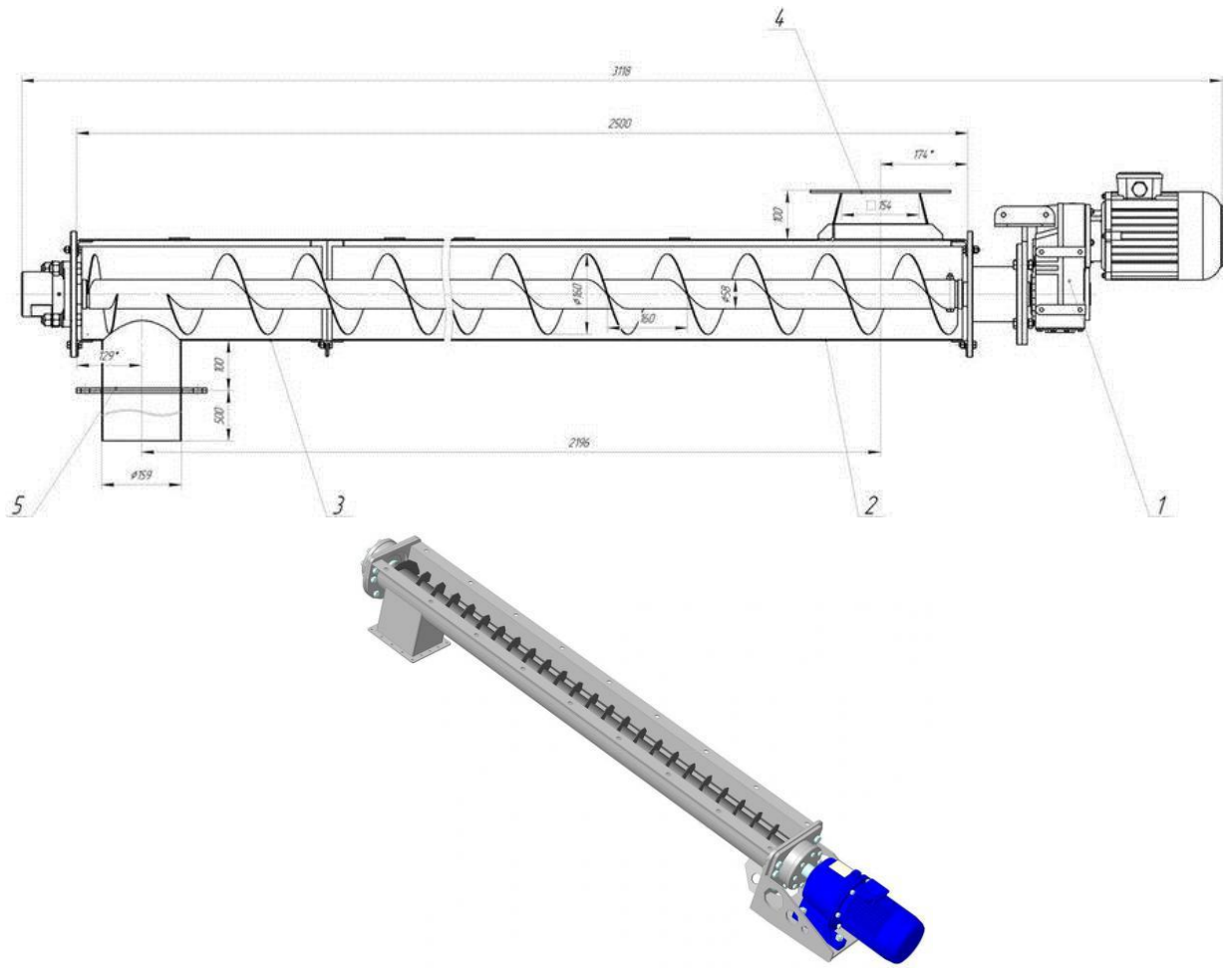


Рис. 1 – Шнековые транспортёры

2. Шнеки для бурения (рисунок 2) – применяются для бурения различных скважин, географической разведке, отличительными особенностями данного вида являются большие диаметры витков и заходная часть с одной стороны шнека.

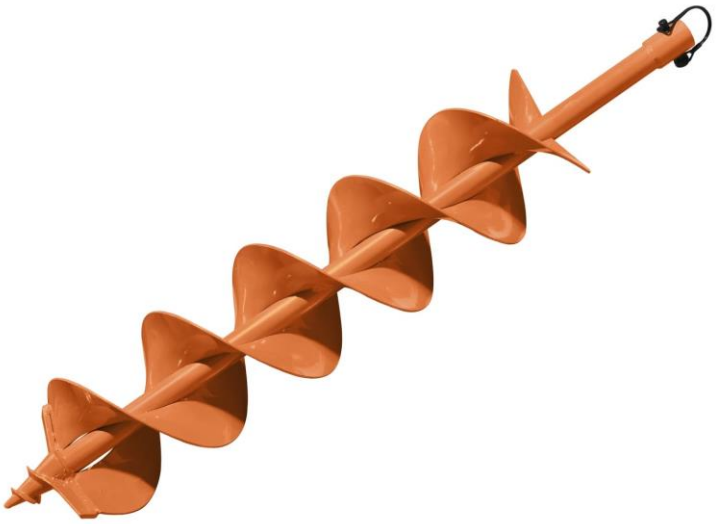


Рис. 2 – Шнек для бурения

3. Шнековые насосы (рисунок 3) – используются для перекачки жидкости, применяются в нефтяной, химической и пищевой отрасли. Особенностью этих шнеков является конструкция витков, они получены путём деформирования самого шнека.

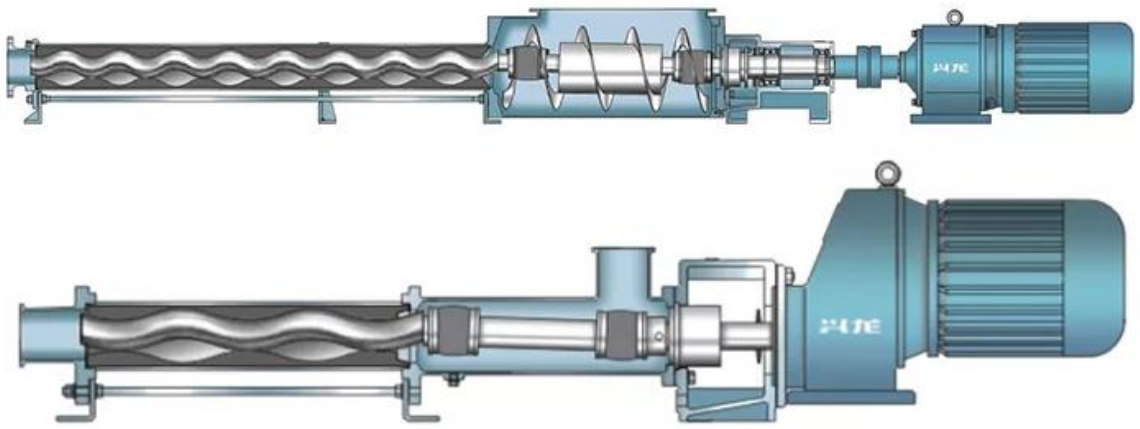


Рис. 3 – Шнековый насос

4. Шнеки для экструзии (рисунок 4) – используются в производстве пищевых продуктов, пластиковых изделий и т.п. Они обеспечивают смешивание, контролируют степень сжатия транспортируемого вещества за счёт использования нескольких шнеков одновременно с разной высотой профиля витка реборды.

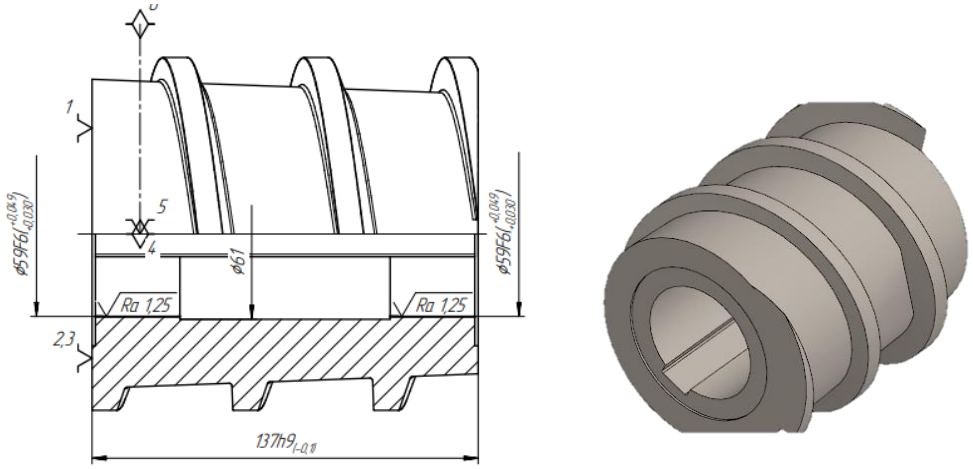


Рис. 4 – Шнек для экструзии

Для формообразования реборды вышеперечисленных шнеков используется:

1. Литьё – для создания сложных форм, подходит для массового производства;

2. Ковка – обеспечивает более высокую прочность и долговечность. Реборда, полученная с помощью ковки, подходит для высоких нагрузок;

3. Сварка – позволяет комбинировать разные материалы;

4. Прокатка – обеспечивает получения одинаковой толщины всех витков шнека.

5. Обработка резанием – формирует реборду шнека путем снятия материала.

Методика исследования

Шнеки для экструзии используют в масляных прессах, с помощью нескольких шнеков, с разной высотой профиля витка, семена сжимаются и транспортируются, тем самым, с них выжимается масло.

В отличие от других шнеков, здесь реборда формируется путём механической обработки – методом фрезерования. В рассмотренной технологии изготовления конкретного шнека на предприятии используется несколько станков для получения всех элементов детали, что увеличивает стоимость производства, время и трудоёмкость обработки данной детали в условиях мелкосерийного производства.

Исходя из данной проблемы, необходимо определить возможность использование другого способа формообразования реборды данного вида. Рассмотрим достоинства и недостатки нескольких способов.

Метод формообразования, используемый на производстве – методом фрезерования. Используемое оборудование: токарно-винторезный станок АТ-25Z, станок для электроэрозионной обработки Agie Charmilles FL 240, универсальный обрабатывающий центр DMU-75. Инструмент: фреза концевая ФКЦ4135 20х42х104х20. Стоимость обработки около 25 млн. руб.

Метод формообразования в усовершенствованном технологическом процессе изготовления деталей типа шнек [1] – методом точения на станке с ЧПУ с помощью автоматизированной системы проектирования. Там имеется функционал специально для обработки шнеков. При первоначальной настройке регулируются: величина смещения на каждом проходе, число калибровочных проходов (рисунок 5). Также необходимо выбрать направление и способ врезания резца. Параметры, которые возможно менять, помогут выполнить шнеки с различной геометрией профиля витка. Используемое оборудование: Токарный станок с ЧПУ DMTG CKE 6150Z, способен выполнить все операции для формирования поверхностей детали. Инструмент: канавочный резец ZCC-CT. Стоимость обработки около 5 млн. руб.

Тем самым после перехода на предложенный прогрессивный технологический процесс формообразования реборды, стоимость обработки уменьшится в 5 раз.

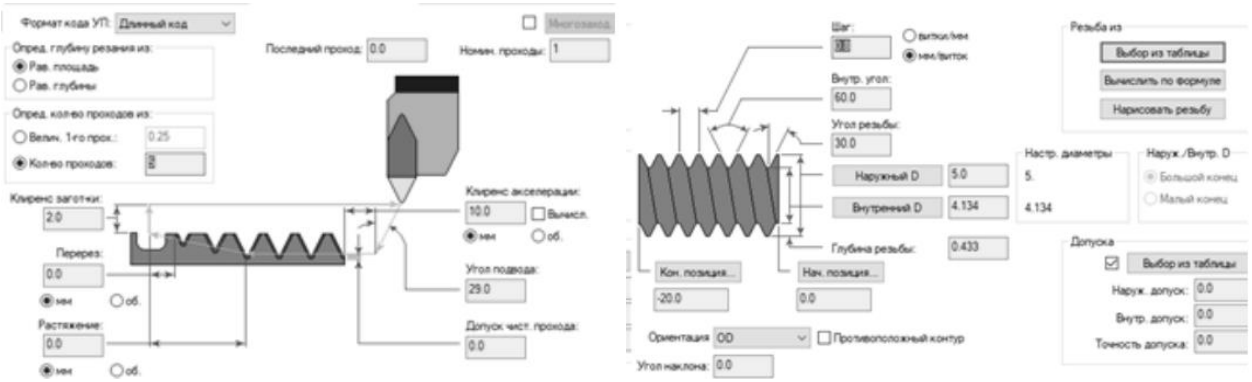


Рис. 5 – Регулируемые параметры обработки

На чертеже детали имеются технические требования для реборды шнека: шероховатость витков – Ra 0.63, которую возможно получить с помощью тонкого точения. Техническое требование перпендикулярности торцов детали 0,05 относительно внутренней поверхности также будет выполнено, деталь будет обрабатываться на разжимной оправке, базироваться по внутренней поверхности.

Все технические требования по чертежу будут выполнены, тем самым качество обработки на токарном станке с ЧПУ обеспечивается.

Время обработки значительно снизится из-за уменьшения количества оборудования и времени цикла точения реборды шнека относительно фрезерования.

Заключение

После анализа двух способов формообразования реборды шнеков, оптимальным выбором для обработки будет один токарный станок с ЧПУ.

В результате применения прогрессивной технологии формообразования реборды шнеков, уменьшается трудоёмкость обработки и время обработки в 8-10 раз, а общая стоимость обработки в 5 раз.

Список литературы

1. Шипунов К.А., Щербаков Н.П. Совершенствование технологии механической обработки деталей типа шнек [Текст] / К.А. Шипунов, Н.П. Щербаков // Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы: Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции 24-25 ноября 2023 г. // Под ред. к.т.н., доцента В.В. Гриценко / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2023. - 229 с.

СЕКЦИЯ 3. НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

Председатель секции: канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Техника и технологии машиностроения и пищевых производств» Курсов Иван Витальевич

УДК 629.3

МАЛОГАБАРИТНЫЕ СОЧЛЕНЕННЫЕ ГУСЕНИЧНЫЕ ТРАНСПОРТЕРЫ

И.В. Курсов[1], Э.С. Маршалов[1], А.С. Демидов[2]

Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»[1]

ФГБОУ ВО Уральский государственный университет путей сообщения[2]

Аннотация: В статье рассматривается особенности использования малогабаритных гусеничных транспортеров, предназначенных для индивидуального использования.

Ключевые слова: транспортное средство, сочлененные гусеничные машины, снегоболотоходная техника, вездеходность, проходимость, компоновочное решение, клиренс, прицепная схема, эксплуатационные свойства малогабаритных гусеничных машин.

SMALL-SIZED ARTICULATED CRAWLER CONVEYORS

I.V. Kursov[1], E.S. Marshalov[1], A.S. Demidov[2]

Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the Altai State Technical University named after I.I. Polzunov[1]

Ural State University of Railway Transport[2]

Abstract: The article discusses the features of the use of small-sized tracked conveyors designed for individual use

Keywords: vehicle, articulated tracked vehicles, snow-and-mud vehicles, all-terrain vehicles, cross-country ability, layout solution, clearance, trailer scheme, operational properties of small tracked vehicles

В настоящее время в отечественном машиностроении накоплен достаточно большой опыт создания сочлененных гусеничных машин. Первые серийные отечественные сочлененные гусеничные машины создавались как специальные транспортные средства, предназначенные для перевозки в особо тяжелых условиях движения тяжелых крупногабаритных грузов или достаточно большого количества пассажиров [1] и, как следствие этого, они имели значительные размеры и массу. В то же время демонстрируемые ими высокие показатели опорной и профильной проходимости, привлекли внимание к сочлененной схеме производителей гусеничной снегоболотоходной техники легкой весовой категории. [1, 2]. Однако, анализ актуальных предложений производителей подобной техники показал, что и эта техника, предлагаемая на рынке в настоящее время, также предназначена, в основном, для промышленного использования.

Преимущества сочлененных гусеничных машин дают основание предположить, что они, в ближайшей перспективе, будут востребованы в сегменте индивидуальных транспортных средств высокой проходимости,

предназначенных для активного отдыха и туризма [3]. Поэтому, достаточно актуальной представляется задача определения для такой машины назначения, области применения, а также формулировки основных требований к ней [4, 5].

Для туристов, охотников, рыбаков, промысловиков необходимо компактное вездеходное транспортное средство для индивидуального использования.

Требование вездеходности обусловлено большим разнообразием грунтовых условий, которые могут встретится на пути. Относительно просторные участки могут чередоваться с заросшими кустарником и мелкими деревьями, твердые грунты сменяются болотами или глубоким снегом, горизонтальные участки – крутыми подъемами и спусками. В таких условиях далеко не всегда представляется возможным объехать возникающие на пути небольшие водные преграды (ручьи, протоки, запруды и т.д.) и сосредоточенные препятствия (поваленные деревья, пни, камни, овраги и т.д.). Известно, что «если вездеход способен передвигаться по любому снегу и плавать, то он успешно преодолеет любое бездорожье (болото)» [6]. Следовательно, машина должна быть плавающей, оснащенной снегоходным гусеничным движителем.

Требование к компактности обусловлено, прежде всего, лучшей приспособленностью малогабаритной машины к движению в стесненных условиях и удобством доставки вездехода к месту его использования.

Индивидуальное использование предполагает эксплуатацию транспортера одним человеком. Причем, в таких условиях, когда всё для обеспечения самого промысловика, эксплуатации и ремонта вездехода необходимо перевозить с собой. При этом определение требуемой грузоподъемности представляет собой весьма непростую задачу. Можно предположить, что грузоподъемность вездехода будет достаточной, если принять её такой же, как и грузоподъёмность легковых автомобилей популярных среди охотников и рыбаков (например, ВАЗ-2121).

Таким образом, с учетом назначения, рекомендаций [1], сформулированных требований, принятых стандартов и норм, определим основные параметры сочлененной гусеничной машины, а также предложим возможные компоновочные решения.

Среди существующих схем соединения звеньев сочлененной гусеничной машины прицепная схема с управляемым складыванием звеньев в вертикальной плоскости имеет ряд неоспоримых преимуществ [1].

Возможность управляемого складывания звеньев в вертикальной плоскости придает сочлененной машине уникальную проходимость. При преодолении препятствий в виде «порога», высота преодолеваемого препятствия определяется расстоянием от грунта до оси ведущего колеса. В сочлененной гусеничной машине с управляемым складыванием звеньев в вертикальной плоскости при подъеме одного из звеньев на угол в 30^0, ось ведущего колесаподнимается на высоту, составляющую более половины длины корпуса звена. При преодолении сосредоточенных препятствий, машина может

потерять проходимость, повиснув днищем на препятствии. Сочлененная гусеничная машина описанной выше схемы, выполняя складывания в вертикальной плоскости,имеет возможность приподнять звено над препятствием и преодолеть его. В болоте, используя складывания звеньев в двух плоскостях, водитель может раскачать машину, значительно уменьшив силы сопротивления движению. При преодолении канав, заблокировав механизм складывания, можно преодолеть канаву шириной до половины длины опорной поверхности всей машины.

К достоинствам прицепной схемы следует отнести тот факт, что её выбор позволяет применить для сочлененной машины традиционные, характерные для однозвенных гусеничных машин, компоновочные решения, которые предполагают, что водитель располагается в передней части машины, а за ним размещаются моторно-трансмиссионное отделение (МТО) и грузовой отсек.

При выборе параметров сочлененной гусеничной машины следует обратить внимание на то, что её габаритные размеры определяются размерами её звеньев и поворотно-сцепного устройства. С целью уменьшения сопротивления движению и повышения проходимостинеобходимо стремиться к тому, чтобы гусеницы второго звена двигались по следам первого. Для этого размеры звеньеввыбираютпримерно одинаковыми.

В свою очередь, размеры звеньев определяются их компоновкой из условий обеспечения продольной и поперечной устойчивости. В качестве параметров продольной и поперечной устойчивости принимают углы продольной и поперечной устойчивости [7], минимальные значения которых для однозвенных машин составляют соответственно 60^0 и 45^0.

При минимальном значении клиренса для снегоходных машин 0,2 м [8], центр тяжести будет находиться на расстоянии не менее 0,5 м от опорного основания. Тогда, если центр тяжести звена находится в вертикальной поперечной плоскости, проходящей через серединыопорной плоскости гусениц, наименьшая длина звена по опорной плоскости гусениц должна составлять 1,7 м. Если центр тяжести звена находится в вертикальной продольной плоскости симметрии звена, то наименьшая ширина звена по внешним кромкам гусениц составит 1 м.

Для исключения касания звеньев при их складывании в горизонтальной плоскости на предельный для подобных машин угол 32^0 [1], длина поворотно-сцепного устройства не должна быть меньше 0,35 м.

Таким образом,исходя из вышенаписанного, можно сформулировать минимальныегабаритные размеры гусеничной машины, сочлененной по прицепной схеме:

– минимальныйпродольный габаритный размер – 3,75 м;
– минимальный поперечный габаритный размер – 1м;

На основании выбранных технических характеристик, исходя из общих ограничений и рекомендаций, накладываемых эргономическими требованиями, устойчивостью, управляемостью и плавностью хода можно определить остальные показатели малогабаритной сочлененной гусеничной машины:

– минимальная грузоподъёмность –400 кг;
– наибольший угол преодолеваемого подъёма (спуска) – не менее 30^0;
– наибольший угол движения по косогору – не менее 30^0;
– наибольшая высота преодолеваемого порога – не менее 0,9 м;
– удельная мощность силовой установки – не менее 15 кВт/т;

Представленный анализ и выбор предельных параметров, компоновочных решений позволит при формировании технического задания более качественно спрогнозировать показатели эксплуатационных свойств малогабаритной гусеничной машины, сочлененной по прицепной схеме.

Список литературы

1. Осколков К.В. Первые отечественные сочлененные машины – двухзвенные транспортеры «Витязь». – Уфа: Издательство «Слово», 2005. – 280 с.

2. Веселов Н.Б. Вездеходные транспортно-технологические машины. Конструкции. Конструирование и расчет. Монография. – Нижний Новгород: РИ Бегемот, 2010. – 320 с.

3. Курсов, И.В. Разработка транспортных средств для сферы туризма / И.В. Курсов, А.С. Демидов, Э.С. Маршалов // Инновационный транспорт, 2019, № 3, С. 67-69.

4. Курсов И.В., Маршалов Э.С. Малогабаритное гусеничное транспортное средство // Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы: Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции 25-26 ноября 2022 г., Рубцовск, 2022. – С.128-131.

5. Курсов И.В., Маршалов Э.С. Повышение маневренности малогабаритных гусеничных транспортных средств // Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы: Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции 25-26 ноября 2022 г., Рубцовск, 2022. – С.132-136.

6. Рукавишников С. В. Компоновка вездеходных машин/ С.В. Рукавишников. – Горький: Издательство ГПИ им. А. А. Жданова, 1981. – 54 с.

7. Никитин А.О., Сергеев Л.В. Теория танка. – М.: Издание Военной ордена Ленина Краснознаменной академии бронетанковых войск,1962. – 497 с.

8. Н. А. Забавников. Основы теории транспортных гусеничных машин /2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1975. – 448 с.

УДК 304.2

АНАЛИЗ НЕОБХОДИМОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ТРАНСПОРТА В МАЛОМ ГОРОДЕ

Д.В. Пермяков

ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Лысьвенский филиал, г. Лысьва

Аннотация. В данной статье рассматривается проблема большого количества дорожно-транспортных происшествий. Разработаны рекомендации по внедрению беспилотного транспорта в малом городе с целью снижения ДТП.

Ключевые слова: беспилотный автомобиль, беспилотное транспортное средство, дорожно-транспортное происшествие, аварийность, маршрут, внедрение, рекомендация.

ANALYSIS OF THE NEED TO USE UNMANNED VEHICLES IN A SMALL CITY

D.V. Permyakov

Perm National Research Polytechnic University, Lysva Branch, Lysva

Abstract: This article deals with the problem of a large number of road accidents. Recommendations have been developed for the introduction of unmanned transport in a small city in order to reduce road accidents.

Keywords: self-driving car, self-driving vehicle, road traffic accident, accident rate, route, implementation, recommendation.

Одной из основных социальных проблем в Российской Федерации является высокое количество дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Данная проблема является актуальной, так как сохранение человеческих жизней и их безопасность- одна из главных задач человечества. В связи с тем одним из векторов научных исследований являются работы, направленные на снижения показателя ДТП.Также постоянно растёт число пострадавших и погибших вследствие ДТП (рис.1). Аварийность на дорогах влечёт за собой снижение трудоспособного населения, что оказывает негативное влияние на экономическое развитие страны [2].

С 2015 по 2020 года произошло 1 004 656 ДТП в Российской Федерации. Вследствие этого пострадало 1 263 053 человек, погибло 113 887. [1]

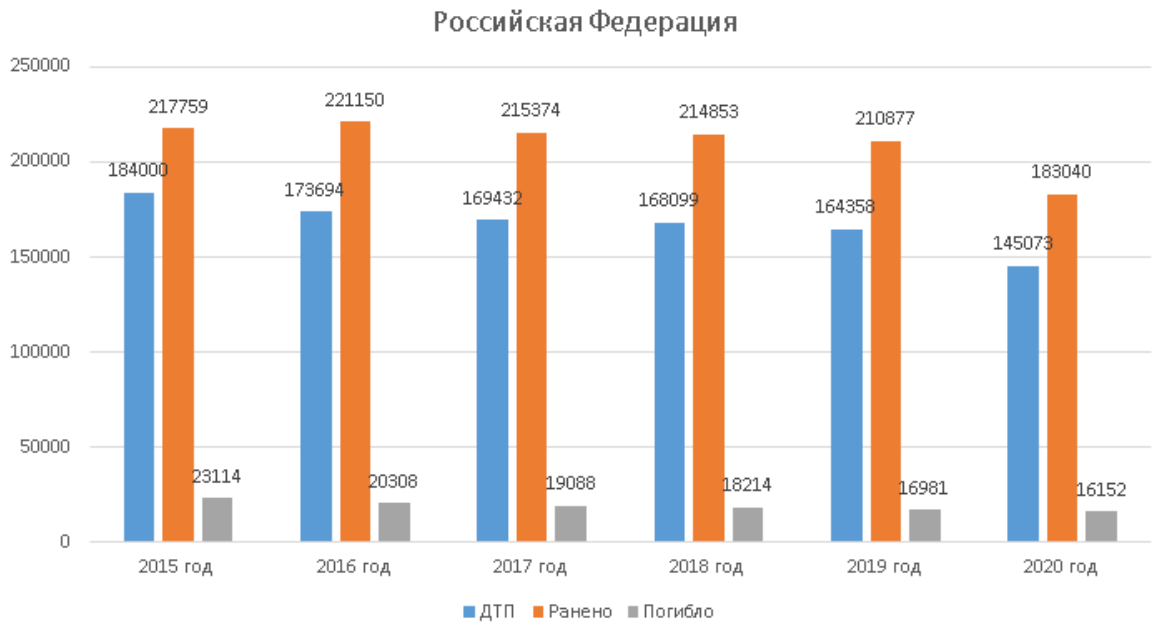


Рис.1 – Статистика ДТП в Российской Федерации

Из рисунка 1 видно, что минимальные значения аварийности приходится на 2020 год, можно предположить, что это вызваноуказом Президента РФ об объявлении нерабочих дней, объявленным 25 марта 2020 года [3], и самоизоляцией, объявленной 2 апреля 2020 года (рис. 2). [4] По статистике определено, что количество ДТП с 2015 по 2020 года постепенно снизилось со 184 тысяч до 145тысяч, но этого недостаточно, так как количество нужно сводить к нулю.

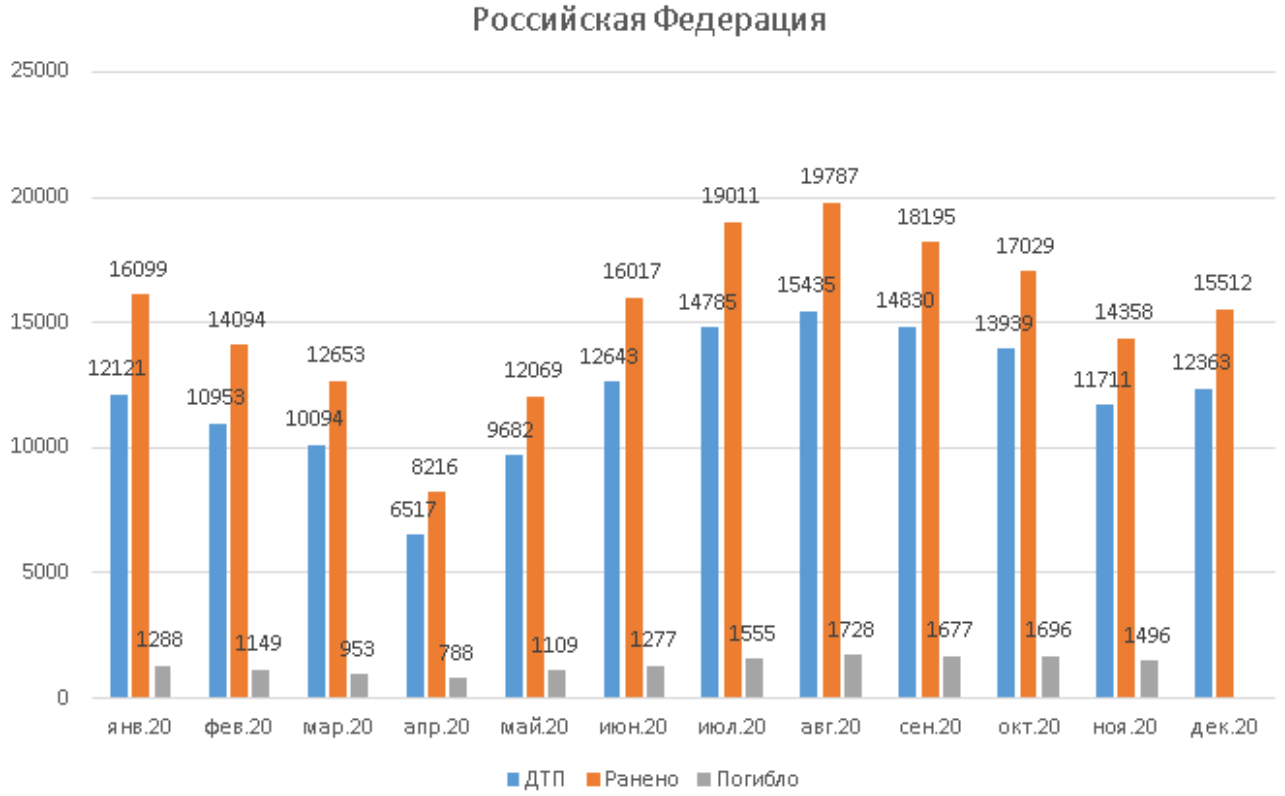


Рис.2 – Статистика ДТП в Российской Федерации по месяцам на 2020 год

Снижение аварийности на дорогах может достигаться при помощи беспилотных автомобилей.

Многие автомобильные производители как отечественного, так и зарубежного производства особое внимание уделяют безопасности автомобиля. Одним из направлений является тестовое внедрение беспилотных автомобилей.

Целью данной работы, является рассмотрение возможности применения беспилотного транспорта для снижения количества ДТП на автомобильных дорогах общего пользования на примере малых городов с населением до 100 тысяч человек.

В данной статье рассматривается возможность применения БА на примере Пермского края, а именно на территории Лысьвенского городского округа.

Для достижения данной цели, были поставлены задачи:

1. изучить статистику ДТП по Пермскому краю и Лысьвенскому городскому округу;
2. проанализировать имеющиеся решения в области беспилотного транспорта;
3. изучить реализацию управления беспилотных автомобилей;
4. разработать рекомендации по внедрению беспилотного транспорта в городе Лысьва.

За период с 2015 по 2020 года в Пермском крае насчитывается 20 342 ДТП. Вследствие этого пострадало 26 283 человек, погибло 1 920. [1] Из рисунка 3 видно, что количество ДТП за 6 лет плавно снизилось на 57 процентов.

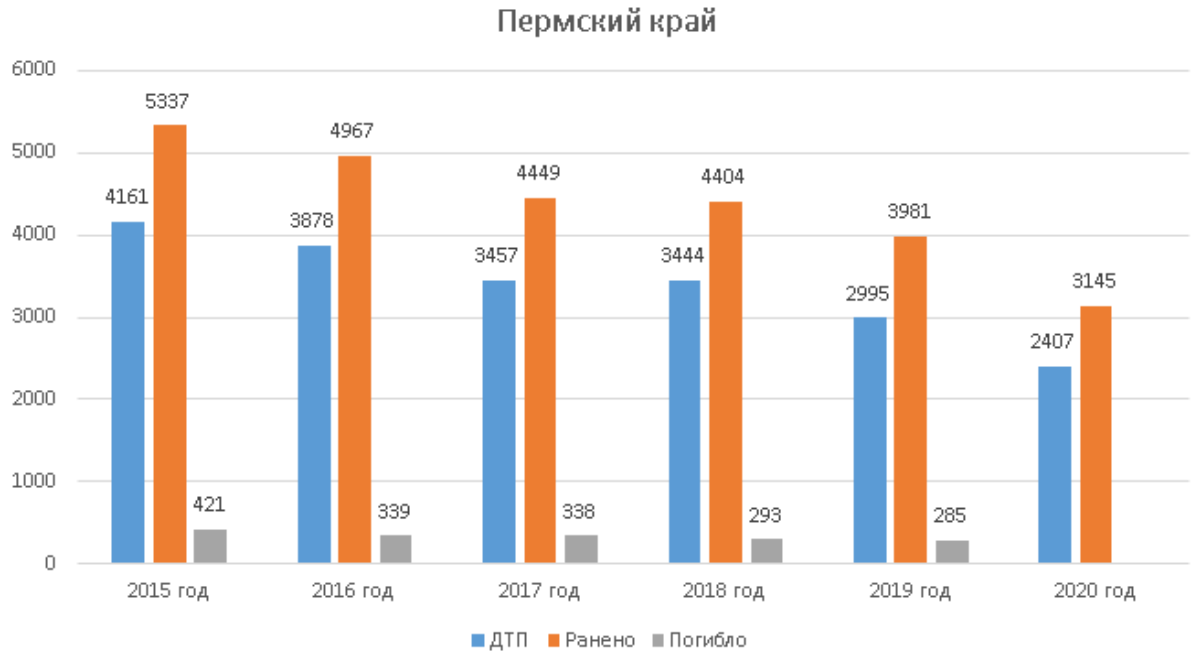


Рис. 3 – Статистика ДТП в Пермском крае

В Лысьвенском городском округе за тот же период произошло 359 ДТП, из-за чего пострадало 446 человек, погибло 33 [1]. На рисунке 4 представлена статистика ДТП в Лысьвенском городском округе.

По данным статистики видно, что на территории Российской Федерации

насчитывается большое количество ДТП, поэтому необходимо предпринимать меры по обеспечению безопасности и сохранению человеческих жизней.

Рис. 4 – Статистика ДТП в Лысьвенском городском округе.

Одной из предпринимаемых мер может стать внедрение беспилотных автомобилей на дорогах общего пользования.

На сегодняшний день более подробное определение беспилотного автомобиля предложил Владимир Фетисов, автор книги «Беспилотная авиация: терминология, классификация, современное состояние [5].

Беспилотный автомобиль (БА) – это искусственный мобильный объект многоразового или условно многоразового использования, не имеющий на борту экипажа (человека-пилота) и способный самостоятельно целенаправленно перемещаться в пространстве для выполнения различных функций в автономном режиме (с помощью собственной управляющей программы) или посредством дистанционного управления (осуществляемого диспетчером-оператором или диспетчерским центром). Примеры БА представлены на рисунке 5.

Рис. 5 – Примеры беспилотного транспорта

В основе предлагаемого решения по сокращению количества ДТП лежит идея внедрения БА на территорию Лысьвы.

Предлагается разработка схемы кольцевого маршрута, который заключает в себе тестовое применение беспилотного автобуса. БА будет следовать по маршруту в следующей последовательности: ул. Ленина, ул. Смышляева, ул. Мира, ул. Луначарского, просп. Победы и в обратном порядке. Данный маршрут представлен на рисунке 6. Расстояние маршрута составляет 3,2 километра. По маршруту предлагается 10 автобусных остановок: 4 остановки на ул. Мира, 2 на просп. Победы, 4 на ул. Ленина.

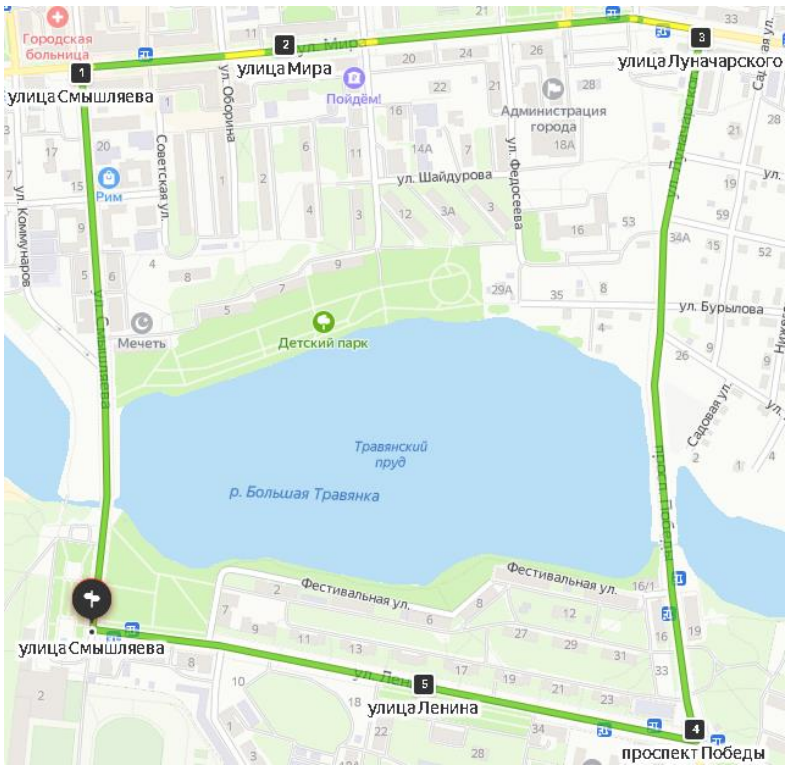


Рис. 6. Кольцевой автобусный маршрут по городу Лысьва

Для тестового внедрения был разработан именно этот маршрут, так как он является достаточно оживлённым, и у него имеется насыщенная инфраструктура: городская больница, детская поликлиника, администрация города, учебные заведения, детские сады, драматический театр, дворец детского творчества, детский парк, городской стадион. Поэтому данный маршрут будет востребован.

Реализация управления БА будет производиться при помощи специального программного обеспечения и сенсорам. Программа управляет работой всех систем автомобиля: поворачиванием руля, сменой передач, газом и тормозом. Сенсоры собирают информацию об окружающей обстановке, которая ложится в основу действий автомобиля. Основными сенсорами БА являются: радары, лидары, камеры, датчики положения и антенны.

При успешной реализации одного маршрута будет рассматриваться вариант постепенного внедрения беспилотных автобусов на остальные городские маршруты.

Список литературы

1. Госавтоинспекция [Электронный источник] // Показатели аварийности: [сайт]. URL:http://stat.gibdd.ru/(Дата обращения: 05.10.2024).

2. МВД Российской Федерации [Электронный ресурс] // [сайт]. URL: https://мвд.рф/upload/site1/folder_page/010/469/824/Kharakteristika_problemy_na_reshenie_kotoroy_napravlena_Programma.pdf#:~:text=Аварийность%20на%20автомобильном%20транспорте%20наносит,сферы%20производства%20людей%20трудоспособного%20возраста (Дата обращения: 07.10.2024).

3. Указ Президента РФ от 25.03.2020 N 206 «Об объявлении в Российской Федерации нерабочих дней» [Электронный ресурс] // [сайт]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_348485/ (Дата обращения 10.10.2024).

4. Указ Президента РФ от 02.04.2020 N 239 «О мерах по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения на территории Российской Федерации в связи с распространением новой коронавирусной инфекции (COVID-19)» [Электронный ресурс] // [сайт]. URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_349217/ (Дата обращения 12.10.2024).

5. Фетисов С.В., Неугодникова Л.М., Адамовский В.В., Красноперов Р.А. Беспилотная авиация. Терминология, классификация, современноесостояние. – 2014. – С. 10 (Дата обращения 14.10.2024).

СЕКЦИЯ 4. СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

Председатель секции: канд. техн. наук, и.о. заведующего кафедрой «Строительство и механика» Михайленко Олег Анатольевич

УДК 621.644.07

ИЗОЛЯЦИЯ ТРУБОПРОВОДА

Н.О. Арзамазов[1], И.А. Бахтина[1], А.Н. Корнеев[2]

[1]Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

[2]Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Аннотация. Рассмотрены современные материалы для изоляции трубопроводов систем водоснабжения, приведены их достоинства и недостатки и сравнительные характеристики теплоизоляционных материалов.

Ключевые слова: трубопроводы водоснабжения, тепловая изоляция, теплопотери, конденсат, энергоэффективность.

PIPELINE INSULATION

N.O. Arzamazov[1], I.A. Bakhtina[1], A.N. Korneev[2]

[1]Altai State Technical University named after I.I. Polzunova

[2]Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the federal government's budget educational institution of higher education "Altai State Technical University named after I.I. Polzunova"

Annotation. Modern materials for insulation of pipelines of water supply systems are considered, their advantages and disadvantages and comparative characteristics of thermal insulation materials are given.

Keywords: water supply pipelines, thermal insulation, heat loss, condensate, energy efficiency.

Теплоизоляция трубопроводов водоснабжения – это важный аспект инженерных систем, обеспечивающий экономию энергии, повышение комфорта, а также защиту от коррозии и замерзания.

При выборе материала теплоизоляции рекомендуется учитывать требования нормативной документации [1 – 3].

Существует множество материалов для теплоизоляции трубопроводов, каждый из которых обладает своими преимуществами и недостатками. Выбор материала зависит от того, для какого типа водоснабжения он предназначен: холодного или горячего.

1. Теплоизоляция для холодного водоснабжения

• Пенополиуретановая изоляция (ППУ) (рисунок 1):

Преимущества данного материала изоляции:

1) отличная защита от конденсации, что важно для холодных труб, так как конденсат может привести к коррозии. ППУ обладает низкой

паропроницаемостью, препятствуя образованию влаги на поверхности трубы;

2) прекрасно сохраняет низкую температуру воды в трубах, особенно летом, когда вода может нагреваться. ППУ обладает высокими теплоизоляционными свойствами, минимизируя теплопотери из трубы;

3) доступна в различных вариантах толщины, что позволяет выбрать оптимальное решение для конкретных условий.

Рис. 1 – Пенополиуретановая изоляция

Недостатки данного материала:

1) уязвимость к ультрафиолету: Требует дополнительной защиты от ультрафиолетового излучения;

2) горение: Является горючим материалом, хотя и обладает самозатухающими свойствами.

• Вспененный полиэтилен (пеноплекс) (рисунок 2):

Рис.2 – Вспененный полиэтилен

Преимущества данного материала теплоизоляции:

1) отличается высокой влагостойкостью, что делает его идеальным для холодного водоснабжения в условиях повышенной влажности. Пеноплекс не впитывает влагу, предотвращая появление грибка и плесени;

2) не пропускает водяной пар, предотвращая образование конденсата;

3) доступен в виде готовых скорлуп, что упрощает монтаж.

Недостатки:

1) относительно высокая стоимость: Дороже, чем пенополистирол, но дешевле, чем ППУ;

2) горение: Является горючим материалом, требует дополнительных мер

противопожарной безопасности.

• Фольгированный материал (рисунок 3):

Преимущества данного материала теплоизоляции:

1) эффективен для отражения тепла от окружающей среды, препятствуя нагреванию воды в трубах. Фольга обладает высокой отражающей способностью, отражая тепло обратно в окружающую среду;

2) негорючий и пожаробезопасный;

3) легкость монтажа, т.к. доступен в виде рулонов;

4) низкая стоимость и относительно доступен по цене.

Рис. 3 – Фольгированная изоляция

Недостатки:

1) слабая механическая прочность: хрупкий и может легко порваться;

2) не обеспечивает полной теплоизоляции: отражает тепло, но не изолирует его полностью;

3) низкая паропроницаемость: может привести к образованию конденсата.

2. Теплоизоляция для горячего водоснабжения:

• Минеральная вата (рисунок 4):

Рис. 4 – Минеральная вата

Преимущества минеральной ваты:

1) негорючая, что делает ее безопасной для использования вблизи источников тепла. Минеральная вата не горит и не поддерживает горение;

2) выдерживает высокие температуры, не деформируется при нагревании. Минеральная вата сохраняет свои свойства при температурах до +600°С;

3) доступна в различных вариантах плотности, что позволяет подобрать оптимальное решение для конкретных условий.

Недостатки:

1) низкая прочность на разрыв: легко рвется и деформируется при механических нагрузках;

2) гигроскопичность: легко впитывает влагу, что снижает теплоизоляционные свойства, требует дополнительной гидроизоляции;

3) сложность монтажа: требует определенных навыков, ее необходимо плотно укладывать и закреплять.

• Базальтовая вата (рисунок 5):

Рис. 5 – Базальтовая вата

Преимущества базальтовой ваты:

1) отличается высокой прочностью и долговечностью, подходит для изоляции горячих труб, подверженных высоким температурам. Базальтовая вата обладает высокой прочностью на разрыв и устойчива к механическим воздействиям;

2) негорючая, что делает ее безопасной для использования вблизи источников тепла. Базальтовая вата не горит и не поддерживает горение;

3) экологически чистый материал, изготовлена из природного материала, не выделяет вредных веществ.

Недостатки:

1) относительно высокая стоимость;

2) сложность монтажа: требует определенных навыков, ее необходимо плотно укладывать и закреплять.

Выбор теплоизоляции для трубопроводов водоснабжения – это комплексная задача, требующая учета многих факторов. Правильный выбор материала и технологии монтажа позволит обеспечить эффективную

теплоизоляцию, экономию энергии, а также безопасность и долговечность системы водоснабжения [4].

Список литературы

1. Стандарт организации: СТО НОСТРОЙ 2.12.69-2012. Стандарт национального объединения строителей, который устанавливает требования, правила и контроль выполнения теплоизоляционных работ для внутренних трубопроводов зданий и сооружений. – Москва, 2013.- 39 с.

2. Свод правил: СП 61.13330.2012. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Дата введения – 2013-01-01. –Москва, 2013.

3. Свод правил: СП 30.13330.2020. Внутренний водопровод и канализация зданий. Дата введения: 2021-07-01. –Москва, 2021.

4. Христенко, А.И. Теплоизоляция труб инженерных систем / А.И. Христенко, М.А. Фишер, И.А. Бахтина Наука и молодежь : Том 1. Инженерно-технические науки, часть 2 : материалы XX Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (17–21 апреля 2023 года, г. Барнаул) / Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. Барнаул : АлтГТУ, 2022. – С. 152 – 155.

УДК 62-71

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ ОБОРОТНОЙ ВОДЫ

А.И. Бахтинов[1], И.А. Бахтина[1], А.Н. Корнеев[2]

[1]Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

[2]Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Аннотация. Рассмотрены существующие методы и современные инновационные подходы к повышению эффективности охлаждения оборотной воды в промышленности.

Ключевые слова: охлаждение оборотной воды, градирни, теплообменники, испарительное охлаждение, водяные спреи, альтернативные хладагенты, наноматериалы, интеллектуальные системы управления, энергоэффективность, инновации.

ANALYSIS OF WAYS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF CIRCULATING WATER COOLING

A.I. Bakhtinov[1], I.A. Bakhtina[1], A.N. Korneev[2]

[1]Altai State Technical University named after I.I. Polzunova

[2]Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the federal government's budget educational institution of higher education "Altai State Technical University named after I.I. Polzunova"

Annotation. The existing methods and modern innovative approaches to improving the efficiency of circulating water cooling in industry are considered.

Keywords: recycled water cooling, cooling towers, heat exchangers, evaporative cooling,

water sprays, alternative refrigerants, nanomaterials, intelligent control systems, energy efficiency, innovation.

Охлаждение оборотной воды в промышленности является одной из ключевых задач, связанных с обеспечением бесперебойной работы оборудования и систем. Вода используется в качестве теплоносителя для отвода тепла от оборудования, что критически важно для таких отраслей, как энергетика, металлургия, химическая и нефтеперерабатывающая промышленность. Однако при работе в замкнутых циклах вода постепенно нагревается, что требует её охлаждения для повторного использования. Эффективность систем охлаждения оборотной воды напрямую влияет на производительность предприятия, энергозатраты и экологическую устойчивость. В данной статье рассмотрены как существующие методы охлаждения оборотной воды, так и инновационные подходы, направленные на повышение их эффективности.

На сегодняшний день существует несколько основных методов охлаждения оборотной воды, которые широко применяются на промышленных предприятиях. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки, что требует детального анализа и понимания для выбора наиболее подходящего решения [1].

Градирни (охладительные башни) – один из самых распространенных методов охлаждения воды в промышленности. Существует несколько типов градирен: с естественной и механической тягой, а также гибридные системы [2]. Градирни с естественной тягой работают за счет разности температур воздуха и воды, что приводит к естественной циркуляции воздуха внутри башни. Это относительно простой и экономичный метод, однако его эффективность снижается при высоких температурах окружающей среды. Градирни с механической тягой используют вентиляторы для создания принудительной циркуляции воздуха, что позволяет повысить эффективность охлаждения, но требует дополнительных затрат энергии на работу вентиляторов. Гибридные системы сочетают в себе оба подхода и обеспечивают высокую гибкость в эксплуатации в зависимости от климатических условий.

Теплообменники являются другим важным компонентом систем охлаждения. Пластинчатые теплообменники используются для передачи тепла между водой и охлаждающими агентами. Эти устройства компактны и обладают высокой производительностью благодаря увеличенной площади теплообмена. Однако они подвержены засорению при работе с водой, содержащей примеси. Кожухотрубные теплообменники более устойчивы к загрязнению, но они менее эффективны, что ограничивает их применение в условиях, где требуется высокая теплопередача.

Химические методы, такие как использование ингибиторов коррозии и антинакипных добавок, позволяют улучшить теплопередачу и продлить срок службы оборудования. Эти химические добавки предотвращают образование

накипи и коррозию, что особенно важно при использовании оборотной воды, содержащей высокие концентрации солей и других загрязнителей.

Испарительное охлаждение с применением водяных спреев является ещё одним эффективным методом. Этот процесс основан на распылении мелкодисперсных капель воды, которые испаряясь поглощают тепло. Системы водяных спреев особенно эффективны в условиях высоких температур окружающей среды, где традиционные методы охлаждения теряют свою эффективность.

Современные инновации в области охлаждения направлены на повышение эффективности работы систем и снижение их воздействия на окружающую среду. Данное направление актуально ввиду ужесточения экологических стандартов и роста затрат на энергоносители. Новые технологии охлаждения оборотной воды позволяет с одной стороны повысить эффективность существующих систем, с другой стороны снизить эксплуатационные расходы.

В последние годы разработаны новые конструкции градирен, которые обеспечивают более эффективное испарительное охлаждение воды. Это достигается за счет использования усовершенствованных оросительных насадок, которые обеспечивают равномерное распределение воды и увеличивают площадь её контакта с воздухом. Кроме того, современные градирни оснащаются полимерными материалами, обладающими высокой теплопроводностью и устойчивостью к коррозии. Это позволяет продлить срок службы оборудования и снизить затраты на его обслуживание.

Также значительное внимание уделяется разработке гибридных градирен, которые могут работать как с естественной, так и с механической тягой. Это позволяет адаптировать систему к изменяющимся климатическим условиям, что особенно актуально в условиях изменения климата. Гибридные системы обеспечивают более высокую гибкость и надежность, что делает их перспективными для применения в широком спектре промышленных отраслей.

Водяные спреи для испарительного охлаждения продолжают оставаться одной из наиболее перспективных технологий. Современные системы водяных спреев используют ультразвуковое распыление, которое позволяет создавать мельчайшие капли воды, что увеличивает площадь испарения и улучшает эффективность теплоотвода. Эти системы особенно эффективны в условиях высоких температур, где традиционные методы охлаждения менее продуктивны. Внедрение таких технологий позволяет значительно снизить потребление энергии и улучшить показатели теплопередачи.

Традиционные хладагенты, такие как фреоны, постепенно вытесняются новыми, более безопасными и экологичными веществами. Аммиак, углекислый газ и водород становятся основными альтернативами фреонам. Эти вещества обладают высокой теплопроводностью и не оказывают вредного воздействия на озоновый слой. Аммиак, благодаря своим физическим свойствам, остаётся одним из самых эффективных хладагентов, однако его использование требует повышенного контроля из-за потенциальной токсичности. Углекислый газ и

водород безопасны и доступны, что делает их всё более популярными в системах охлаждения.

Введение наноматериалов, таких как графен или углеродные нанотрубки, позволяет значительно повысить эффективность теплообменников. Эти материалы обладают уникальными теплопроводными свойствами, что обеспечивает более быстрый отвод тепла и снижает потери энергии. Современные пластинчатые теплообменники, разработанные с применением наноматериалов, имеют увеличенную площадь теплообмена, что повышает их производительность и делает их более устойчивыми к коррозии и засорению.

Интеллектуальные технологии управления процессами охлаждения стали важным направлением в развитии инноваций. Применение искусственного интеллекта и алгоритмов машинного обучения позволяет автоматизировать процессы управления системами охлаждения, что значительно повышает их эффективность. Такие системы способны адаптироваться к изменениям в климатических условиях и характеристиках работы оборудования, что позволяет снижать энергопотребление и повышать срок службы систем.

Интеллектуальные системы управления также интегрируются в общие системы мониторинга и управления предприятием, что позволяет проводить более точную диагностику и прогнозировать возможные неисправности [3]. Это способствует снижению затрат на обслуживание и сокращению времени простоя оборудования.

Внедрение инноваций в области охлаждения оборотной воды является важным шагом на пути к повышению эффективности промышленных систем и снижению их воздействия на окружающую среду. Современные градирни с улучшенными оросительными системами, использование водяных спреев для испарительного охлаждения, альтернативные хладагенты и интеллектуальные системы управления — все эти разработки позволяют значительно улучшить показатели теплопередачи, сократить энергопотребление и снизить эксплуатационные расходы [4]. Дальнейшие исследования в этой области могут привести к созданию еще более гибких и эффективных систем охлаждения, способных адаптироваться к различным климатическим и производственным условиям.

Существующие методы охлаждения продолжают совершенствоваться, и наибольшие перспективы связаны с интеграцией новых технологий и материалов [5]. Текущие тенденции показывают, что будущее за экологически безопасными и экономически эффективными системами охлаждения, которые смогут удовлетворить растущие требования к энергоэффективности и устойчивому развитию.

Список литературы

1. Устемиров, Ш. Р. Анализ систем оборотного водоснабжения и проблем качества воды промышленных предприятий // КиберЛенинка. – 2023. [электронный ресурс] – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sistem-

oborotnogo-vodosnabzheniya-i-problem-kachestva-vody-promyshlennyh-predpriyatiy. (Дата обращения: 22.10.2024).

2. Новые технологии охлаждения жидкостей в безнасадочных градирнях // КиберЛенинка. – 2023. [электронный ресурс] – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/novye-tehnologii-ohlazhdeniya-zhidkostey-v-beznasadochnyh-gradirnyah. (Дата обращения: 22.10.2024).

3. Ведьгаева И.А. Математическое моделирование, исследование и повышение эффективности работы промышленных градирен с сетчатой насадкой // Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань, 2003.

4. Дмитриев, А.В. Увеличение энергоэффективности процесса охлаждения оборотной воды / А.В. Дмитриев, О.С. Дмитриева. – Энергетика и рациональное природопользование. — 2015. [электронный ресурс] – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/uvelichenie-energoeffektivnosti-protsessa-ohlazhdeniya-oborotnoy-vody. (Дата обращения: 22.10.2024).

5. Деннер, А.И. Основные мероприятия по повышению эффективности работы градирен на ТЭЦ-3 / А.И. Деннер, А.В. Нагорная, И.А. Бахтина. – Наука и молодежь. Материалы XVI Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Министерство науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова». 2019. – С. 504-507.

УДК 697.9:004.94

ОРГАНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ

В.А. Бережнова[1], И.А. Бахтина[1], Н.В. Гейко[2]

[1]Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

[2]Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Аннотация. Рассмотрена организация информационного моделирования системы вентиляции и основные её этапы.

Ключевые слова: система вентиляции, информационная модель, организация информационного моделирования, этапы моделирования, элементы модели.

ORGANIZATION OF INFORMATION MODELING OF THE VENTILATION SYSTEM

V.A. Berezhnova[1], I.A. Bakhtina[1], N.V. Geiko[2]

[1]Altai State Technical University named after I.I. Polzunova

[2]Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the federal government's budget educational institution of higher education "Altai State Technical University named after I.I. Polzunova"

Annotation. The organization of information modeling of the ventilation system and its main stages are considered.

Keywords: ventilation system, information model, organization of information modeling, modeling stages, model elements.

Организация информационного моделирования (ОИМ) – это процесс, связанный с созданием, управлением и использованием информационных моделей для различных целей, таких как проектирование, строительство, эксплуатация и управление объектами. Применительно к проектированию в области строительства и архитектуры – это использование информационных технологий моделирования зданий (BIM — Building Information Modeling).

Основные аспекты, которые входят в ОИМ [1 – 3]:

1. Определение целей, стратегии и планирования:

– Определение целей информационного моделирования и постановка задач для достижения поставленных целей.

– Разработка стратегии внедрения технологий BIM в организацию или проект.

– Разделение задач между участниками процесса и определение степени их ответственности.

2. Сбор исходных данных

– Сбор информации о проектируемом объекте или системе (планы, спецификации, требования).

3. Создание информационной модели:

– Разработка 3D-моделей объектов с использованием специализированного программного обеспечения.

– Включение информации о материалах, системах, характеристиках и других параметрах объектов.

4. Координация и сотрудничество:

– Использование совместных платформ для работы над проектом (например, BIM 360, Navisworks).

– Решение возникающих вопросов и конфликтов путем организации встреч между различными участниками процесса моделирования.

– Обмен информацией между различными дисциплинами (архитектура, инженерия, строительство).

5. Анализ и верификация:

– Использование моделей для проведения различных анализов (например, энергетической эффективности, структурной прочности) и расчётов.

6. Стандартизация и документация:

– Разработка стандартов и протоколов для создания и использования информационных моделей.

– Документирование процессов и методологий работы с моделями.

7. Обучение и развитие:

– Разработка системы наставничества и обучения при работе с программным обеспечением и технологиями BIM.

– Повышение квалификации и развитие навыков в области

информационного моделирования.

8. Поддержка жизненного цикла объекта:

– Использование информационных моделей для управления объектом на всех этапах его жизненного цикла (проектирование, строительство, эксплуатация, демонтаж).

Организация информационного моделирования системы вентиляции включает в себя все эти этапы, которые обеспечивают создание, управление и эксплуатацию эффективных моделей систем вентиляции. Рассмотрим их подробнее [1 – 3].

1. Определение целей и задач

Целью проектирования системы вентиляции является обеспечение комфортного микроклимата, соответствие нормам и стандартам.

2. Сбор исходных данных

Нужно выполнить моделирование системы вентиляции в уровне детализации LOD G 300, то есть на этом уровне детализации модель здания становится еще более подробной и содержит более точные данные о размерах, форме элементов здания и характеристиках элементов здания. Также необходимо выполнить построение трасс воздуховодов, вентшахт. Указать материал и степень огнестойкости. Вентиляционное моделировать в условном габарите с указанием названия оборудования и основных характеристик. Система вентиляции естественная – необходимости в потреблении тепла нет.

Исходными данными при проектировании систем вентиляции являются технические условия и климатические характеристики в городе Иркутск приняты СП 131.13330-2020 «Строительная климатология»:

– для холодного периода года расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления и вентиляции (параметры «Б») – минус 33 °С

– продолжительность отопительного периода -233 сут.;

– средняя температура отопительного периода – минус 7.6 °С

Расчетные параметры микроклимата помещений приняты по ГОСТ 30494-2011, «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях», СанПиН 2.1.2.2645-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях» (рисунок 1).

Воздухообмен квартир принимается согласно СП 54.13330.2016 п.9.2:

Спальня, общая комната (или гостиная), детская комната при общей площади квартиры на одного человека менее 20м^2 - 3 м^3/ч на 1м^2

Кухня с электроплитой - 60 м^3/ч

Ванная, душевая, туалет, совмещенный санузел - 25 м^3/ч

Колясочная - 2-х кратная вытяжка

Диспетчерская - 2-х кратная вытяжка

Технические помещения - 2-х кратная вытяжка

Подвал без продухов - 1-но кратная вытяжка

Наименование помещений	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с	Примечание
Холодный период года				
Жилая комната в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) минус 31°С и ниже	21	30	0,15	
Кухня	19	н/н	0,15	
Туалет	19	н/н	0,15	
Ванная, совмещенный санузел	24	н/н	0,15	
Вестибюль, лестничная клетка	16	н/н	н/н	
Межквартирный коридор	18	30	н/н	
Диспетчерская	16	н/н	н/н	
Колясочная	16	н/н	н/н	
Технические помещения	5	н/н	н/н	

Рис. 1 – Параметры микроклимата в помещениях

3. Создание информационной модели

Используя программный комплекс для моделирования, создаём воздуховод [4]. В верхнем меню переходим на вкладку «Системы», в группе «ОВК» выбираем значок воздуховода. Далее можно сразу настроить параметры, такие как вид воздуховода, уровень, отметку, размеры, тип системы, в графе «Свойства» и можно приступать к моделированию воздуховода (рисунок 2).

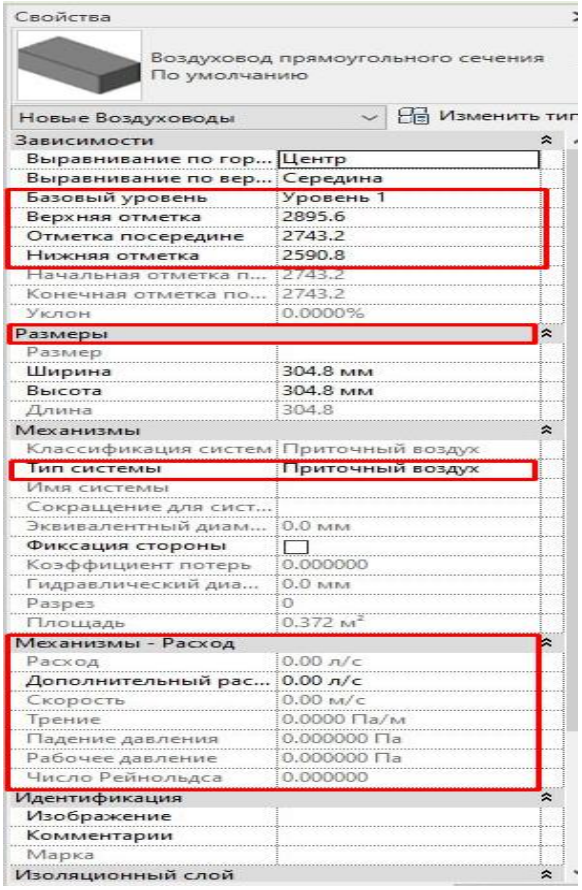


Рис. 2 – Назначение свойств

Затем в разделе «Семейства» находим необходимые нам решётки, клапаны и выбрав нужное по размерам устанавливаем на систему.

4. Координация с другими системами

После создания системы вентиляции (рисунок 3) происходит проверка на пересечения с другими разделами. Провести проверку можно через создание файла Navisworks. Для данного варианта открываем 3D-вид только с системой вентиляции, отключая все связи, далее в ПК для моделирования выбираем вкладку «Файл», переходим в раздел «Экспорт», выбираем нужный нам формат и указываем путь сохранения файла. Открываем Navisworks и подгружаем все файлы модели выгруженные в Navis, затем нам выдаются места с пересечениями, у каждого элемента есть код, который можно внести в ПК для моделирования и устранить на 3D-виде.

5. Анализ и верификация

На данном этапе проводим расчёты для определения необходимого объема воздуха, скорости потока, давления и других параметров. И также проверяем соответствие проектируемой системы вентиляции нормативам и стандартам [5].

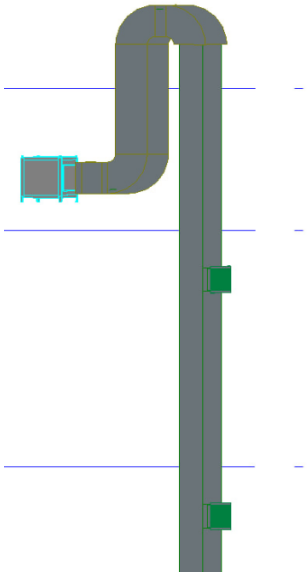


Рис. 3 – Фрагмент замоделированной системы вентиляции

6. Документация и стандартизация

Выполняем подготовку проектной документации, включая все чертежи, спецификации и расчеты.

Список литературы

1. ГОСТ Р 57563–2017. Моделирование информационное в строительстве. Основные положения по разработке стандартов информационного моделирования зданий и сооружений. – Москва: Стройинформ, 2017. – 33 с.

2. Свод правил: СП 333.1325800.2020. Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на

различных стадиях жизненного цикла. – 2021-07-01. –Москва, 2021.

3. Свод правил: СП 331.1325800.2017. Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах. Дата введения – 2018-03-19. –Москва, 2018.

4. Бережнова, В.А. Приточно-вытяжные установки для системы вентиляции / В.А. Бережнова, И.А. Бахтина, Н.В. Гейко В сборнике: Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы. – Рубцовск, 2023. – С. 81 – 86.

5. Матвеев, К.В. Расчет систем противопожарной вентиляции с механическим побуждением воздуха при создании информационной модели жилого многоквартирного здания / К.В. Матвеев, И.А. Бахтина. – Ползуновский альманах, 2022, № 1. – С. 127-129.

УДК 628.1:004.94

ВЫПОЛНЕНИЕ ДЕТАЛИРОВКИ НАРУЖНЫХ СЕТЕЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В NANOCAD ГЕОНИКА ПРИ СОЗДАНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

М.Ю. Вяткина[1], И.А. Бахтина[1], М.Л. Лопатина[2]

[1]Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

[2]Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Аннотация. Рассмотрена методика построение деталировки сетей водоснабжения в программе nanoCAD Геоника.

Ключевые слова: сеть наружного водопровода, nanoCAD Геоника, информационная модель, построение деталировки.

PERFORMING DETAILING OF OUTDOOR WATER SUPPLY NETWORKS IN NANOCAD GEONICS WHEN CREATING AN INFORMATION MODEL

M.Y. Vyatkina[1], I.A. Bakhtina[1], M.L. Lopatina[2]

[1]Altai State Technical University named after I.I. Polzunova

[2]Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the federal government's budget educational institution of higher education "Altai State Technical University named after I.I. Polzunova"

Annotation. The technique of constructing the detailing of water supply networks in the nanoCAD Geonics program is considered.

Keywords: outdoor water supply network, nanoCAD Geonics, information model, construction of detailing.

В данной работе описан процесс автоматизации построения деталировки наружных сетей водоснабжения в программе nanoCAD Геоника.

Информационное моделирование объекта включает в себя процесс создания и использования информации по строящимся, а также завершенным

объектам строительства в целях координации входных данных, организации совместного производства и хранения данных, а также их использования для различных целей на всех стадиях жизненного цикла [1].

При традиционном проектировании чертежи создаются в двухмерной плоскости. Данный способ проектирования по многим показателям – скорости выполнения чертежей, наглядности – является менее эффективным, чем трехмерное моделирование. Создание виртуальной трехмерной модели является составляющей информационной модели. Информационная модель - совокупность представленных в электронном виде документов, графических и текстовых данных по объекту строительства, размещаемая в среде общих данных и представляющая собой единый достоверный источник информации по объекту на всех или отдельных стадиях его жизненного цикла [1].

Особым достоинством инструментов информационного моделирования является тот факт, что модель объекта строительства, созданная с их помощью, не является статичной. При внесении изменений в геометрию или данные информационной модели обеспечивается одновременное автоматизированное обновление всех взаимосвязанных видов, данных, параметров и документов. Плюсом внедрения этой технологии является быстрота создания проекта. Из-за отсутствия лишних этапов, когда все данные рассчитываются и записываются вручную, проектирование осуществляется в краткие сроки.

Для проектирования и моделирования инженерных сетей и линейно-протяженных объектов предназначена программа nanoCAD Геоника. Данный продукт представляет собой комплекс, состоящий из следующих модулей: «Топоплан», «Генплан», «Сети», Трассы», «Сечения» и «Геомодель» » (рисунок 1).

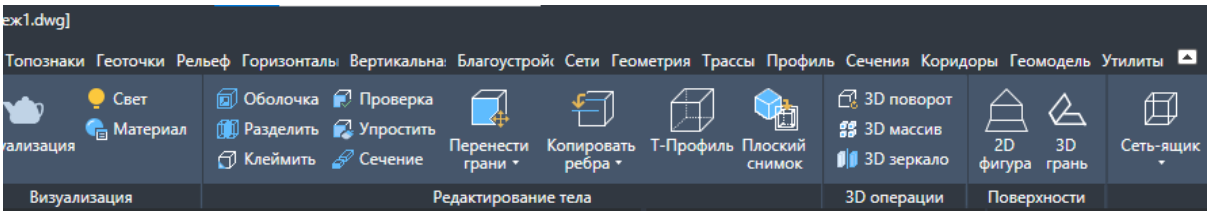


Рис. 1 – Программа nanoCAD Геоника

При проектировании наружных сетей водоснабжения после определения диаметров и материала труб производят деталировку всех узлов сети. На деталировке наносят арматуру и фасонные части, из которых должны монтироваться отдельные узлы сети.

Для построения деталировки наружных сетей водоснабжения в программе nanoCAD Геоника предварительно необходимо выполнить следующие действия:

1. Создание цифровой модели местности (ЦММ);
2. Проектирование плана трассы;
3. Проектирование продольного профиля трассы.

Цифровая модель местности (ЦММ) – это совокупность точек местности с известными координатами в трехмерном пространстве x, y, h. Построить трехмерную модель рельефа необходимо в модуле «Топоплан» либо выполнением построения поверхности занимаются изыскатели в других программных продуктах. Для создания существующей поверхности рельефа в nanoCAD Геоника могут использоваться различные источники данных (в том числе растры, 2D- либо 3D-чертежи, полученные из других программных продуктов):

- текстовый файл точек съемки;
- примитивы (точки, 3D-полилинии, блоки, 3D-грани, 3D-сеть и т.д.);
- файлы LandXML, содержащие группы геоточек, поверхности, планы и профили трасс.

В процессе проектирования после построения ЦММ следующим шагом идёт трассировка сети наружного водопровода в модуле «Сети» (рисунок 2).

При трассировке задаются ряд параметров:

•параметры сети (тип сети из списка, код участка сети и др.),

•параметры построения (диаметр трубы в мм, начальный номер колодца, уклон, тип прокладки и др.);

•параметры труб;

•параметры отображения (цвет, толщина полилинии и колодцев и др.).

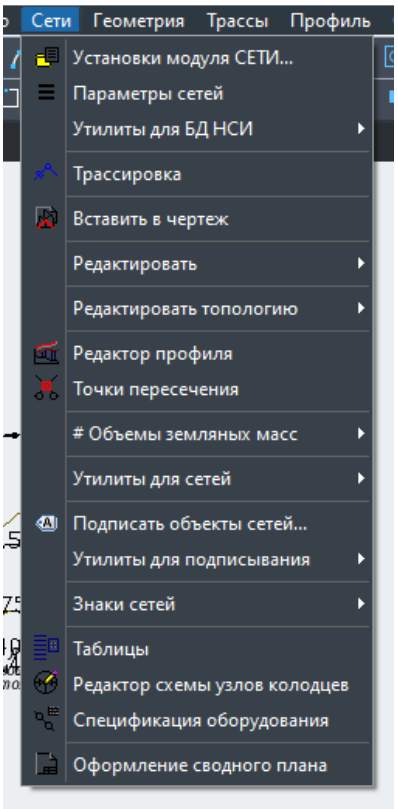


Рис. 2 – Модуль «Сети»

При необходимости можно внести изменения в оттрассированную сеть,

изменив тип вершины (рисунок 3).

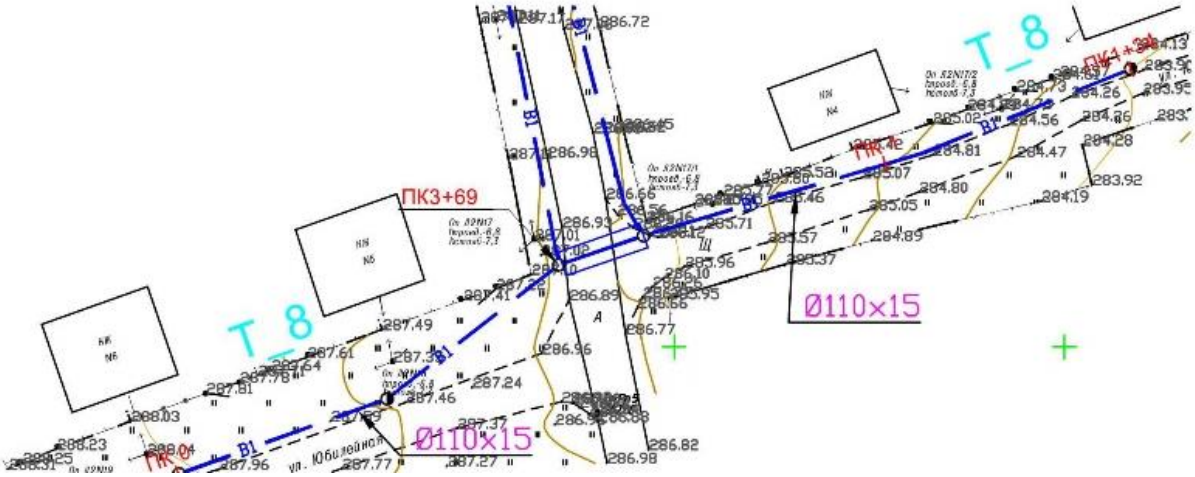


Рис. 3 – Пример трассировки сети на плане

После внесения всех изменений в топологию и геометрию сети происходит построение продольного профиля сети (рисунок 4).

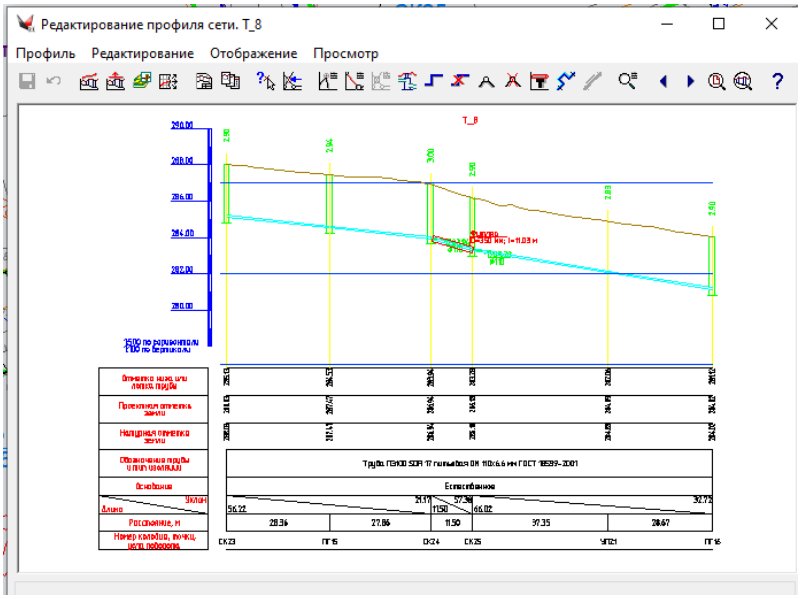


Рис. 4 - Построение продольного профиля

Когда принята окончательная схема трассировки сети, сделан гидравлический расчёт водопроводной сети и выбран материал труб, построены продольные профили возможно приступать к деталировке водопроводной сети.

Деталировкой сети называется монтажная схема наружной водопроводной сети, на которой в условных обозначениях наносятся арматура, все необходимые фасонные части, указываются размеры колодцев и число колодцев, а также диаметр и протяжённость трубопроводов между колодцами.

При составлении монтажной схемы водопроводной сети детально разрабатываются все колодцы, намеченные на генплане. Для этого воспользуемся редактором схемы узлов колодцев в программе nanoCAD Геоника (рисунок 5).

Вкладка деталировка сетей В1 содержит следующие пункты [4]:

•выбор колодца – он выбирается из списка по номеру из списка, а также с помощью клавиш навигации, возможно непосредственно указать в чертеже. Для выбранных колодцев указываются их характеристики: условные диаметры прохода и ответвления (если они заданы);

•проход может быть указан автоматически, а если в колодец входят 4 трубы под прямыми углами, можно указать его вручную. Есть возможность отображения основного прохода (красным) и ответвлений (синим) (которыми считаются все остальные, кроме двух главных, трубы, подходящие к колодцу);

•выбор схемы узла из допустимых для данного колодца вариантов. Схема узла отображается в окне; тип ограничителя – задвижка или затвор;

•по выбранной типовой схеме узла, диаметру труб основного прохода и ответвления определяются и отображаются следующие параметры колодца:

•диаметр колодца (рабочей части),

•высота рабочей части,

•h, высота от верха лотка до низа трубы,

•строительно-монтажная схема – шаблон конструкции колодца.

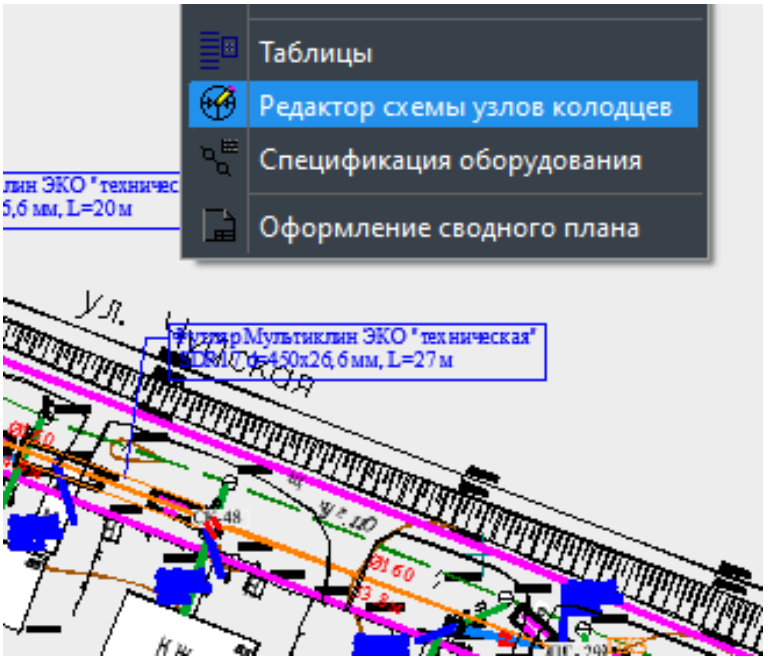


Рис. 5 – Построение схем узлов колодцев

После установки необходимых параметров (рисунок 6) вставляем схему узла в чертеж. После выхода из редактора можно увидеть ее на плане смасштабированной в соответствии с размером колодца. При изменении размера колодца размер схемы изменяется автоматически. С помощью ручки

можно как изменять размер колодца, так и поворачивать в нем схему [4].

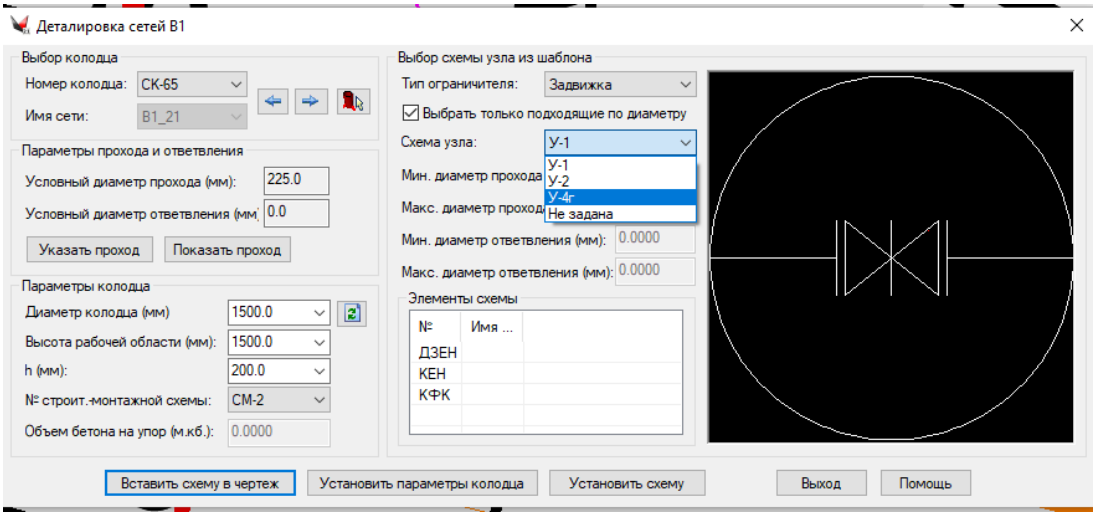


Рис. 6 – Настройка параметров колодца и арматуры

Схему напорных сетей (деталировку) выполняют в плане без масштаба и в соответствии с ГОСТ 21.704-2011 (рисунок 7) [5].

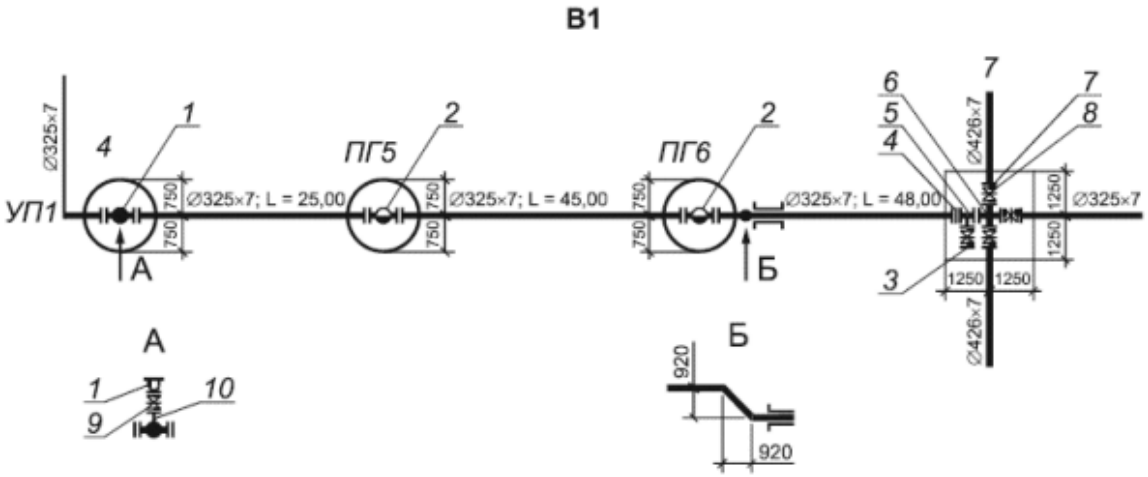


Рис. 7 – Пример выполнения деталировки по ГОСТ 21.704-2011

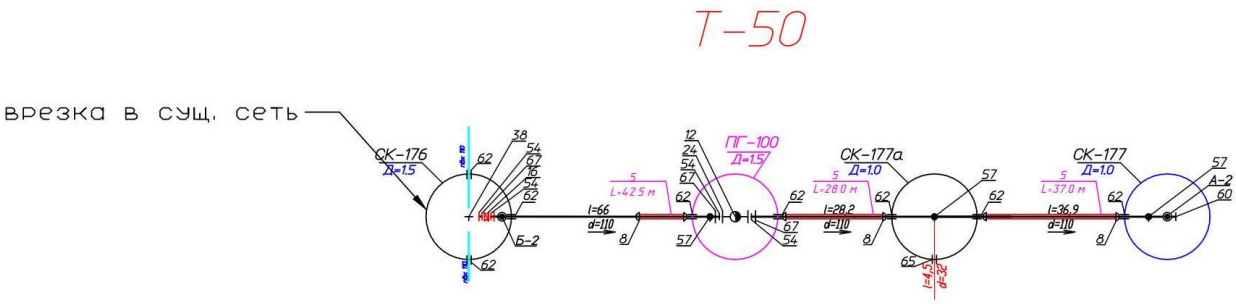


Рис. 8 – Пример выполнения деталировки в программе nanoCAD Геоника

На основании разработанной деталировки сети составляется спецификация на трубы, фасонные части и арматуру.

Таким образом, программа nanoCAD Геоника позволяет автоматизировать процесс разработки деталировки сетей наружного водопровода, а именно расстановки арматуры, фасонных частей, колодцев, а также диаметров и протяжённостей трубопроводов между колодцами [6]. В системе реализован принцип единой модели сети, то есть любые изменения в плане приведут к немедленным изменениям в деталировке. Переход на технологию динамического трехмерного проектирования на основе программного комплекса nanoCAD Геоника позволяет оптимизировать процесс работы над протяженными линейными объектами (сетями наружного водоснабжения).

Список литературы

1. Свод правил: СП 333.1325800.2020. Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла. Дата введения: 2021-07-01. –Москва, 2021.

2. Свод правил: СП 31.13330.2021. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения: актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*. Дата введения: 2012-01-28. – Москва : ФГУП ЦПП, 2021. – 155 с.

3. ГОСТ 21.704-2011. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации наружных сетей водоснабжения и канализации. – Москва: Стандартинформ, 2020. – 25 с.

4. NANOCAD. Умное проектирование: [сайт] / учредитель АО Нанософт. Обновляется в течение суток. URL: https://geonics.ru/det_1.htm (дата обращения: 24.10.2024).

5. Вяткина, М.Ю. Проектирование продольных профилей наружных сетей водоснабжения в NANOCAD геоника / М.Ю. Вяткина, И.А. Бахтина, Т.Ю. Иванова В сборнике: Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы. – Рубцовск, 2023. – С. 86 – 92.

6. Вяткина, М.Ю. Методика построения продольных профилей наружных сетей водоснабжения в NANOCAD ГЕОНИКА. / М.Ю. Вяткина, И.А. Бахтина. – Ползуновский альманах, 2024, № 1. – С. 59-63.

УДК 69.033.8

ВЗАИМНОЕ ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ МОБИЛЬНОГО И СТАЦИОНАРНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ ДРУГ НА ДРУГА

А.А. Денисенко[1], К.А. Артемова[2]

[1]*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова»*

[2]*Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова*

Аннотация. Излагается подход к разработке мобильных зданий в качестве полноценной самостоятельной технологии индустриального строительства, которая

развивает принципы технологий капитального строительства и не утрачивает преимущества мобильных систем.

Ключевые слова: стационарные здания, мобильные здания, контейнерный тип, объемно-блочное строительство, вечная мерзлота, пространственные вентилируемые фундаменты.

MUTUAL INFLUENCE OF MOBILE AND STATIONARY HOUSE CONSTRUCTION TECHNOLOGIES ON EACH OTHER

A.A. Denisenko[1], K.A. Artemova[2]

[1]Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the federal government's budget educational institution of higher education "Altai State Technical University named after I.I. Polzunova"

[2]Altai State Technical University named after I.I. Polzunova

Annotation. An approach to the development of mobile buildings is outlined as a full-fledged independent technology of industrial construction, which develops the principles of capital construction technologies and does not lose the advantages of mobile systems.

Key words: stationary buildings, mobile buildings, container type, volumetric block construction, permafrost, spatial ventilated foundations.

Взаимное влияние различных технологий, конструктивных решений в технике, как правило, улучшает исходные качества и расширяет первоначальные возможности. В значительной степени это относится и к строительной отрасли.

Следует заметить, что любые объекты обладают спецификой, имеют свои достоинства и недостатки. В связи с этим включение (или замена) в существующие решения одной технологической системы дополнительных элементов из другой не должно приводить к утрате положительных качеств исходных технологий.

Так, например, при замене монолитных железобетонных конструкций на сборные отличия могут быть только в способе возведения, но не в свойствах готовой конструкции.

Способы возведения зданий условно можно разделить на две группы: строительство стационарных (капитальных) объектов и строительство мобильных (некапитальных) объектов. Существует достаточно разработанная нормативная база, применяется однозначно понимаемая терминология, система требований, показателей и др.

Строительство стационарных (капитальных) зданий, очевидно, является основной технологией. К достоинствам такого способа возведения объектов можно отнести: многовековой опыт применения; возможность достижения любого уровня комфорта; возможность реализации разнообразных архитектурных форм; применение для всех видов строительства (жилые и общественные здания, производственные объекты и др.); возведение объектов разной степени ответственности: пониженного, нормального или повышенного. Вместе с тем такой способ имеет целый ряд существенных ограничений. Прежде всего следует отметить, как правило, значительную продолжительность строительства; ограниченные возможности применения в труднодоступных

районах; сравнительную трудоемкость утилизации и др. Индустриализация строительной отрасли с изготовлением конструкций на предприятиях и монтажом на строительной площадке, хотя и позволила значительно снизить продолжительность возведения объектов за счет применения первых типовых серий, негативно повлияла на архитектурную привлекательность объектов массовой застройки. Крупнопанельное и особенно объемно-блочное строительство (рис. 1) возникло как развитие понятия мобильности в строительстве, затем получило продолжение при разработке современных мобильных зданий и систем, а также дальнейшее усовершенствование методов в «чистом виде» [1].

Для мобильных зданий разработана и действует нормативная база, включающая ГОСТы, пособия и другие документы, в том числе и документы, определяющие единство терминологии. Несмотря на это многие авторы работ, посвященных мобильным зданиям, пренебрегают рекомендуемыми терминами и классификацией. Например, в цитируемой статье [1], описана интересная конструктивная система строительства капитальных (немобильных) зданий из объемных блоков. Вместе с тем в части, касающейся мобильных зданий, предложена классификация, противоречащая действующему стандарту (ГОСТ Р 58759-2019). По типу мобильности, согласно ГОСТу, мобильные здания подразделяются на контейнерные и сборно-разборные (независимо от наличия ходовой части). В рассматриваемой статье использовано разделение на передвижные и стационарные здания (включая контейнерные) по признаку наличия или отсутствия ходовой части, кроме того в этой работе употреблены некоторые термины, указанные в стандарте как недопустимые (бытовка, вагон-дом, передвижной дом).

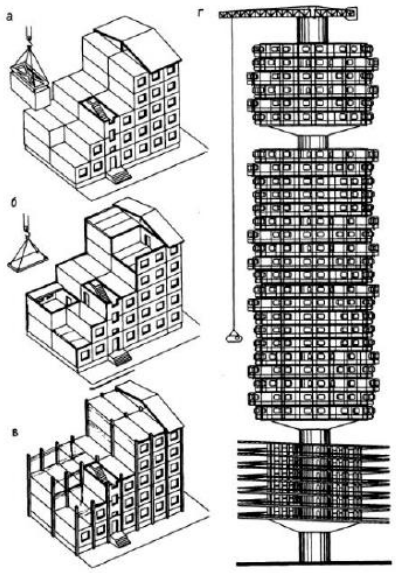


Рис.1 – строительство зданий из объемных блоков [2]

Мобильные здания контейнерного типа имеют не только наиболее полную заводскую готовность, но и целый ряд недостатков. Так, например, мобильные

здания известной системы ЦУБ (рис. 2), размеры которых отвечают транспортному габариту, при блокировании друг с другом образуют систему изолированных отсеков (рис. 3). Очевидно, многие важнейшие возможности зданий традиционного исполнения, например, свободная планировка в этом варианте недоступны. В связи с этим мобильные здания относят к пониженному уровню ответственности.

Рис. 2 – Мобильное здание системы ЦУБ [3]

Автор[1] уже предлагал рассматривать мобильное домостроение как самостоятельную технологию строительства. Для этого необходимо при сохранении положительных качеств мобильных систем «дотянуть» их возможности до возможностей капитального строительства. Предложена система мобильных зданий JERRY [4], обеспечивающая строительство домов в нескольких уровнях, помещений зального типа и другие полезные возможности (рис. 4). Очевидно, на сроки строительства значительное влияние оказывают решения фундаментов, особенно в труднодоступных регионах и в регионах с экстремальными климатическими условиями.

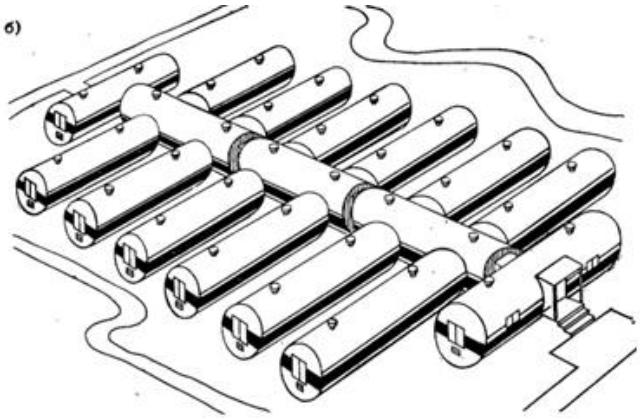


Рис. 3 – Мобильный комплекс зданий системы ЦУБ [3]

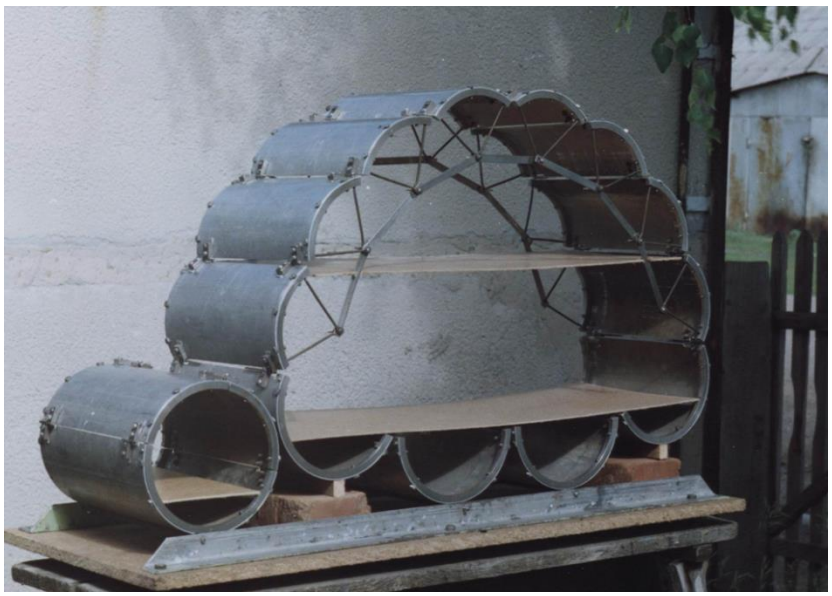


Рис. 4 – Мобильный комплекс системы JERRY

В магистерской диссертации автора[2] выполнен аналитический обзор конструктивных решений фундаментов для мобильных зданий и их систем, в том числе для регионов распространения вечной мерзлоты. Сформулированы достоинства и недостатки таких фундаментов. Исследован опыт строительства фундаментов на вечной мерзлоте для капитальных (стационарных) зданий. Наиболее интересным, по мнению авторов, являются пространственные вентилируемые фундаменты, разработанные НИИОСП (рис. 5). Такие решения могут быть использованы для строительства зданий на вечной мерзлоте по первому принципу. Однако применительно к мобильным зданиям подобные конструкции практически отменяют само понятие мобильности.

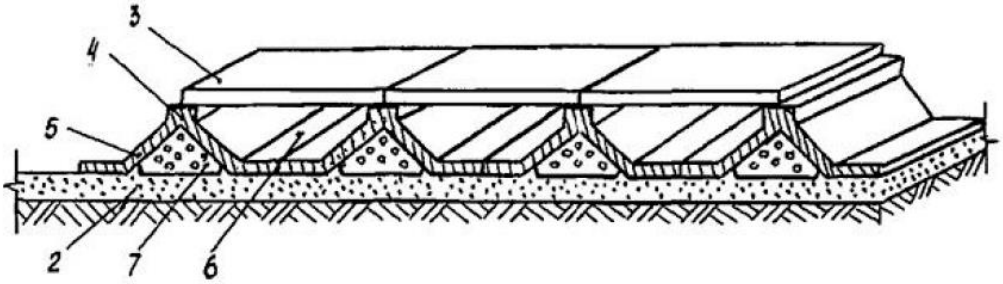


Рис. 5 – сборно-монолитный фундамент-оболочка

Система контейнерных зданий JERRY позволяет обеспечить подобное вентилирование за счет самой конструкции (рис. 6). Появляется возможность распространить конструктивное решение для строительства зданий на вечной мерзлоте и по второму принципу. Кроме того, мобильные здания системы JERRY имеют потенциал к дальнейшему совершенствованию.

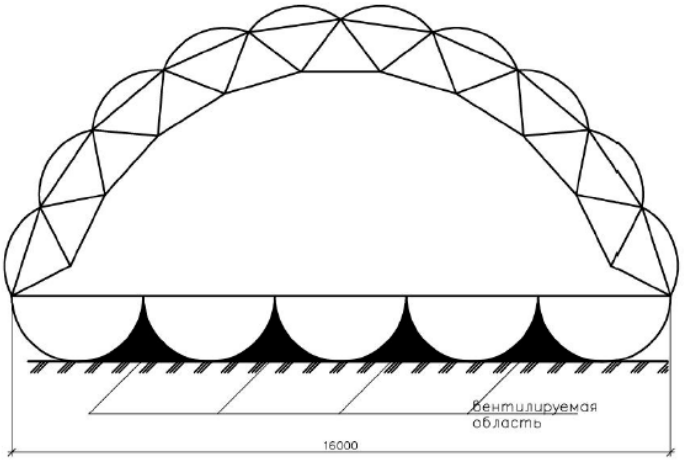


Рис.6 – система JERRY для условий вечной мерзлоты

Вывод

Рассмотренный пример развития строительной технологии показывает, что при использовании положительного опыта капитального строительства расширяются возможности мобильного домостроения.

Список литературы

1. Гасиев А.А. Современное капитальное объемно-блочное строительство в России на основе универсальной объемно-блочной (модульной) системы с несущим металлическим каркасом // *Жилищное строительство.* 2020. № 10. С. 38–47. DOI: https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-10-38-47

2. Маклакова Т.Г, Насонова С.М. Конструкции гражданских зданий: Учебник.-М.: Издательство АСВ. 2000 – 280 с.

3. Сапрыкина, Н.А. Мобильное жилище для Севера / Н.А.Сапрыкина. – Л.: Стройиздат. Ленинградское отделение, 1986. - 216 с.

4. Денисенко, А. А. Мобильное здание системы Jerry и способ его блокирования с такими же зданиями. Патент на изобретение RU 2238376 C2, 20.10.2004. Заявка № 2002131591/03 от 22.11.2002.

УДК 696.2:004.94

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВНУТРЕННЕГО ГАЗОПРОВОДА

Д.С. Драгалин[1], И.А. Бахтина[1], М.Л. Лопатина[2]

[1]Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

[2]Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Аннотация. Рассмотрены основные этапы моделирования, конструктивные особенности, их устройства и области применения.

Ключевые слова: моделирование газопровода, внутренний газопровод, безопасность, эффективность, программное обеспечение, инженерные расчеты.

MODELING OF AN INTERNAL GAS PIPELINE

D.S. Dragalin[1], I.A. Bakhtina[1], M.L. Lopatina[2]
[1]*Altai State Technical University named after I.I. Polzunova*
[2]*Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the federal government's budget educational institution of higher education "Altai State Technical University named after I.I. Polzunova"*

Annotation. The main stages of modeling, design features, their devices and applications are considered.

Keywords: gas pipeline modeling, internal gas pipeline, safety, efficiency, software, engineering calculations.

Моделирование внутреннего газопровода – это процесс создания виртуальной копии газовой системы здания, позволяющий инженерам и проектировщикам анализировать ее работу, выявлять потенциальные проблемы и оптимизировать параметры.

Моделирование внутреннего газопровода помогает обнаружить утечки газа, оценить риски взрыва и разработать меры безопасности. Позволяет оптимизировать параметры системы, снизить потери газа и повысить эффективность его использования. Моделирование помогает спроектировать систему, учитывая все особенности здания и будущие изменения. А также помогает планировать техническое обслуживание и ремонт системы.

Основные этапы моделирования:

1. Сбор данных: Собирается информация о планировке здания, расположении газовых приборов, диаметрах труб и других параметрах.
2. Создание 3D-модели: На основе собранных данных создается трехмерная модель газовой системы.
3. Назначение свойств: К элементам модели присваиваются физические свойства: диаметр труб, материал, коэффициент шероховатости и т.д.
4. Постановка задачи: Определяется цель моделирования: расчет расхода газа, определение давления в различных точках системы, анализ аварийных ситуаций и т.д.
5. Расчет: С помощью специального программного обеспечения проводится расчет модели.
6. Анализ результатов: Полученные результаты анализируются, и на их основе делаются выводы о работе системы.

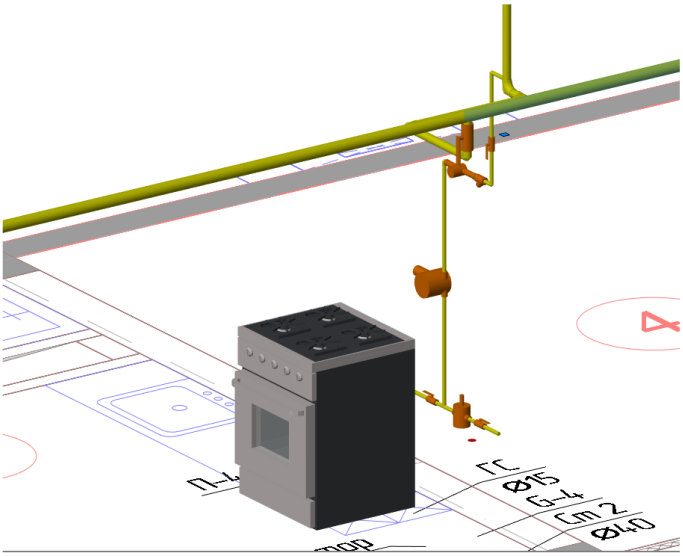


Рис. 1 – 3D-модель газового оборудования

Для моделирования внутренних газопроводов используются специализированные программные продукты, такие как: nanoCAD Plus. (рисунок 1). Если есть задача автоматизировать рутинную работу инженера-проектировщика, эту же задачу предпочтительнее решать в nanoCAD ВК: аксонометрические схемы, спецификацию, 3D-модель, которая выгружается в различные форматы (*.dwg, IFC и RBIM)

Но главное преимущество – это целостность проекта, когда планы не отличаются от аксонометрических схем, спецификация формируется автоматически (рисунок 2). При анализе 3D-модели можно уже на стадии проекта исключить коллизии (такие, например, как прокладка газовых стояков через несущую конструкцию), установить газоанализаторы в необходимых местах и на нужной высоте, проверить габариты приборов и многое другое (рисунок 3).

Также для моделирования внутренних газопроводов используются BIM-система Renga. Применение российских программ в настоящее время отвечает направлению государственной политики импортозамещения, кроме того достоинствами данного программного обеспечения являются: более низкая стоимость, меньшая требовательность к ресурсам компьютера, стабильная работа с крупными сборками. Кроме того заинтересованность компаний в данном программном обеспечении также подтверждает перспективность развития ПО Renga. За небольшой промежуток времени данный программный продукт был существенно доработан, поэтому в настоящее время его можно использовать не только в гражданском строительстве, но и в промышленном.

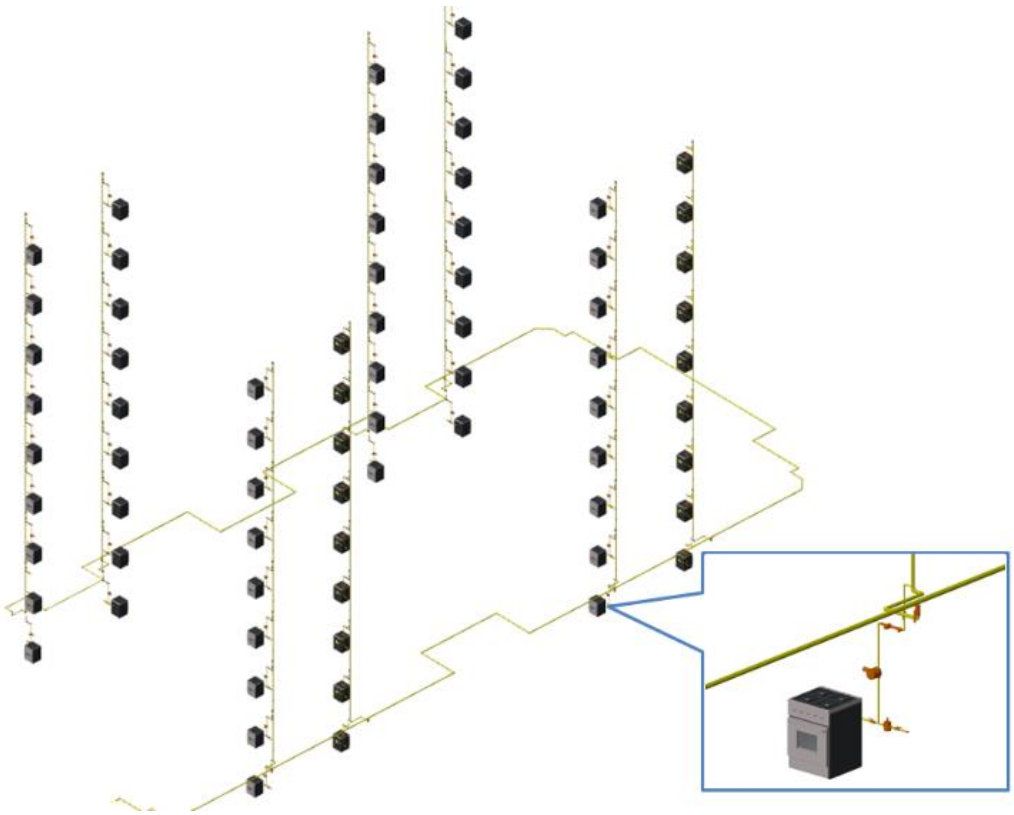


Рис. 2 – Аксонометрическая схема газопровода

Также для моделирования внутренних газопроводов используются BIM-система Renga. Применение российских программ в настоящее время отвечает направлению государственной политики импортозамещения, кроме того достоинствами данного программного обеспечения являются: более низкая стоимость, меньшая требовательность к ресурсам компьютера, стабильная работа с крупными сборками. Кроме того заинтересованность компаний в данном программном обеспечении также подтверждает перспективность развития ПО Renga. За небольшой промежуток времени данный программный продукт был существенно доработан, поэтому в настоящее время его можно использовать не только в гражданском строительстве, но и в промышленном.

BIM-система Renga интересная и очень перспективная программа. В современной версии можно с достаточно большой степенью автоматизации проектировать дома, цеха и единичные площадные объекты. Стоит отдельно отметить легкий, интуитивно понятный интерфейс.

Проектирование инженерных коммуникаций в программе Renga также высоко автоматизировано, но ориентировано в основном на бытовые, небольшие участки проектирования, поэтому многие вещи приходится дорабатывать вручную, настраивать свои таблицы, заготовки чертежей.

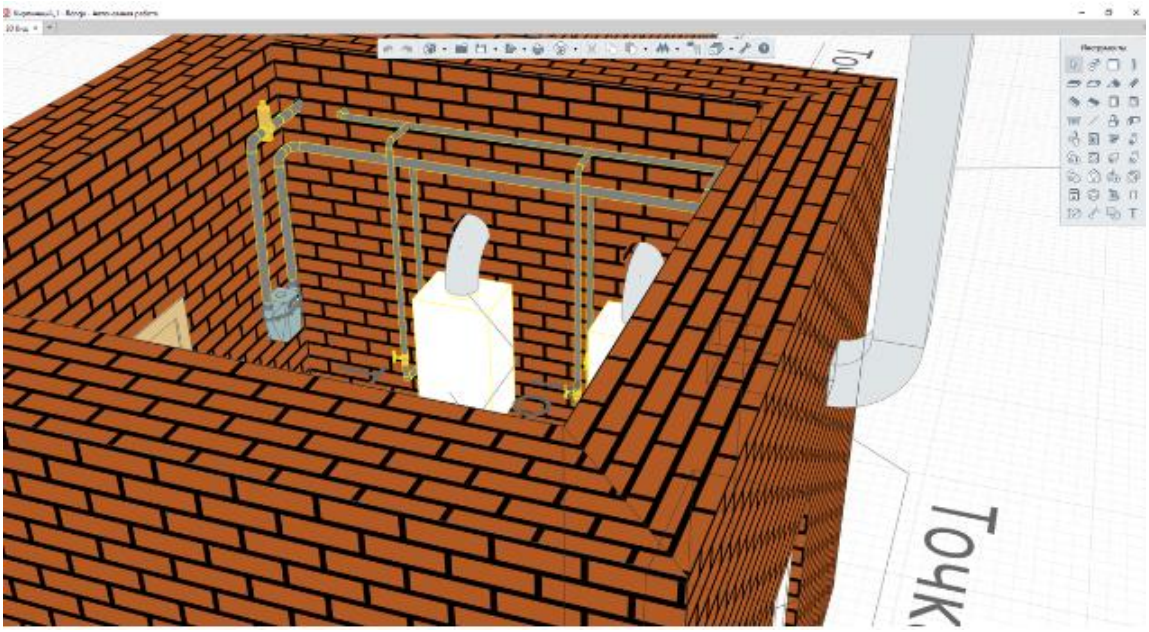


Рис. 3 – Фрагмент топочной (в цвете)

Преимущества моделирования:

1. Высокая точность: Моделирование позволяет получить точные результаты, которые трудно получить экспериментальным путем.

2. Экономичность: Моделирование позволяет избежать дорогостоящих ошибок при проектировании и строительстве.

3. Гибкость: Модель можно легко изменять и адаптировать к различным условиям.

Моделирование внутреннего газопровода – это мощный инструмент, который позволяет повысить безопасность и эффективность газовых систем. Несмотря на некоторые ограничения, моделирование является незаменимым инструментом для проектировщиков и инженеров [1].

Основные нормативные требования к проектированию и устройству различных установок газоснабжения прописаны в [2, 3].

Современные тенденции проектирования систем внутреннего пожаротушения с помощью nanoCAD и Renga приведены в [4, 5].

Список литературы

1. Бунин, Н.С. Параметрическое конструирование сети газоснабжения в программном комплексе ZULUGIS 8.0. / Н.С. Бунин, И.А. Бахтина, Н.Н. Басманов. В сборнике: Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы. Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 2022. – С. 168-173.

2. Свод правил: СП 402.1325800.2018. Здания жилые. Правила проектирования систем газопотребления. Дата введения 2019-06-06. – Москва: Стандартинформ, 2019.

3. Свод правил: СП 62.13330.2011. СНиП 42-01-2002 Газораспределительные системы (с изменениями №1, 2, 3, 4). Дата введения 2013-01-01. – Минстрой России, 2020.

4. Суворов Н.А. Спроектировать раздел газоснабжения? Лучше в nanoCAD ВК – 2020. [электронный ресурс] – URL: https://habr.com/ru/companies/nanosoft/articles/525458/ (дата обращения: 21.10.2024)

5. Олейников Д.С. Технологии настоящего: в BIM/ТИМ-системе Renga создана цифровая информационная модель газопровода – 2023. [электронный ресурс] – URL: https://clck.ru/3E6Wrb (дата обращения: 21.10.2024)

УДК 697.9

ВИДЫ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ПРИТОЧНЫХ УСТАНОВОК

Е.М. Киселев[1], И.А. Бахтина[1], Н.В. Гейко[2]

[1]Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

[2]Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Аннотация. Рассмотрены виды приточных установок, их конструктивные элементы, принципы работы и области применения.

Ключевые слова: приточная установка, монтаж вентиляционной установки, виды приточных установок.

TYPES OF VENTILATION SUPPLY UNITS

E.M. Kiselyov[1], I.A. Bakhtina[1], N.V. Geiko[2]

[1]Altai State Technical University named after I.I. Polzunova

[2]Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the federal government's budget educational institution of higher education "Altai State Technical University named after I.I. Polzunova"

Annotation. The types of supply air units, their structural elements, principles of operation and applications are considered.

Keywords: supply installation, installation of a ventilation system, types of supply installations.

Устройство приточной установки и принцип работы

Вентиляционная система — это конструктор, который состоит из ключевых элементов. Ниже рассмотрим, из чего состоит приточная установка:

1. Вентилятор, без него не сможет работать ни одна система с механическим приводом. Даже самая простейшая.

2. Воздушный клапан, блокирует проникновение воздуха в систему, когда вентиляция выключена.

3. Фильтры, свежий воздух не значит чистый. Особенно в условиях мегаполиса. Пыль, грязь, выхлопные газы, насекомые и пыльца не должны попадать в помещение. С этой целью устанавливают фильтры.

4. Калориферы (нагреватели и охладители), если за окном -30 (или +30°С), то воздух сначала нужно подогреть или охладить.

5. Шумоглушитель, так как вентиляторы работают громко, нужно снизить уровень шума.

Виды приточных установок [1]:

1) Наборные установки (рисунок 1).

Эти агрегаты собираются как конструктор. Детали могут быть разных производителей. Популярность этих устройств вызвана спросом на бюджетное оборудование. В инженерные компании часто обращаются заказчики с просьбой подобрать вариант подешевле. У инженера в этой ситуации один выход – собрать недорогие компоненты в работающую систему. Минус этой установки в ее ненадежности. Завтра может полететь один компонент, послезавтра другой, и никто не понесет ответственности. оплаты и при возникновении сбоев не торопятся устранять причину.

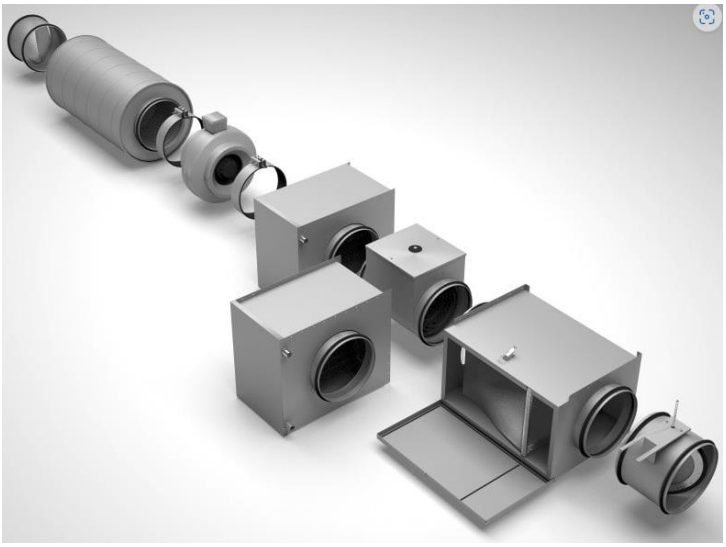


Рис. 1 – Наборная установка

2) Бытовые приточные вентиляционные установки

Для небольшой квартиры достаточно бризера. Данный прибор стоит недорого и монтируется в стену, также оборудован фильтром и нагревателем. Для больших квартир, коттеджей и загородных домов проектируется и устанавливается канальная система вентиляции.

Приточные установки могут быть наборными (модульными) и собираться по частям, как конструктор, непосредственно на месте их установки, либо моноблочными, в которых все рабочие элементы и комплектующие заключены в единый звукоизолированный корпус (рисунок 2).

Монтаж приточной вентиляционной установки [2].

Существует несколько локаций и способов размещения приточных установок:

- На крыше - эту локацию выбирают при монтаже вентиляции в крупных торговых и бизнес-центрах, производственных помещениях, административных учреждения, спорткомплексах;
- На стенах - негабаритные агрегаты можно размещать на стене в техническом или подсобном помещении;
- На полу - приточные установки часто устанавливают на полу и в чердачных помещениях.

Рис. 2 – Приточная установка (модульная)

Для квартиры наиболее оптимальной приточной вентиляционной установкой является моноблочная установка. Ее основными достоинствами являются компактные размеры, бесшумность работы, кроме того данная установка не требует проведения дорогостоящих проектных и расчетных работ и специализированной пуско-наладки.

Промышленные и полупромышленные приточные установки имеют более масштабные размеры, поэтому чтобы рационально и экономно использовать пространство, такие вентиляционные установки, как правило, размещают на крыше или в технических помещениях, вент-камерах и т.д.

Приточные установки также могут работать на предварительное охлаждение (приточная установка с охлаждением) или нагрев воздуха перед подачей в помещение, или совмещать в себе две функции сразу (приточная установка с охлаждением и нагревом). Для этих целей в оборудовании предусматривают секции обогрева и/или охлаждения.

1) Приточно-вытяжные вентиляционные установки с рекуператором

Наиболее энергоэффективными сегодня являются вентиляционные установки с рекуперацией тепла. Рекуператоры позволяют увеличить КПД вентиляции помещения, поэтому их использование экономически оправдано. Типы установок необходимо учитывать при их моделировании [3].

Принцип работы рекуператора заключается в том, что вместо бесполезного выброса в атмосферу уже отработанного и нагретого воздуха, он извлекает из него тепло и вновь пускает на подогрев поступающих приточных масс. В летний сезон, установки с рекуператором работают на охлаждение приточного теплого воздуха посредством более прохладного исходящего (рисунок 3). Грубо говоря, рекуператор позволяет практически бесплатно сохранять тепло и, соответственно, ваши средства для оплаты электроэнергии.

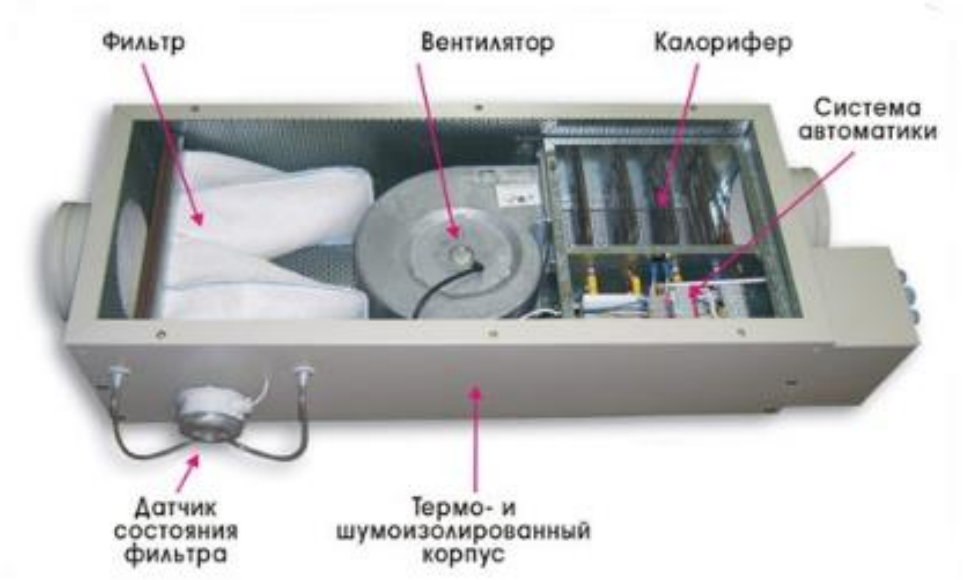


Рис. 3 – Моноблочная приточная установка

Рис. 3 – Приточная установка с рекуператором

Список литературы

1. Вентиляционные установки [Электронный ресурс]: Вентиляционные

установки: электрон. ресурс. URL: https://www.ads-vent.ru/ (дата обращения 19.10.2024)

2. Что такое системы вентиляции. [Электронный ресурс]: Что такое системы вентиляции: электрон. ресурс. URL: https://veir.ru/blog/sistemy-ventilyatsii-kak-vybrat/ (дата обращения 19.10.2024)

3. Матвеев, К.В. Преимущества и особенности проектирования систем вентиляции с применением BIM технологий / К.В. Матвеев, И.А. Бахтина, Н.В. Гейко // В сборнике: Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы. Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции. – Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 2021. – С. 221-226.

УДК 696.1:004.94

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ

В.А. Коробка[1], И.А. Бахтина[1], А.Н. Корнеев[2]

[1]Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

[2]Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Аннотация. Рассмотрен состав внутренних водопровод здания, конструкция основных элементов и приведены основные этапы моделирования систем водоснабжения.

Ключевые слова: система водоснабжения, BIM-технологии, проектирование систем, информационная модель, этапы моделирования.

MODELING OF BUILDING WATER SUPPLY SYSTEMS

V.A. Korobka[1], I.A. Bakhtina[1], A.N. Korneev[2]

[1]Altai State Technical University named after I.I. Polzunova

[2]Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the federal government's budget educational institution of higher education "Altai State Technical University named after I.I. Polzunova"

Annotation. The composition of the building's internal water pipes, the design of the main elements are considered and the main stages of modeling water supply systems are given.

Keywords: water supply system, BIM technologies, system design, information model, modeling stages.

Системой водоснабжения здания или отдельного объекта называют совокупность устройств, обеспечивающих получение воды из наружного водопровода и подачу ее под напором к водоразборным устройствам, расположенным внутри здания или объекта. Система холодного водоснабжения, называемая обычно внутренним водопроводом, состоит из следующих устройств: ввода (одного или нескольких), водомерного узла (одного или нескольких), сети магистралей, распределительных трубопроводов

и подводок к водоразборным устройствам, арматуры. В отдельных случаях в систему включают установки для повышения напора, а также установки для дополнительной обработки воды (умягчения, обесцвечивания, обезжелезивания и др.).

По назначению системы водоснабжения зданий подразделяют на хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные. Проектирование и моделирование систем производится с применением нормативно-технической документации [1 – 3].

BIM – технологии это инновационный подход к проектированию инженерных коммуникаций. Модель создаваемая в процессе содержит в себе всю информацию о проектируемом объекте. BIM – модель позволяет в любой момент подключиться и учесть прилегающие объекты инфраструктуры, значительно уменьшая вероятность ошибок на строительной площадке.

Системы водоснабжения являются неотъемлемой частью инфраструктуры жилого дома или отдельного объекта. Эффективное моделирование таких систем позволяет обеспечить надежное и бесперебойное водоснабжение, минимизируя затраты и время на обслуживание.

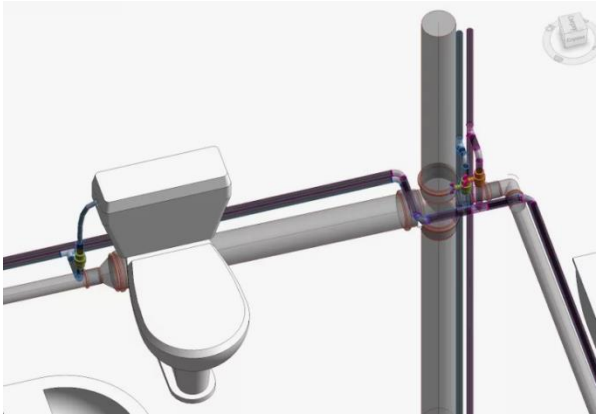


Рис. 1 – Моделирование систем водоснабжения в 3D виде

Существует несколько этапов моделирования систем водоснабжения (рисунок 1).

1. Сбор данных это начальный этап включает в себя изучение потребностей жильцов, анализ имеющейся инфраструктуры, геологических условиях и всей необходимой документации для создания проекта.

2. Гидравлический расчёт. Для нормальной работы внутреннего водопровода на вводе в здание должен быть создан такой напор (требуемый), который обеспечивал бы подачу нормативного расхода воды к наиболее высокорасположенному и наиболее удаленному от ввода (диктующему) водоразборному устройству и покрывал бы потери напора на преодоление сопротивлений по пути движения воды. Поэтому и производятся специальные расчеты потоков и давления в системе.

3. Проектирование системы – на этом этапе разрабатываются чертежи, схемы расположения трубопроводов и оборудования, выбираются материалы, подбираются диаметры труб (исходя из гидравлического расчета), учитываются все нормы и правила, приведенные в нормативной документации (рисунок 2).

4. Оптимизация. На данном этапе систему можно оптимизировать для снижения затрат на эксплуатацию. Например, можно рассмотреть использование насосов с изменяемой производительностью или установить системы автоматизации.

Моделирование систем водоснабжения жилых зданий или отдельных объектов – это сложный, но необходимый процесс, который требует комплексного подхода и применения современных энергоэффективных технологий [4]. Эффективная система водоснабжения не только повышает комфорт жильцов, но и способствует качественному использованию ресурсов снижая затраты на коммунальные услуги и минимизации аварийных случаев.

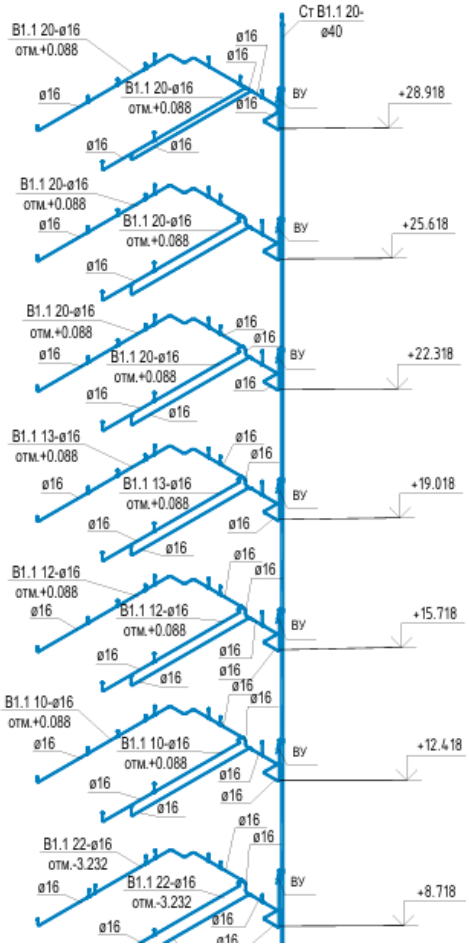


Рис. 2 – Модель стояка холодного водоснабжения

Список литературы

1. Свод правил: СП 30.13330.2020. Внутренний водопровод и канализация

зданий. Дата введения: 2021-07-01. – Москва: Минстрой, 2020.

2. Свод правил: СП 40-102-2000. Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации и полимерных материалов. Дата введения: 2000-09-01. – Москва, 2000.

3. ГОСТ 21.601-2011. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации внутренних систем водоснабжения и канализации. Дата введения: 2013-05-01. – Москва, 2013.

4. Довгаль, А.Н. Основные мероприятия энергосбережения в системах водоснабжения и водоотведения / А.Н. Довгаль, М.В. Пантелеев, И.А. Бахтина // В сборнике: Наука и молодежь. Материалы XVII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (01-05 июня 2020 года, г. Барнаул) : в 8 ч. – Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 2020. – С. 107-109.

УДК 696.1

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАБОТ ПО КАПИТАЛЬНОМУ РЕМОНТУ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

С.Н. Маняк[1], И.А. Бахтина[1], Т.Ю. Иванова[1], А.Н. Корнеев[2]

[1]Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

[2]Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Аннотация. Рассмотрены основные виды работ по капитальному ремонту системы внутреннего водоснабжения, основы составления сметы на капитальный ремонт.

Ключевые слова: система водоснабжения, гидравлический расчет, капитальный ремонт, локально-сметный расчет, дефектная ведомость.

CONSTRUCTION OF A FIRE-FIGHTING WATER SUPPLY SYSTEM WITH FIRE-FIGHTING CAPS

S.N. Manyak [1], I.A. Bakhtina[1], T.Y. Ivanova[1], A.N. Korneev[2]

[1]Altai State Technical University named after I.I. Polzunova

[2]Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the federal government's budget educational institution of higher education "Altai State Technical University named after I.I. Polzunova"

Annotation. The main types of work on the overhaul of the internal water supply system, the basics of budgeting for major repairs are considered.

Keywords: water supply system, hydraulic calculation, major repairs, local estimates, defective statement.

При износе инженерных систем возникает необходимость их капитального ремонта. Для выполнения капитального ремонта требуется выполнить локально-сметный расчет. В настоящей работе данные работы рассмотрены на примере четырехэтажного общежития.

Исходные условия эксплуатации системы водоснабжения в

четырехэтажном общежитии заключаются в том, что на каждом этаже от одного стояка диаметром трубы 32 мм запитано по 25 санитарно-технических приборов. Водоразбор в течение дня происходит неравномерно, с пиковыми утренними и вечерними нагрузками на систему водоснабжения. При таких условиях водопотребления отсутствовал напор на третьем и четвертом этажах.

Повышающий насос, установленный на 2 этаже, не обеспечивал требуемый напор. Для обеспечения нормальной работы всех санитарно-технических приборов принято решение по замене трубопровода.

Длина трубопроводов, высота здания и количество потребителей приняты исходя из технического плана (рисунок 1). Диаметр стояков подобран на основании гидравлического расчета системы водоснабжения.

К системе холодного водоснабжения подключены следующие устройства: краны для смывных бачков и стиральных машин, писсуары, смесители для умывальников и душей. Число потребителей на одном стояке составляет 100 единиц.

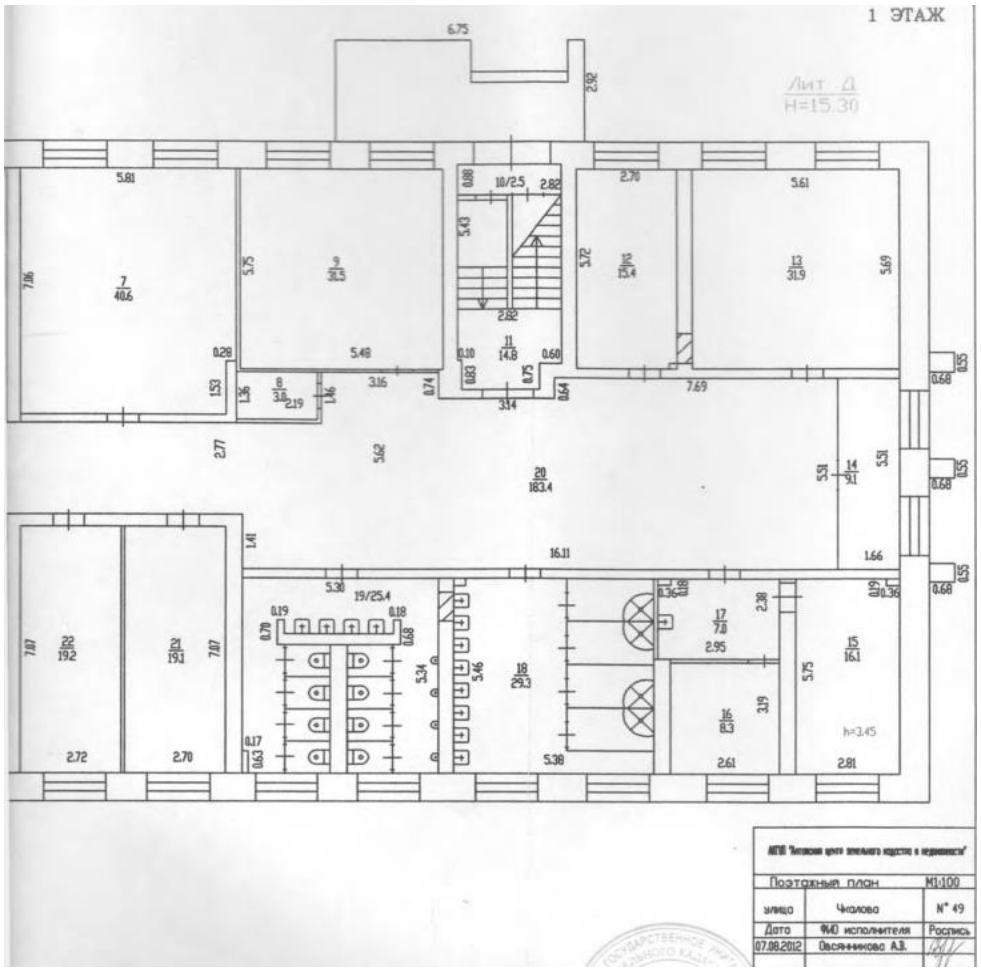


Рис. 1 – Поэтажный план общежития

При диаметре трубы 32 мм, а на верхних этажах 25 мм, пропускная способность составляет 0,18 л/с, при потребности в 0,9 литра.

Основные требования к проектированию внутренних систем водоснабжения и водоотведения приведены в СП 30.13330.2020, согласно которому, при расчете систем хозяйственно-питьевого и производственного водопроводов следует обеспечивать необходимый напор (давление) воды у санитарных приборов и технологического оборудования, расположенных в самой высокой или удаленной от ввода части здания. Гидравлический расчет системы холодного водоснабжения следует проводить по максимальному секундному расходу воды.

Целью гидравлического расчёта является определение экономичных диаметров труб для пропуска расчётного расхода воды.

По результатам гидравлического расчета для системы водоснабжения подобраны армированные полипропиленовые трубы диаметром: 20, 25, 32,40 и 50 мм.

В целях определения объемов работ по замене трубопровода составлена схема прокладки труб (рисунок 2) и подключения к существующей внутренней разводке.

На основании аксонометрической схемы произведён расчет необходимых материалов, результаты которого приведены в дефектной ведомости (рисунок 3).

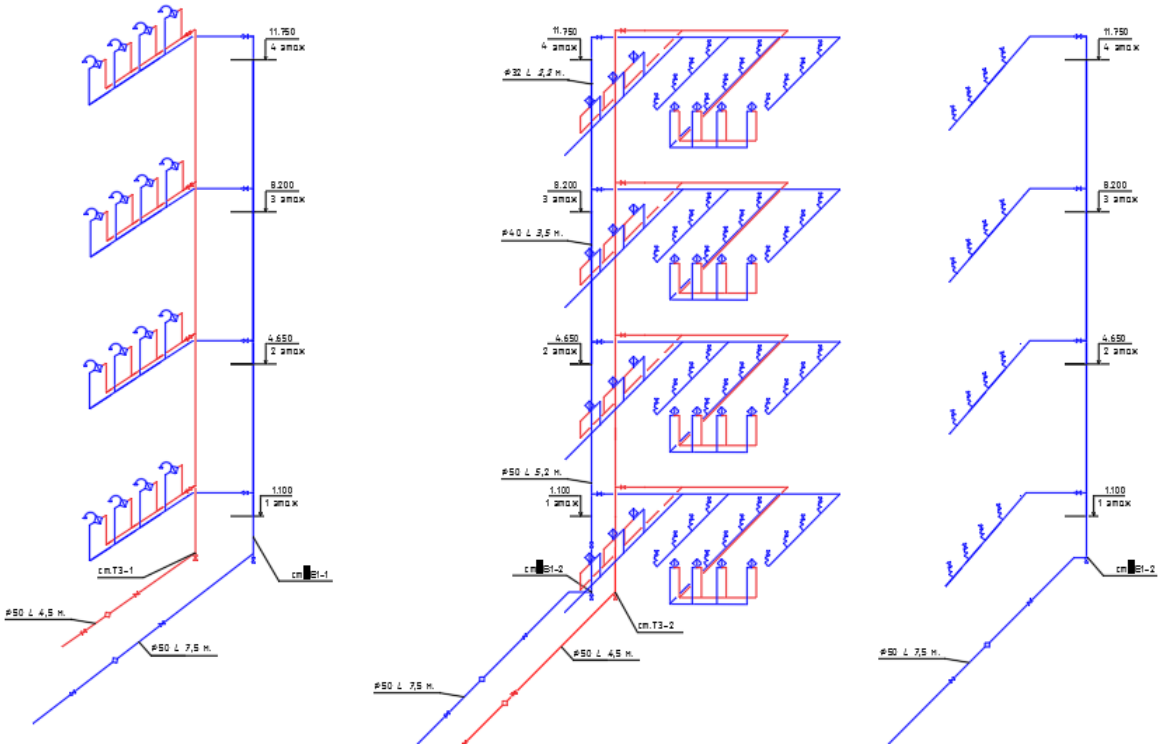


Рис. 2 – Схема прокладки трубопроводов

Дефектная ведомость № 1.1
на Текущий ремонт водопровода в здании общежития

№ п.п	Шифр норматива	Наименование работ и затрат	Ед. изм.	Кол-во
1	2	3	4	5
14	24.3.05.07-0126	Муфта полипропиленовая комбинированная разъемная, с наружной резьбой, номинальный наружный диаметр 63 мм, размер резьбы 2"	шт	4
15	24.3.05.07-0146	Муфта полипропиленовая переходная, номинальный наружный диаметр 75х63 мм	шт	5
16	18.1.09.07-0025	Кран шаровой полипропиленовой, присоединение к трубопроводу под приварку, номинальное давление 2,0 МПа, номинальный диаметр 50 мм	шт	4
17	24.3.05.07-0157	Муфта полипропиленовая соединительная, номинальный наружный диаметр 75 мм	шт	11
18	24.3.05.15-0197	Тройник полипропиленовый, диаметр 75 мм	шт	1
19	24.3.05.15-0165	Тройник полипропиленовый переходной, номинальный наружный диаметр 75х40х75 мм	шт	17
20	24.3.05.16-0136	Угольник 90° из сополимера полипропилена PP-R, наружный диаметр 75 мм	шт	9

Рис. 3 – Дефектная ведомость

В целях определения стоимости ремонтных работ на основании схемы расположения трубопроводов, дефектной ведомости и технологии производства работ в программном комплексе РИК составлен локальный сметный расчет (рисунок 4).

Определение расчетной стоимости капитального ремонта осуществляется с применением сметных нормативов, включенных в федеральный реестр сметных нормативов, подлежащих применению при определении сметной стоимости объектов капитального строительства, строительство которых финансируется за счет средств федерального бюджета.

+	№	Шифр	Кол-во	Ед. изм.	Наименование работ и затрат	Ст-ть единицы	Прямые затраты	оплата труда рабочих
		Раздел			ДЕМОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ			
	1	ГЭСНр 63-03-001-05	0.1962	100 м2	Разборка облицовки стен: из керамических глазурованных плиток	21 116.31	4 143.02	4 071.10
	2	ГЭСНр 63-03-004-01	0.1962	100 м2	Разборка облицовки из гипсокартонных листов: стен и перегородок	2 307.85	452.80	438.77
	3	ГЭСН 16-04-004-01	0.072	100 м	Демонтаж внутренних трубопроводов канализации из полипропиленовых труб диаметром: 50 мм	8 031.94	578.30	573.93
	4	ГЭСНр 65-01-001-04	0.4747	100 м	Разборка трубопроводов из водогазопроводных труб диаметром: свыше 40 до 50 мм	15 860.16	7 528.82	7 129.25
	5	ГЭСН 46-03-001-15	0.04	100 отверст	Сверление установками алмазного бурения в железобетонных конструкциях вертикальных отверстий	108 011.25	4 320.45	428.65
		Раздел			ВОДОПРОВОД ПОДВАЛ			
		Примечание			Прокладка трубопроводов горячего водоснабжения			
	6	ГЭСН 16-07-003-06	1.0	шт	Врезка в действующие внутренние сети трубопроводов отопления и водоснабжения диаметром: 50 мм	2 411.52	2 411.52	1 918.73
	7	ГЭСН 16-05-001-02	1.0	шт	Установка кранов проходных на трубопроводах из стальных труб диаметром: до 50 мм	714.72	714.72	472.11
	8	18.1.09.06-0056	1.0	шт	Кран шаровой латунный 11Б41п, присоединение к трубопроводу муфтовое, номинальное давление 1,6 МПа,	1 244.09	1 244.09	
	9	23.5.02.02-1142	0.3	м	Трубы стальные электросварные прямошовные из стали марки 20, наружный диаметр 57 мм, толщина стенки 2 мм	253.34	76.00	
	10	ГЭСН 18-06-007-04	0.1	10 шт	Установка фильтров диаметром: 50 мм	3 768.10	376.81	299.18
	11	ТЦ_18.2.08.08_22_2225015842	1.0	шт.	Фильтр муфтовый латунный сетчатый для очистки воды, номинальное давление 1,6 МПа, номинальный диаметр 50	1 773.33	1 773.33	
	12	ТЦ_23.8.03.04_77_7724452117	1.0	шт.	Ниппель латунный Ду50 никель	384.17	384.17	

Рис. 4 – Смета в программном комплексе РИК

Расчет производится в текущих ценах с учетом региона местонахождения заказчика и устанавливается в «Параметрах расчета сметы» (рисунок 5).

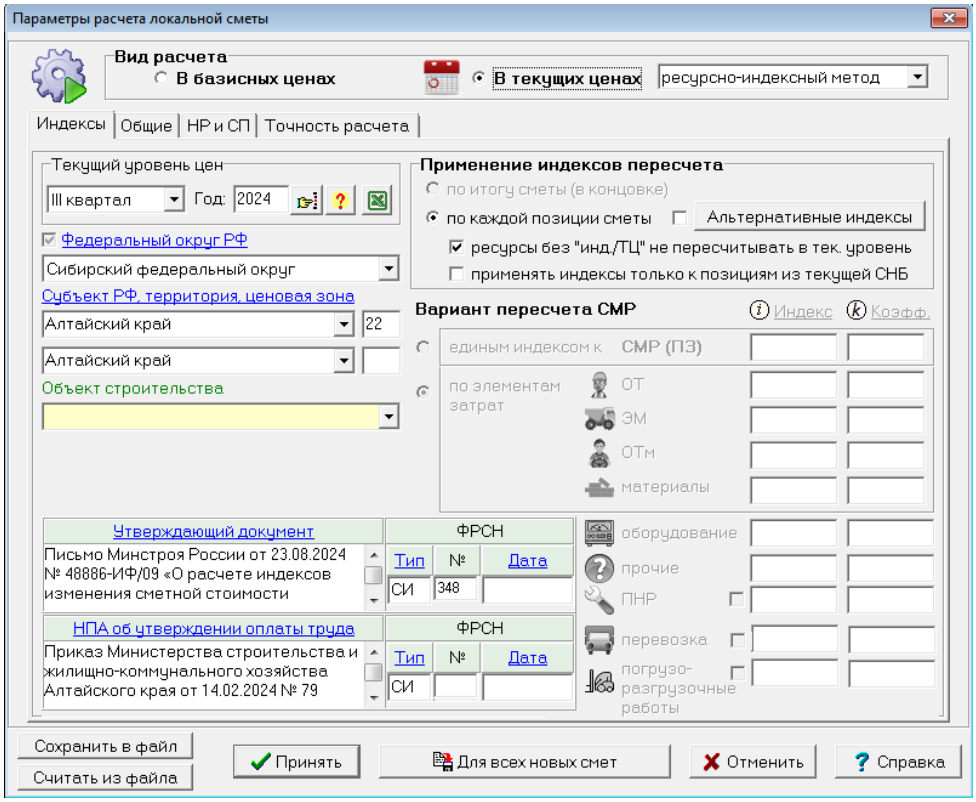


Рис. 5 – Параметры расчета локальной сметы

Расценки на те или иные работы и материалы утверждены государственными элементными сметными нормами на строительные и специальные строительные работы и содержатся в справочниках программного комплекса (рисунок 6).

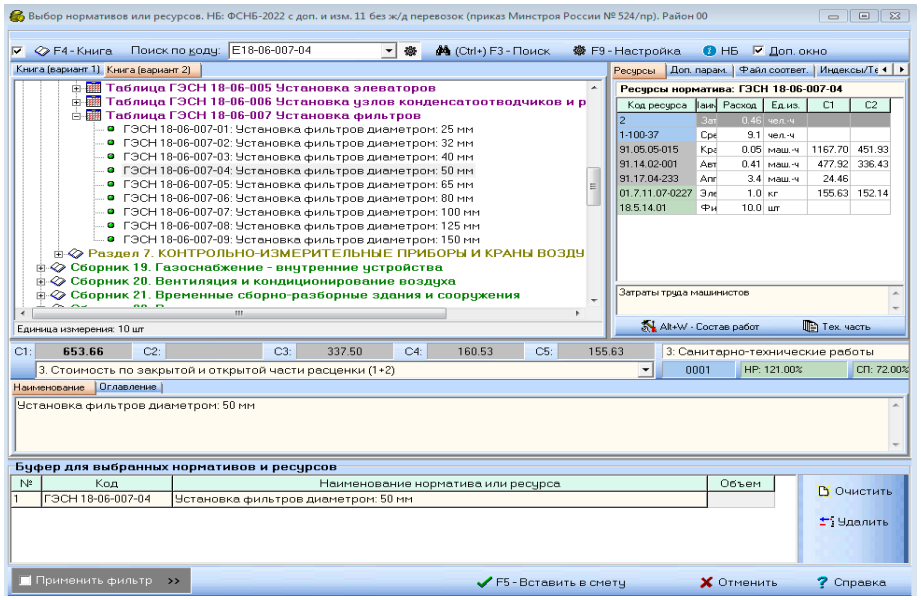
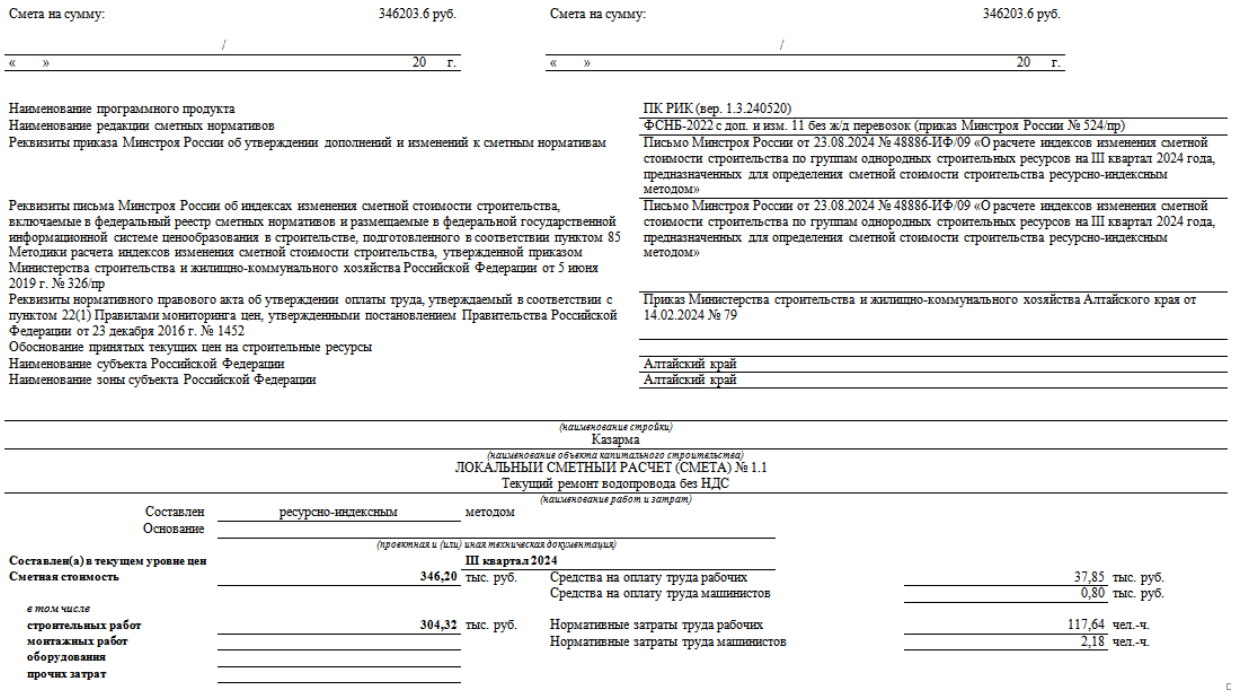


Рис. 6 – Справочники программного комплекса РИК

Выходная форма программного комплекса, являющаяся обоснованием цены строительных работ – локальный сметный расчет (рисунок 7) [3], на основании которого заключен государственный контракт на капитальный ремонт системы водоснабжения.



Смета на сумму: 346203.6 руб.

/

« » 20 г.

Смета на сумму: 346203.6 руб.

/

« » 20 г.

Наименование программного продукта	ПК РИК (вер. 1.3.240520)
Наименование редакции сметных нормативов	ФСНБ-2022 с доп. и изм. 11 без ж/д перевозок (приказ Минстроя России № 524/пр)
Реквизиты приказа Минстроя России об утверждении дополнений и изменений к сметным нормативам	Письмо Минстроя России от 23.08.2024 № 48886-ИФ/09 «О расчете индексов изменения сметной стоимости строительства по группам однородных строительных ресурсов на III квартал 2024 года, предназначенных для определения сметной стоимости строительства ресурсно-индексным методом»
Реквизиты письма Минстроя России об индексах изменения сметной стоимости строительства, включаемые в федеральный реестр сметных нормативов и размещаемые в федеральной государственной информационной системе ценообразования в строительстве, подготовленного в соответствии пунктом 85 Методики расчета индексов изменения сметной стоимости строительства, утвержденной приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 5 июня 2019 г. № 326/пр	Письмо Минстроя России от 23.08.2024 № 48886-ИФ/09 «О расчете индексов изменения сметной стоимости строительства по группам однородных строительных ресурсов на III квартал 2024 года, предназначенных для определения сметной стоимости строительства ресурсно-индексным методом»
Реквизиты нормативного правового акта об утверждении оплаты труда, утверждаемый в соответствии с пунктом 22(1) Правилами мониторинга цен, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 23 декабря 2016 г. № 1452	Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Алтайского края от 14.02.2024 № 79
Обоснование принятых текущих цен на строительные ресурсы	
Наименование субъекта Российской Федерации	Алтайский край
Наименование зоны субъекта Российской Федерации	Алтайский край

(наименование стройки)
Казарма
(наименование объекта капитального строительства)
ЛОКАЛЬНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ (СМЕТА) № 1.1
Текущий ремонт водопровода без НДС
(наименование работ и затрат)

Составлен ресурсно-индексным методом
Основание
(проектная и (или) иная техническая документация)

Составлен(а) в текущем уровне цен **III квартал 2024**

Сметная стоимость	**346,20**	тыс. руб.	Средства на оплату труда рабочих	37,85	тыс. руб.
			Средства на оплату труда машинистов	0,80	тыс. руб.
в том числе					
строительных работ	**304,32**	тыс. руб.	Нормативные затраты труда рабочих	117,64	чел.-ч.
монтажных работ			Нормативные затраты труда машинистов	2,18	чел.-ч.
оборудования					
прочих затрат					

Рис.7 – Локальный сметный расчет

Список литературы

1. Свод правил: СП 30.13330.2020. Внутренний водопровод и канализация зданий. Дата введения: 2021-07-01. – Москва: Минстрой, 2020.

2. ГОСТ 21.601-2011. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации внутренних систем водоснабжения и канализации. Дата введения: 2013-05-01. – Москва, 2013.

3. Чудина, А.А. Виды повреждений и дефектов блочных зданий / А.А. Чудина, И.А. Бахтина, А.Н. Корнеев // В сборнике: Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы. Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 2022. – С. 219-225.

УДК 624.011.1

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ДЕРЕВЯННОЙ БАЛКИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СТЕРЖНЕВЫХ, ПЛАСТИНЧАТЫХ И ОБЪЕМНЫХ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

О.А. Михайленко

Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Аннотация. Представлены результаты исследования работы деревянной балки на примере трех ее конечно-элементных моделей (с описанием их создания): стержневой, пластинчатой (из конечных элементов оболочки) и объемной (из пространственных конечных элементов). Исходные данные (расчетная схема, пролет, параметры сечения, характер и величина нагрузки) во всех моделях приняты одинаковыми. В пластинчатой и объемной расчетных моделях учтена анизотропия жесткостных характеристик древесины. Представлен некоторый сопоставительный анализ результатов автоматизированного расчета трех моделей и даны практические рекомендации по их применению.

Ключевые слова: деревянная балка, численное моделирование, стержневые конечные элементы, пластинчатые конечные элементы, объемные конечные элементы, анизотропия древесины.

SIMULATION OF THE OPERATION OF A WOODEN BEAM USING ROD, PLATE AND VOLUMERIUM FINITE ELEMENTS

O.A. Mikhailenko

Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the federal government's budget educational institution of higher education "Altai State Technical University named after I.I. Polzunova"

Annotation. The article presents the results of a study of the operation of a wooden beam using three of its finite element models (with a description of their creation): rod, plate (from shell finite elements) and volumetric (from spatial finite elements). The initial data (calculation scheme, span, section parameters, nature and magnitude of the load) are assumed to be the same in all models. The plate and volumetric calculation models take into account the anisotropy of the rigidity

characteristics of wood. Some comparative analysis of the results of automated calculation of the three models is presented and practical recommendations for their application are given.

Keywords: wooden beam, numerical modeling, bar finite elements, plate finite elements, volume finite elements, wood anisotropy.

Балки и балочные конструкции (например, в системе балочных клеток), выполняемые из древесины (цельной или клееной), являются одними из основных и наиболее распространенных строительных элементов, работающих на изгиб. Их используют в междуэтажных и чердачных перекрытиях, в качестве прогонов покрытия скатных и плоских кровель. Кроме того деревянные балки могут являться основными несущими стропильными конструкциями и пролетными строениями мостов и т.д. Таким образом, пролеты деревянных (в том числе, дощатоклееных) балок могут быть как небольшими (1,5 ÷ 6 метров), так и значительными (18 метров и более) [1-4].

В строительных нормах [5] представлена методика проектирования деревянных балок по двум группам предельных состояний с учетом разного рода факторов. Альтернативой этому может быть автоматизированное проектирование с использованием программных средств на базе метода конечных элементов (МКЭ) [6]. Программные средства, в данном случае, можно использовать как для практических проектных расчетов, так и для численных исследований напряженно-деформированного состояния (НДС) древесины балок. Следует отметить, одну и ту же проектную или исследовательскую задачу здесь можно решить, используя разные конечно-элементные модели: стержневую, пластинчатую и объемную.

Задание

На основании исходных данных в ПК ЛИРА-САПР [6] требуется создать три расчетные модели деревянной (дощатоклееной) балки:

1) пространственная стержневая модель (древесина – изотропный материал);

2) пластинчатая анизотропная модель (древесина – ортотропный материал, согласно [7]);

3) объемная анизотропная модель (древесина – транстропный материал, согласно [7]).

По результатам расчета следует оценить напряженно-деформированное состояние (НДС) и сравнить между тремя моделями прогибы балок и главные напряжения в них, сделать вывод о влияния анизотропии свойств на НДС древесины.

Исходные данные

Вид сечения – двутавровое сечение дощатоклееной балки (рис. 1);

Пролет балки l=18м;

Шаг балок b=4,5м (необходим для определения, например, погонной нагрузки на балку);

Нагрузка q = 1100кг/м^2.

Порядок построения и расчета

1) Пространственная изотропная стержневая модель [6].

Для создания пространственной стержневой модели при создании файла задаем признак схемы 5.

Создаем геометрию пространственной стержневой модели балки в плоскости YZ с помощью процедуры задания узлов и элементов. Далее назначаем связи (X, Y, Z, Uy, Uz – на один опорный узел; X, Z, Uy, Uz – на второй опорный узел), соответствующие работе свободно лежащей балки в пространстве глобальных осей XYZ.

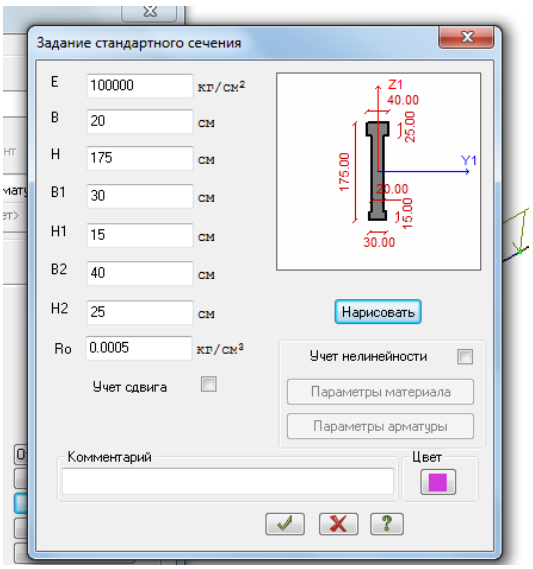


Рис. 1 –Задание жесткостных параметров сечения деревянной (дощатоклееной) балки

Задаем жесткостные параметры сечения балки. Величину модуля упругости принимаем равной 100 000 кг/см^2, что соответствует модулю упругости древесины вдоль волокон [5] (рис. 1).

В соответствии с исходными данными, назначаем нагрузку, приводя ее к погонной равномерно распределенной на стержни (1100 кг/м^2 х 4.5м = 4950 кг/м) [8]. Добавляем собственный вес балки.

Полученная расчетная схема стержневой модели балки показана на рис. 2.

По результату расчета прогиб стержневой модели деревянной балки составил 55.8 мм (рис. 3).

Максимальные главные напряжения, возникающие в середине балки составили 151.78 кг/см^2.

2) Пластинчатая анизотропная (ортотропная) модель [6].

На основе исходных данных создаем геометрию балки с помощью процедуры создания узлов, а затем создания стержневых элементов в шаблоне сечения балки. Шаг разбиения принимаем 5 см. Далее используем команду создания объекта, полученного перемещением или вращением образующей. В

дальнейшем, удаляем стержневые элементы в шаблоне сечения.

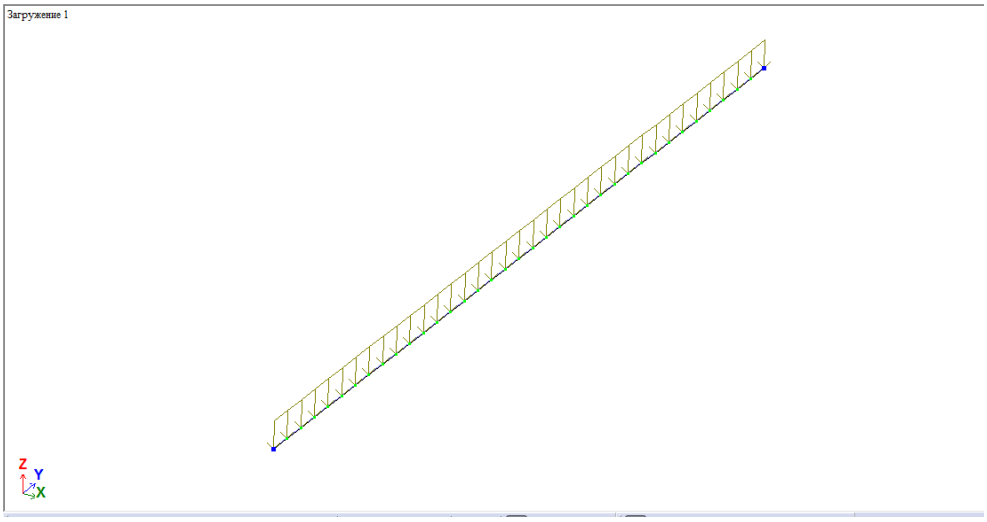


Рис. 2 – Расчетная схема стержневой изотропной модели балки

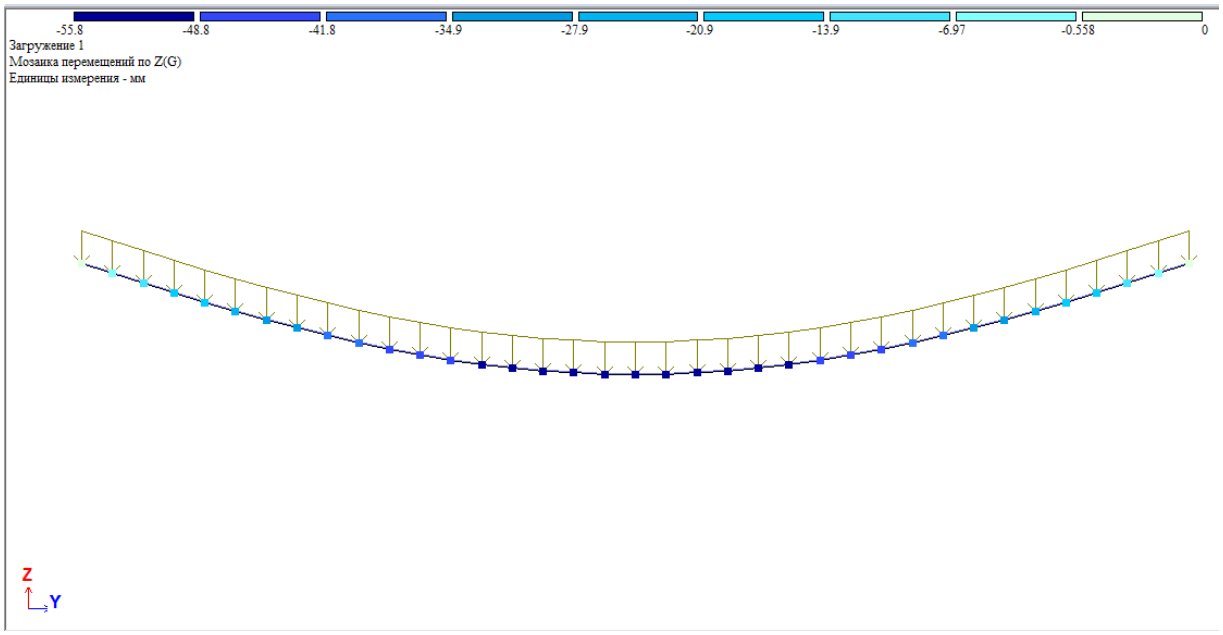


Рис. 3 – Мозаика перемещений по Z стержневой изотропной модели балки

Условия закрепления опорных узлов назначаем аналогично предыдущей модели. Назначаем жесткости. Для этого выбираем пластинчатые КЭ оболочки, различные по толщине для верхнего пояса, стенки и нижнего пояса двутаврового сечения балки. Параметры сечения соответствуют принятым в предыдущей стержневой модели. При задании жесткости учитываем ортотропию жесткостных параметров древесины с ориентацией на местные оси координат пластинчатых конечных элементов. При этом соответствующие местные оси КЭ должны быть сонаправлены. Так, например, направлению

вдоль волокон древесины соответствует местная ось X1, следовательно, задаем модуль упругости древесины воль волокон E_1=100 000кг/см^2 (в соответствии с [5]). В направлении поперек волокон древесины задаем E_2=4000кг/см^2. Задаем коэффициенты Пуассона, соответствующие направлениям поперечных деформаций и нагрузки по отношению к волокнам древесины ν_{12}= 0,018, ν_{21}= 0,45, а также модуль сдвига G=5000кг/см^2 (в соответствии с [5]).

При задании жесткостных параметров ортотропного материала должно выполняться условие упругой симметрии [7] (формируемая при расчете матрица жесткости должна быть симметричной [6]).

$$E_1 \cdot \nu_{12} = E_2 \cdot \nu_{21} \qquad (1)$$

Пространственная пластинчатая модель имеет вид, изображенный на рисунке 4.

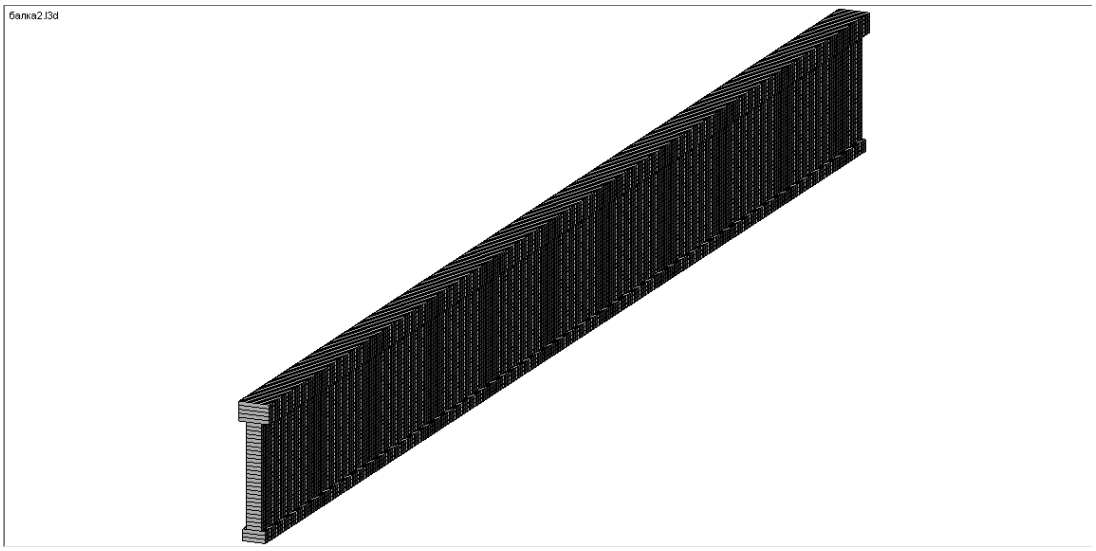


Рис. 4 – Пространственный вид (3-D) пластинчатой ортотропной модели деревянной балки

Нагрузку на балку, соответствующую исходным данным, приводим к узловой [8] и задаем на верхние узлы модели (247.5 кг на каждый узел). Добавляем собственный вес и выполняем расчет модели.

По результату расчета прогиб пластинчатой ортотропной модели деревянной балки составил 88,8 мм (рис. 5).

Максимальные главные напряжения, возникающие в середине балки составили 152 кг/см^2.

3) Объемная анизотропная модель [6].

На основе исходных данных создаем пространственную объемную расчетную модель деревянной балки. Задаем характерные узлы в поперечном сечении в плоскости XOZ и выполняем последующую триангуляцию

(разбивку) контура с шагом 5 см и образованием четырехугольных пластинчатых элементов. Таким образом, создаем шаблон поперечного сечения деревянной балки. Затем выполняем процедуру создания объекта, полученного перемещением или вращением образующей. Получаем объемную модель деревянной балки, состоящую из восьмиузловых изопараметрических пространственных конечных элементов. Удаляем четырехугольные пластинчатые конечные элементы в шаблоне.

Древесину моделируем трансверсально-изотропным (транстропным) материалом с поперечной изотропией жесткостных характеристик. Считаем, что в радиальном и тангенциальном направлении поперек волокон древесины соответствующие жесткостные параметры (модули упругости и коэффициенты поперечной деформации) одинаковы [7]. В жесткостях в соответствии с направлением местных осей конечных элементов задаем упругие характеристики в направлении вдоль и поперек волокон древесины (рис. 6).

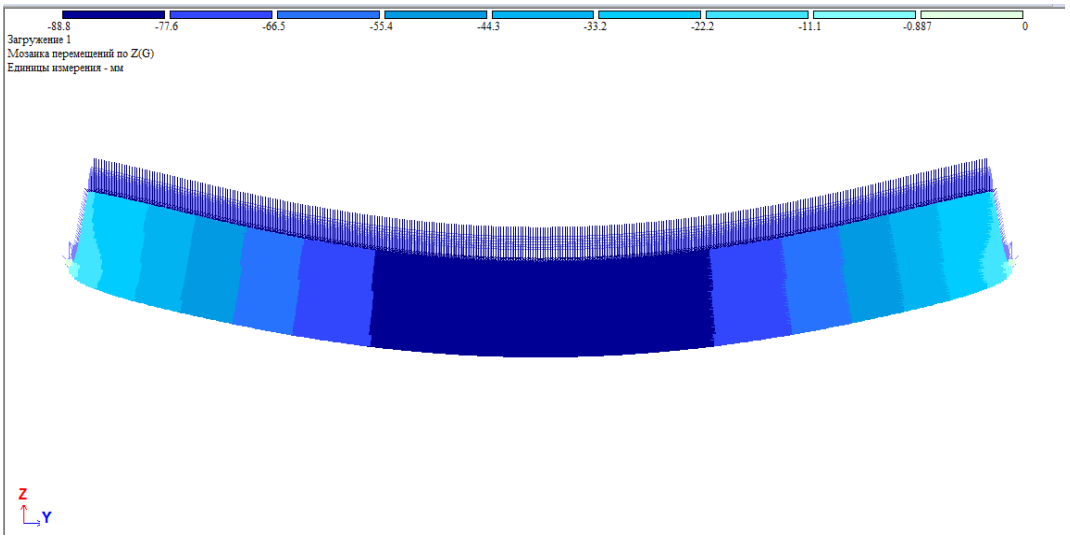


Рис. 5 – Мозаика перемещений по Z пластинчатой ортотропной модели балки

При этом обязательно местные оси конечных элементов должны быть согласованы. В данной объемной модели направлению вдоль волокон соответствует местная ось Z1 (третья ось), а радиальному и тангенциальному направлениям поперек волокон (поперечной изотропии), - оси X1 и Y1. Таким образом, в соответствии с [5], принимаем следующие жесткостные характеристики:

– модули упругости E_1=4 000кг/см^2; E_2=4000кг/см^2; E_3=100 000кг/см^2;
– коэффициенты Пуассона ν_{12}= 0,018; ν_{21}= 0,018; ν_{12}= 0,018; ν_{13}= 0,45; ν_{12}= 0,018, ν_{31}= 0,018; ν_{23}= 0,45; ν_{32}= 0,018;
– модули сдвига G_{12}= G_{13}= G_{23}=5000кг/см^2.

При этом, надо отметить, что должны выполняться условия упругой симметрии (формируемая при расчете матрица жесткости должна быть симметричной), в соответствии с [6, 7].

$$E_1 \cdot \nu_{13} = E_3 \cdot \nu_{31}, \qquad (2)$$
$$E_2 \cdot \nu_{21} = E_1 \cdot \nu_{12}, \qquad (3)$$
$$E_2 \cdot \nu_{23} = E_3 \cdot \nu_{32} \qquad (4)$$

Связи назначаем в соответствии с исходными условиями опирания, как для свободно лежащей балки.

Добавляем собственный вес балки и задаем соответствующую исходным данным узловую нагрузку на верхние узлы объемной модели [8].

Расчетная пространственная модель балки изображена на рисунке 7.

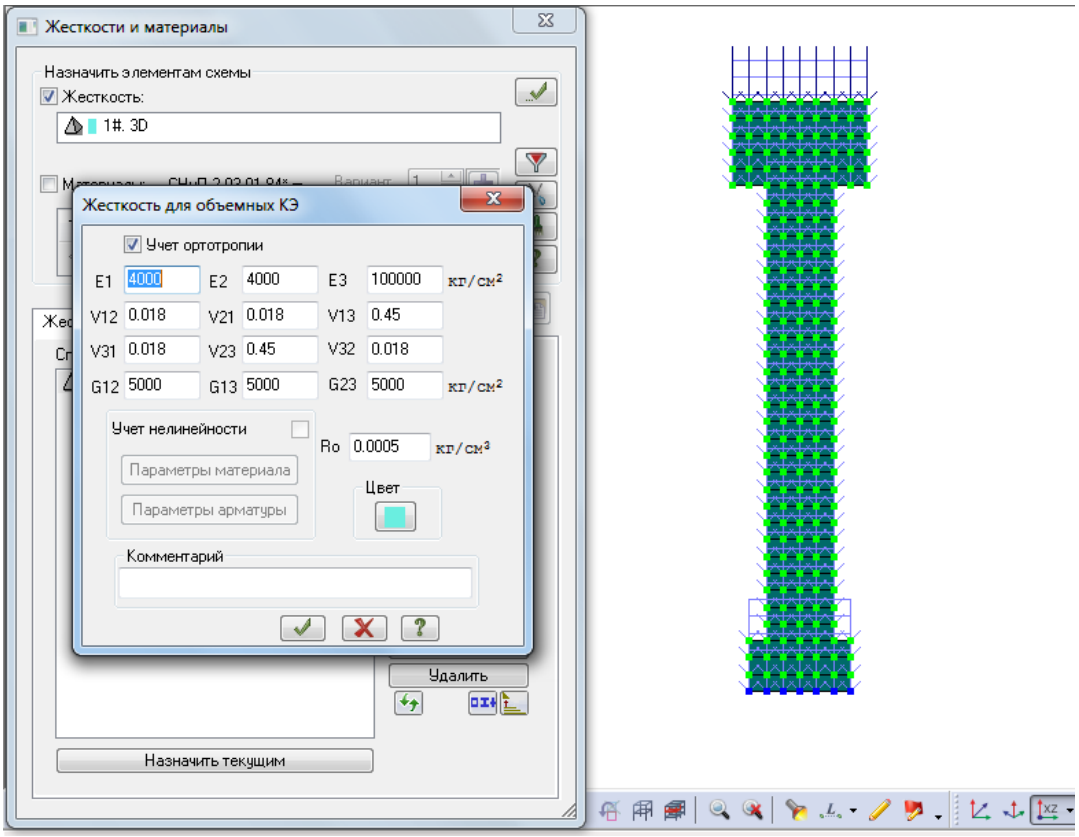


Рис. 6 – Задание жесткостных характеристик для древесины как для транстропного материала

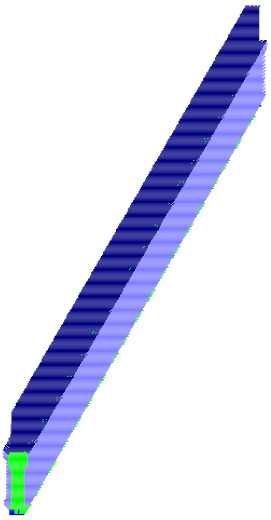


Рис. 7 – Расчетная объемная транстропная модель деревянной балки

По результату расчета прогиб объемной транстропной модели деревянной балки составил 87.8 мм (рис. 8), а максимальные главные напряжения 130 кг/см^2.

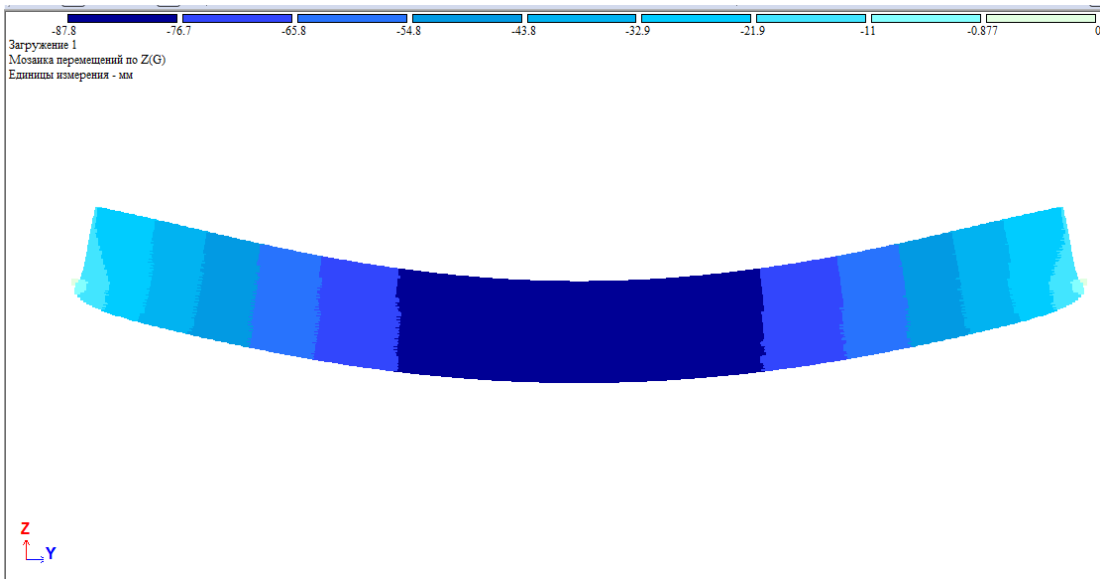


Рис. 8 – Мозаика перемещений по Z объемной транстропной модели деревянной балки

Проанализировав порядок создания и результаты расчета трех моделей деревянной балки (стержневой изотропной, пластинчатой ортотропной и объемной транстропной) можно сделать следующие выводы:

– наименее трудоемка стержневая модель, она требует меньше машинных ресурсов, время выполнения расчета - минимальное; деформации стержневой изотропной модели оказались меньше моделей, учитывающих

анизотропию древесины; главные напряжения в стержневой модели оказались сопоставимы с пластинчатой моделью;

– пластинчатая ортотропная и, особенно, объемная транстропная модели оказались более трудоемки в построении и требуют больших ресурсов; они показали сопоставимые между собой деформации, значительно большие чем в стержневой изотропной модели; хотя в объемной модели главные напряжения были несколько меньше, нежели в пластинчатой модели.

Таким образом, стержневые изотропные модели можно рекомендовать к использованию для конкретных проектных целей, в том числе при проектировании деревянных каркасных систем с большим числом, взаимно сопряженных элементов (балок и колонн). Пластинчатые и объемные конечно-элементные модели позволяют более детально оценивать возникающее напряженно-деформированное состояние (в том числе, сложное) в древесине при учете анизотропии жесткости и деформаций сдвига. Следовательно, последние (вторую и третью модели) можно особо рекомендовать к применению для исследовательских целей.

Список литературы

1. Дмитриев П.А.. Деревянные балки и балочные клетки. Учебное пособие. – Новосибирск: ППО «Печать»,1989, – 160 с.

2. Гаппоев М.М., Гуськов И.М., Ермоленко Л.К., Линьков В.И., Серова Е.Т., Степанов Б.А., Филимонов Э.В. Конструкции из дерева и пластмасс. Учебник. – М.: Издательство АСВ, 2004, – 440с.

3. Карлсен Г.Г., Большаков В.В., Каган М.Е., Александровский К.В. Деревянные конструкции. Издание 3-е, переработанное и дополненное. Учебное пособие. – Гос. издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам. Москва 1962. – 643 с.

4. Дмитриев П.А., Жаданов В.И., Михайленко О.А. Конструкции из дерева и пластмасс. Курс в вопросах и ответах / П.А. Дмитриев, В.И. Жаданов, О.А. Михайленко. Конструкции из дерева и пластмасс. Курс в вопросах и ответах. – Оренбург: ООО «НикОс», 2011. – 480 с.

5. СП 64.13330 Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80.

6. https://www.liraland.ru/

7. Ашкенази Е. К. Анизотропия древесины и древесных материалов – М.: Лесная промышленность, 1978. – 224 с.

8. СП 20.13330 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*.

УДК 620.179

СОВРЕМЕННЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В.А. Перепечин[1], Е.В. Постный[2]

[1]ФГАОУ ВО "Российский университет транспорта", г. Москва, Россия

[2]Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений - ЦНИИПромзданий, г. Москва, Россия

Аннотация. В представленном исследовании выполнен анализ современных физических методов неразрушающего контроля, каждый из которых проводится с целью сбора необходимых данных для определения физико-механических свойств конструкций. На основе этих данных можно выявить необходимость в дополнительном усилении или реконструкции конструктивных элементов зданий.

Ключевые слова: физические методы, контроль качества, неразрушающий контроль, обследование, физико-механические характеристики.

MODERN PHYSICAL METHODS OF NON-DESTRUCTIVE TESTING OF BUILDING STRUCTURES

V.A. Perepechin[1], E.V. Postny[2]

[1]Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Russian University of Transport", Moscow, Russia

[2]Central Research and Design-Experimental Institute of Industrial Buildings and Structures - TsNIIPromzdaniy, Moscow, Russia

Abstract. The presented method analyzes modern physical methods of non-destructive testing, each of which is carried out to collect initial data to determine the physical and mechanical properties of structures. Based on these data, it is possible to indicate the need for additional strengthening or reconstruction of the building's structural elements.

Keywords: physical methods, quality control, non-destructive testing, conclusions, physical and mechanical characteristics.

Введение

На сегодняшний день неразрушающий контроль используют для проверки и оценки технического состояния строительных конструкций и материалов [1, 2].

Неразрушающий контроль может быть применен к железобетонным конструкциям, металлическим, пластмассовым, керамическим и т.д. Современные физические методы неразрушающего контроля строительных конструкций играют ключевую роль в обеспечении безопасности и долговечности зданий и сооружений, а также увеличения сроков их эксплуатации, необходимость в эффективных методах мониторинга состояния конструкций становится все более актуальной. [3,4].

Неразрушающий контроль позволяет выявлять дефекты и повреждения в материалах и конструкциях без их разрушения, что делает его незаменимым инструментом в строительной отрасли. Современные методы неразрушающего контроля основаны на различных физических принципах, таких как ультразвуковая, радиоволновая, магнитная и т.д. Каждый из этих методов имеет

свои особенности, преимущества и области применения, что позволяет выбрать наиболее подходящий подход в зависимости от конкретных задач.

Впервые в истории неразрушающий контроль упоминался в библии «бытия», как описание того как люди осматривали материалы и конструкции, они визуально определяли наличие дефектов на поверхности, например, трещины, коррозию, форму. Так в Древнем Риме для поиска трещин в мраморе использовали масло и муку – этот метод считается основой капиллярной дефектоскопии [5].

Методы неразрушающего контроля разделяют на две большие группы – физические и механические. К механическим методам неразрушающего контроля относят: ударно-импульсный; пластической деформации; упругого отскока и местных разрушений.

Также в рамках обследований применяют визуально-измерительный метод, конструкция при этом исследуется на предмет коррозионных нарушений, трещин и т.д. с использованием измерительных приборов [6].

Цель исследования – проанализировать виды физических методов неразрушающего контроля конструкций и материалов.

Обзор современных физических методов неразрушающего контроля

Физические методы неразрушающего контроля включают следующие:

1. Магнитопорошковый метод – подходит для металлических сварных швов конструкции. Этот метод основан на использовании магнитного поля и магнитных порошков для обнаружения трещин, пор и других аномалий в структуре материалов. Магнитный порошок попадает в область нарушения магнитного поля (например, в трещины) и собирается в этих местах, образуя видимые скопления. Это позволяет легко визуально идентифицировать и оценить размер и расположение дефектов.

2. Электромагнитный метод – использует электромагнитные поля для обнаружения дефектов и оценки состояния материалов и конструкций.

3. Радиоволновой метод – контроль, основанный на анализе радиоволны для обнаружения дефектов и оценки состояния материалов и конструкций. Этот метод особенно полезен для контроля материалов, которые трудно проверить другими методами, такими как ультразвуковой или магнитопорошковый. Он позволяет определить толщину и обнаружить внутренние и внешние повреждения в конструкциях из неметаллических материалов.

4. Ультразвуковой метод – контроль включает в себя ультразвуковой дефектоскоп и толщинометр (рис. 1). Метод основан на просвечивание конструкции. Прибор получает информацию в результате упругих колебаний конструкции и обнаруживает внутренние дефекты.

5. Тепловой метод – использует инфракрасное излучение и преобразовывает их в видимый спектр посредством специальных устройств (рис. 2).

Рис. 1 – Ультразвуковая дефектоскопия

Рис. 2 – Тепловой метод контроля

6. Оптический метод – основан на анализе использования света (обычно в видимой, ультрафиолетовой или инфракрасной области спектра) для выявления дефектов и оценки состояния материалов и конструкций. Этот метод основан на взаимодействии света с материалами и позволяет получать информацию об их физических и механических свойствах.

7. Радиационный метод – основан на использовании ионизирующего излучения для выявления дефектов и оценки состояния материалов и конструкций. Этот метод широко применяется в различных отраслях, включая строительство, энергетику, нефтегазовую промышленность и медицинскую технику. Объект, который необходимо проверить, подвергается воздействию ионизирующего излучения. Излучение проходит через материал, и его интенсивность изменяется в зависимости от плотности и структуры материала.

8. Электрический метод – основан на анализе электрических свойств материалов для выявления дефектов и оценки их состояния. Регистрирует параметры электрических полей электроискровым дефектоскопом, состав и структура поля меняется в зависимости от измеряемой конструкции.

9. Метод проникающими веществами – основан для выявления невидимых или слабо видимых невооруженным глазом поверхностных дефектов. Процесс возможен с помощью специальной индикаторной жидкостью – пенетранта (рис. 3). Индикаторы проникают вглубь дефектов (трещин, коррозий и т.д.) и проявляются, после чего, дефект можно найти невооруженным взглядом.

Рис. 3 – Нанесение индикаторных жидкостей на конструкцию.

10. Георадиолокационный метод – является современным методом, основанным на использовании радиоволны для исследования структуры конструкций, поиска пустот [7]. С его помощью можно получить такие физические параметры как пористость, прочность, влажность и др. Эта технология работает на принципе отражения радиоволн от различных конструкций и материалов. Состоит из георадиолакационного томографа в комплектности с источником электромагнитных волн и приемником высококачественных антенн, которые используют сигнал для получения количественных электромагнитных характеристик в каждой точке исследуемого пространства. Процесс томографического анализа происходит в специальных программных комплексах.

Сравнение методов

Каждый из данных методов (таблица 1) имеет свои преимущества и недостатки. На сегодняшний день нет метода неразрушающего контроля, который будет работать для всех задач обнаружения дефектов.

Таблица 1

Методы неразрушающего контроля

Наименование	Область применения	Преимущества	Недостатки
Георадиоло-кационный	Используется для определения пористости, прочности и влажности железобетонных конструкций.	Может исследовать на значительной толщине. Высокое разрешение изображений	Трудоемкость выполнения и обработки результатов, влияние климатических условий, топографии.
Ультразвуковой	Используется для измерения толщины конструкций непроваров, трещин, пор, шлаковые включения, расслоения.	Обнаруживает небольшие дефекты, может проникать на значительные глубины, толщи.	Неэффективен при сложных формах и шероховатостях, необходима предварительная подготовка поверхности
Электрический	Используется для выявления трещин, коррозий и другие неоднородности проводящих	Возможность быстро и точно измерять свойства материалов в многослойных	Ограниченная глубина проникновения. Дорогое оборудование. Необходимо

	материалах, таких как металлы, композиты и изоляционные материалы	конструкциях и сложных форм Требуется минимальная подготовка детали.	обучение персонала.
Радиационный	Проходя через толщину металла, рентгеновское излучение служит источником информации о строении материала и его скрытых дефектах.	Высокая точность, проникает в толстые и плотные материалы, может обнаруживать даже небольшие изменения в структуре материала	Требует строгого соблюдения мер безопасности, может быть дорогим, требуется предварительная подготовка исследуемого объекта
Тепловой	Основан на взаимодействии света с материалами и позволяет получать информацию о их физических и механических свойствах.	Высокая точность результатов и скорость их получения. Возможность применения к конструкциям и сооружениям из разных материалов	Подвержены влиянию внешних факторов, могут не обнаруживать проблемы, находящиеся внутри материала

Проанализировав представленные методы неразрушающего контроля можно сделать вывод, что в большинстве ситуаций наиболее экономически выгодным методом может являться ультразвуковой метод неразрушающего контроля из-за его большой области применения. Также можно отметить георадиолокационный метод, но он нуждается в тщательной подготовке при проведении исследований.

Результаты неразрушающего контроля строительных конструкций

Проведение неразрушающего контроля необходимо после монтажа и изготовления конструкций, а также после длительной эксплуатации или нарушения правил эксплуатации [8].

Результатом испытаний является подписанный акт организации, проводившей контроль, в котором описана конструкция, метод

неразрушающего контроля, норматив по которому осуществлялся контроль или проектная документация.

Для ответственных элементов необходимо также предоставить специальные схемы, в которых указывается детально прорисованная конструкция или материал. Нумеруется объект контроля, например, сварной шов, и указывается, где проводилось измерение.

Количество измерений регламентируется ГОСТ или иными нормативами документами.

Результат неразрушающего контроля может служить основой для планирования капитального ремонта и реконструкции зданий. Комплексный подход к интерпретации данных, полученных в ходе контроля, позволяет специалистам формировать точные рекомендации по устранению выявленных недостатков, а также продлить срок службы конструкции.

Заключение

Таким образом, современные методы неразрушающего контроля качества строительных конструкций играют важную роль в обеспечении безопасности и надежности зданий и сооружений. Они позволяют выявить скрытые дефекты и повреждения, повысить эффективность строительных работ и улучшить качество конечного продукта. Внедрение современных технологий и методов контроля является необходимым шагом для современной строительной отрасли и способствует ее развитию и совершенствованию.

Список литературы

1. Капустьян, М.Ф. Контроль качества изделий методами неразрушающего контроля [Текст] / М.Ф. Капустьян, В.А. Рыбник. – ОмГУПС, Омск 2002. – 27 с.

2. Шмидт, А.В. Выбор оптимального метода неразрушающего контроля / А. В. Шмидт // Наука сегодня: вызовы, перспективы и возможности : материалы международной научно-практической конференции, Вологда, 12 декабря 2018 года / Научный центр «Диспут». – Вологда: ООО «Маркер», 2018. – С. 49-50.

3. Трекин, Н.Н. Совершенствование нормативной базы стандартизации сборных железобетонных конструкций / Н. Н. Трекин, Э. Н. Кодыш, И. А. Терехов // Железобетонные конструкции. – 2023. – Т. 1, № 1. – С. 64-71.

4. Терехов, И.А. Критерии оценки технического состояния железобетонных плит при коррозии арматуры / И.А. Терехов // Строительство и реконструкция. – 2022. – № 6(104). – С. 128-139.

5. Введение в проектирование технически сложных зданий и сооружений / Э.Н. Кодыш, Н.Н. Трекин, Н.Г. Келасьев, И.А. Терехов. – Москва : Издательство АСВ, 2022. – 294 с.

6. Федоров, В. С. Обследование и испытание строительных конструкций зданий и сооружений : Конспект лекций / В. С. Федоров, В. Е. Левитский, И. А. Терехов. – Москва : Российский университет транспорта (МИИТ), 2021. – 131 с.

7. Дымбренов, Т.Н. Георадиолокационный метод обследования при решении различных задач в области строительства / Т.Н. Дымбренов, П.А.

Знайченко // Промышленное и гражданское строительство. – 2019. – № 11. – С. 28-33.

8. Методика определения эксплуатационной безопасности зданий и их конструкций / Н.Н. Трекин, Э.Н. Кодыш, И.А. Терехов [и др.] // Academia. Архитектура и строительство. – 2022. – № 4. – С. 152-159.

УДК 697.9

ВИДЫ РЕКУПЕРАТОРОВ ДЛЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

М.А. Польковский, И.А. Бахтина, Н.В. Гейко[2]

[1]Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

[2]Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Аннотация. Рассмотрен принцип рекуперации в системах вентиляции, основные виды рекуператоров, конструктивные особенности их устройства и области применения.

Ключевые слова: система вентиляции, система отопления, система рекуперации, рекуператор, энергоэффективность.

TYPES OF RECOVERY UNITS FOR VENTILATION SYSTEMS

M.A. Polkovsky[1], I.A. Bakhtina[1], N.V. Geiko[2]

[1]Altai State Technical University named after I.I. Polzunova

[2]Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the federal government's budget educational institution of higher education "Altai State Technical University named after I.I. Polzunova"

Annotation. The principle of recuperation in ventilation systems, the main types of recuperators, design features of their device and areas of application are considered.

Keywords: ventilation system, heating system, recuperation system, recuperator, energy efficiency.

Согласно современным энергосберегающим инженерным решениям являются применение систем рекуперации. Рекуперация – это возвращение части энергии, которая была израсходована в различных установках или процессах. Применительно к системам вентиляции рекуперация заключается в использовании потока, отводимого теплового воздуха для подогрева в теплообменниках свежего воздуха, поступающего в помещение.

Отводимый и поступающий воздух не смешиваются между собой, т.к. поступают в разные стороны.

Рекуперацию тепла возможно применить в механических приточно-вытяжных системах вентиляции и в системах централизованного кондиционирования. В данных системах рекуперацию следует предусмотреть на этапе проектирования [1, 2].

Энергосберегающее назначение рекуперации заключается в экономии энергии на нагрев свежего воздуха. Это возможно, т.к., как правило, температура поступающего воздуха близка к комнатной.

Рассмотрим рекуператор и его функции. Рекуператор – это аппарат, который представляет собой теплообменник для теплоотдачи между отводимым воздухом и воздухом, подаваемым в помещение. Как известно, движущей силой теплоотдачи является разность температур, поэтому в рекуператорах можно передавать как тепло, так и холод, соответственно нагревая или охлаждая поступающий воздух [3]. Поэтому рекуператоры могут использоваться как зимой, так и летом в системах вентиляции и кондиционирования.

Для выполнения своей функции – получение тепловой (холодильной) энергии из удаляемого воздуха, необходимо соблюдать условие: исключение смешения поступающих и отводимых потоков воздуха.

В зимнее время в рекуператорах происходит прогрев холодного воздуха, поступающего в помещение с улицы за счёт тёплого воздуха, удаляемого из помещения.

Энергосбережение в системах вентиляции за счёт использования рекуператоров осуществляется за счёт экономии мощности электрического или водяного калорифера. Предположим, температура подаваемого в помещение воздуха зимой должна составлять +18 °С, а наружная температура составляет -26 °С. Таким образом, мощность нагревателя в системе без рекуператора следовало бы рассчитывать исходя из нагрева на 18-(26)=44°С.

При использовании рекуператора приточный воздух может быть нагрет за счёт вытяжного воздуха, например, до температуры +10 °С. В этом случае мощность нагревателя следовало бы рассчитывать исходя из нагрева всего на 18-10=8 °С. Так как мощность нагревателя прямо пропорциональна разнице температур, то рекуператор позволил бы сэкономить (44-8)100/44 = 82% мощности вентустановки.

Конструктивно рекуператор представляет собой поверхностный теплообменник, в котором теплообмен между нагретым и нагреваемым воздухом осуществляется через стенку теплообменника. Также могут применяться два последовательных теплообменника, в которых в качестве теплоносителя применяется промежуточный реагент. В данном случае в первом теплообменнике вытяжной воздух отдаёт своё тепло промежуточному теплоносителю, а во втором теплообменнике этот промежуточный теплоноситель отдаёт своё тепло приточному воздуху.

К основным конструкциям рекуператоров относятся: роторный рекуператор; пластинчатый перекрестноточный рекуператор; рекуператор с промежуточным теплоносителем; камерный рекуператор; фреоновый рекуператор.

Роторные рекуператоры имеют одни из самых высоких показателей эффективности (рисунок 1). Они представляют собой большое колесо (ротор), ось вращения которого совпадает с линиями движения воздуха, а расположена она между потоками таким образом, что половина ротора находится в зоне вытяжного воздуха, а вторая половина – в зоне приточного воздуха.

Ротор не является сплошным и представляет собой набор соединенных

между собой пластин. Воздух может свободно проходить между пластинами, в буквальном смысле, сквозь ротор.

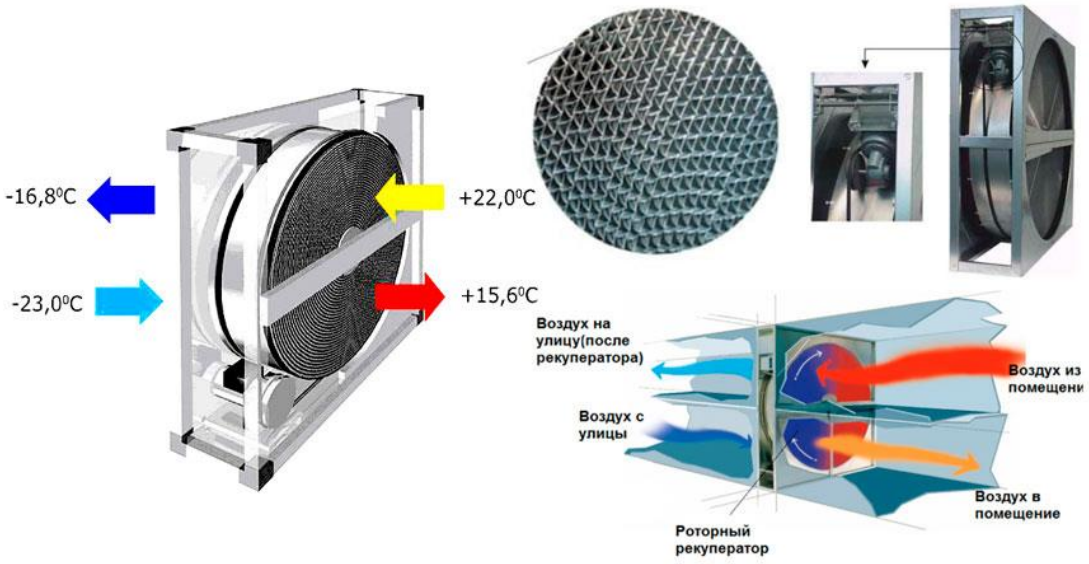


Рис 1. – Роторный рекуператор

Медленно вращаясь, некоторая часть ротора сначала контактирует с вытяжным воздухом, который её нагревает. Спустя некоторое время эта часть ротора переходит в зону приточного воздуха, где нагревает его, отдавая накопленное ранее тепло. Сразу после этого она вновь переходит в зону вытяжного воздуха и нагревается. Цикл замыкается.

Во время перехода из зоны вытяжного воздуха в зону приточного и обратно, ротор между пластинами увлекает за собой некоторое количество воздуха, то есть, наблюдается смешивание потоков. Однако на практике смешивание потоков в роторных рекуператорах DANTEX настолько мало, что им обычно пренебрегают (составляет около 5%).

Ещё один вид рекуператоров, предназначенных для применения в моноблочных приточно-вытяжных установках – это перекрестно-точные рекуператоры на базе пластинчатого теплообменника.

В отличие от роторных, данные аппараты не имеют движущихся частей. Они представляют собой пластинчатый теплообменник, по каналам которого движется приточный и вытяжной потоки воздуха. Эти каналы чередуются. Таким образом, каждый поток вытяжного воздуха через стенки контактирует с двумя потоками приточного воздуха, а каждый поток приточного – с двумя потоками вытяжного.

Перекрестно-точные рекуператоры спроектированы таким образом, чтобы максимизировать площадь контакта между потоками. Именно этим и объясняется высокая эффективность теплообмена и, как следствие, высокая эффективность рекуперации тепла (до 70%).

Помимо обычных перекрестно-точных, в вентустановках также применяются гексагональные рекуператоры (рисунок 2). Они представляют

собой смесь перекрестно-точного и противоточного теплообменников. Противоточные аппараты имеют более высокую эффективность, поэтому такой симбиоз идёт на пользу, и эффективность рекуперации вырастает до 77%.

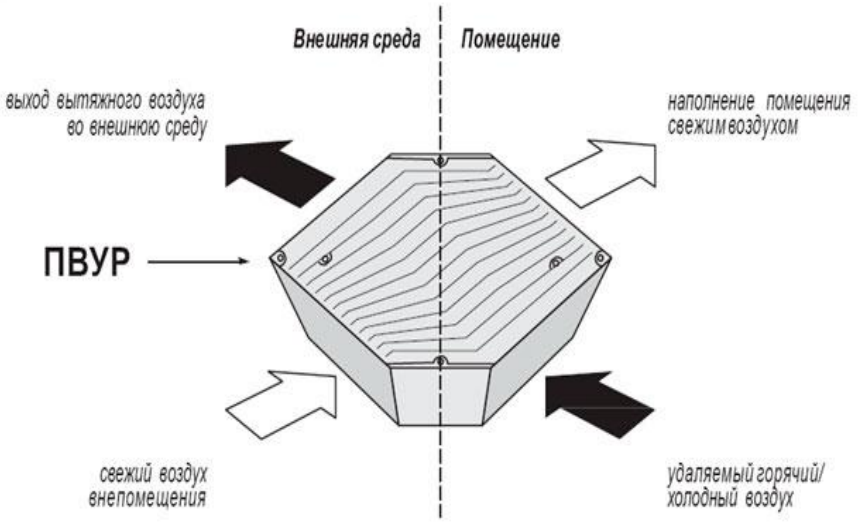


Рис 2 - Гексагональные пластинчатые рекуператоры в приточно-вытяжных установках

Третий вид рекуператоров – аппараты с промежуточным теплоносителем. Такие установки имеют два ключевых преимущества. Во-первых, они позволяют реализовать принципы рекуперации для раздельных и даже удалённых друг от друга приточных и вытяжных установок. Во-вторых, ими могут быть дополнены существующие системы вентиляции, которые изначально не предполагали рекуперацию тепла.

Итак, рекуператор с промежуточным теплоносителем представляет собой два теплообменника, устанавливаемых, соответственно, в приточной и вытяжной системах вентиляции, которые соединены трубопроводами с теплоносителем.

В рекуператорах камерного типа роль теплопередающей поверхности играет стенка камеры. При помощи специальной заслонки траектория движения вытяжного воздуха регулируется таким образом, что он проходит через одну половину камеры и нагревает её, а приточный воздух – через другую половину камеры.

Вскоре заслонка поворачивается, и теперь приточный воздух проходит через первую (нагретую) половину камеры, за счёт чего нагревается сам. В свою очередь вытяжной воздух проходит через вторую (остывшую) половину камеры и нагревает её. Далее заслонка возвращается в прежнее положение, и процессы повторяются.

Важнейшей характеристикой рекуператора является его эффективность. Она показывает, как сильно рекуператор смог нагреть приточный воздух относительно идеального варианта. За идеальный вариант при этом

принимается случай, когда приточный воздух нагрет до температуры вытяжного воздуха. На практике такой вариант недостижим, и нагрев происходит до некой промежуточной температуры.

Преимущество рекуператоров очевидно – они позволяют существенно сэкономить на нагреве приточного воздуха зимой и охлаждении приточного воздуха летом.

Среди недостатков рекуператоров выделяют следующие:

- Они создают дополнительное аэродинамическое сопротивление в сети. Действительно, как любой другой элемент в сети вентиляции, рекуператоры имеют некоторое сопротивление, которое следует учитывать при выборе вентилятора. Впрочем, это сопротивление не велико (обычно не более 100 Па), и к существенному увеличению мощности вентилятора не приводит.
- Рекуператоры повышают как стоимость вентиляционной установки, так и стоимость её обслуживания. Как и любое другое решение, направленное на повышение энергоэффективности системы, рекуператоры стоят определенных денег и требуют регулярного технического обслуживания. Однако опыт многократно доказал, что затраты на рекуперацию тепла гораздо ниже получаемой выгоды.
- Роторные, камерные и в гораздо меньшей степени пластинчатые рекуператоры имеют один недостаток, который может быть критичным на некоторых объектах – в них возможны перетечки потоков воздуха. В этом случае опасность представляет перетекание вытяжного воздуха в приточный. Такие перетечки нежелательны в системах вентиляции чистых помещений и не допустимы, например, в инфекционных отделениях больниц и операционных. Причиной служит опасность перетекания вирусов, которые попали в вытяжку из какого-либо помещения, в приточный поток воздуха с последующим распространением по всем помещениям объекта. Как результат, на таких объектах применяют рекуператоры с промежуточным теплоносителем или фреоновые рекуператоры.
- Рекуператоры увеличивают габариты вентиляционной установки. В первую очередь это касается пластинчатых рекуператоров, так как они представляют собой воздухо-воздушные теплообменники и имеют достаточно крупные размеры. Кроме того, это касается рекуператоров с промежуточным теплоносителем ввиду наличия двух отдельных теплообменников, двух линий трубопроводов и узлов обвязки возле каждого из теплообменников.

При выборе типа рекуператора следует учитывать несколько факторов: возможность совмещения приточной и вытяжной установки в одном корпусе; габариты установки; желаемая эффективность; возможность небольших перетечек; цена.

Список литературы

1. Свод правил: СП 60.13330.2020. Отопление, вентиляция и кондиционирование: актуализированная редакция СНиП 41-01-2003: дата введения 2021-07-01. – Москва, 2021.

2. Свод правил: СП 7.13330.2013. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности: дата введения 2013-02-25. – Москва, 2013.

3. Бережнова, В.А. Приточно-вытяжные установки для системы вентиляции / В.А. Бережнова, И.А. Бахтина, Н.В. Гейко // В сборнике: Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы. Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции. Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова». – Рубцовск, 2023. – С. 81-86.

УДК 628.14:620.19

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ТРУБ В СИСТЕМАХ КАНАЛИЗАЦИИ

Д.Д. Ращепкин[1], И.А. Бахтина[1], А.Н. Корнеев[2]

[1]Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

[2]Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Аннотация. Рассмотрены основные виды труб в системах канализации. Описаны характеристики труб.

Ключевые слова: трубопроводы, бытовая канализация, ливневая канализация, металлические трубопроводы, пластиковые трубы, преимущества вида.

MAIN TYPES OF PIPES IN SEWAGE SYSTEMS

D.D. Raschepkin [1], I.A. Bakhtina[1], A.N. Korneev[2]

[1]Altai State Technical University named after I.I. Polzunova

[2]Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the federal government's budget educational institution of higher education "Altai State Technical University named after I.I. Polzunova"

Annotation. The main types of pipes in sewerage systems are considered. The characteristics of pipes are described.

Keywords: pipelines, domestic sewerage, storm sewerage, metal pipelines, plastic pipes, advantages of the type.

Системы канализации и водоснабжения относятся к системам жизнеобеспечения населения. Как показывает анализ аварийности [1] наружных сетей, при их строительстве необходимо грамотно выбирать материалы трубопроводов с учетом всех условий их дальнейшей эксплуатации.

Рассмотрим основные виды труб для выполнения системы водоотведения: чугунные; высокопрочный чугун с шаровидным графитом (ВЧШГ); пластиковые трубы; трубопроводы из поливинилхлорида (ПВХ, PVC, ХПВХ, CPVC); полипропилен (ПП, PN); полиэтилен (ПЭ); бетонные трубы для внешней канализации. Основные характеристики материалов необходимо

принимать с учетом нормативно-технической документации [2, 3].

Чугунные трубы (рисунок 1). Данный вид трубопроводов стоит использовать для прокладки канализации, по которой предполагается регулярное протекание горячих жидкостей с температурой 100 градусов и выше. К другим преимуществам материала относятся: коррозионная устойчивость, долгий срок службы, повышенная механическая прочность. Из недостатков выделяют шероховатую поверхность, содействующую сбору мусора и зарастанию канала, большой вес и высокую стоимость.

Трубы ВЧШГ (рисунок 2) выделяются повышенной прочностью, как у стали, а для дополнительной защиты от ржавчины внутренние стенки покрываются цементно-песчаными составами. Снаружи их обрабатывают цинком или лаком, поэтому трубы отлично служат во влажной среде.

Рис. 1 – Чугунные трубы

Рис. 2 – Трубы ВЧШГ

Пластиковые трубы [4]. К преимуществам этого вида труб стоит отнести: - не боится коррозии; - не нужно красить, они имеют красивый внешний вид; - долговечен; - не теряет просвет; - имеет большой срок службы; - экономичен, имеет невысокую стоимость; - не ухудшает качество воды; - легко монтировать; - имеет низкую теплопроводность, не отнимает тепло у воды, поэтому часто используется для - систем отопления; - не резонирует, поэтому подавляет шум потока воды.

Недостатки: теряют свою прочность при высоких нагрузках; нуждаются в защите от грызунов.

Трубопроводы из полиэтилена (ПЭ) (рисунок 3). Это наиболее дешевый полимер, который является морозоустойчивым и не гниет. Но при температуре свыше 40 градусов склонен к размягчению, поэтому подходит только для холодных стоков. Ввиду этого трубы ПЭ можно использовать лишь для сбора и отвода дождевой воды, соединения ливневой канализации, канализационных систем, куда не выливают кипяток и пр. Соединяются либо холодным способом (сантехническим клеем), либо сваркой (при помощи манжет). Они легки, химически стойки, механически прочны. Их слабым местом являются места соединений.

Рис. 3 – Трубы из полиэтилена

Полипропилен (ПП, PN) (рисунок 4). Такой материал рассчитан на постоянную эксплуатацию с температурой жидкостей 70-75º С. Если потребуется слить воду более высокой температуры, то канализация без проблем выдержит кратковременное повышение температуры до 90-95º С. Расчетный срок службы материала составляет 50 лет, но важно беречь коммуникации от переохлаждения, поскольку при -5º стенки становятся хрупкими.

Они легки, прочны, долговечны, неэлектропроводны, имеют высокую степень шумоподавления.

Рис.4 – Полипропиленовые трубы

Трубопроводы из поливинилхлорида (ПВХ, PVC, ХПВХ, CPVC) (рисунок 5). Трубы из поливинилхлорида или его непластифицированной версии (НПВХ) имеют средний показатель термоустойчивости в 60º С, но лучше переносят щелочи, кислоты, масла и прочие агрессивные вещества. Еще ПВХ не подвержен влиянию спирта и алифатических соединений. Чаще всего такую канализацию разумно организовать на предприятиях для слива технических

жидкостей, в гараже или мастерской. Но она может использоваться и в обычных жилых зданиях. Соединяются либо холодным способом (сантехническим клеем), либо сваркой (при помощи манжет). Они легки, химически стойки, механически прочны. Их слабым местом являются места соединений.

Рис. 5 – Трубы из поливинилхлорида

Бетонные трубы для внешней канализации (рисунок 6). Это большие изделия из железобетона. Они отличаются повышенной механической прочностью и не ржавеют. Зачастую имеют высокую пропускную способность. Но из-за большой массы транспортировка дорогостоящая, а монтаж сложный.

Рис. 5 – Бетонные канализационные трубы

В большинстве случаев целесообразнее использовать гофрированные двухслойные системы из ПЭ или ПП. Но если предполагается очень высокая нагрузка на участок, а у организации есть техника для транспортировки и монтажа, то можно выбрать бетонные трубы.

Список литературы

1. Рыбалова, Е.Г. Анализ причин аварий наружных сетей водоснабжения и водоотведения / Е.Г. Рыбалова, И.А. Бахтина И.А. // Ползуновский альманах, 2020, № 2-1. – С. 165-169.

2. ГОСТ Р 58943-2020. Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Контроль точности. – Москва, Стройинформ, 2020 – 15 с.

3. Свод правил: СП 48.1 3330.2011. Организация строительства: актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. – Москва, 2011 – 25 с.

4. Свод правил: СП 40.102.2000. Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов : актуализированная редакция СН 478-80. – Москва, 2001 – 30 с.

УДК 69

СВЯЗЬ ВОСТРЕБОВАННЫХ ИДЕЙ И РАЗРАБОТОК В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

А.И. Сиянов, А.Ю. Митрофанов, Д.К. Ярошевич

Лысьвенский филиал ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Аннотация. Обоснована необходимость использования новейших высококачественных материалов, изделий и конструкций при возведении современных зданий и сооружений. Исследована связь наиболее востребованных идей и разработок в области строительства. Выявлен ряд основных принципов, имеющих огромное значение при формировании ключевых методологических подходов в проектной деятельности.

Ключевые слова: строительство, здания и сооружения, инновационные решения, идеи, разработки

THE CONNECTION OF POPULAR IDEAS AND DEVELOPMENTS IN THE FIELD OF CONSTRUCTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES

A.I. Siyanov, A.Y. Mitrofanov, D.K. Yaroshevich

Lysva branch of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Perm National Research Polytechnic University»

Annotation. The necessity of using the latest high-quality materials, products and structures in the construction of modern buildings and structures is substantiated. The connection of the most popular ideas and developments in the field of construction is investigated. A number of basic principles were identified that are of great importance in the formation of key methodological approaches in project activities.

Keywords: construction, buildings and structures, innovative solutions, ideas, developments

Сегодня по всему миру строится множество зданий и сооружений различного назначения. Причем перед проектировщиками, всегда возникают вопросы, которые заставляют серьезно задуматься: «Из чего строить и каким образом возводить объекты?».

Появляются проблемы, которые требуется решать незамедлительно, без каких-либо задержек во времени. Они сопровождаются постановкой задач в архитектуре, конструкциях, основаниях, фундаментах, технологии и

организации строительства. Наиболее важными из них являются вопросы, связанные с обеспечением:

– комфортного пребывания людей;
– нормального температурно-влажностного режима;
– прочности и устойчивости конструкций;
– технологичности изготовления и монтажа;
– оптимальной организации строительства.

В современном мире многие из поставленных задач быстро находят свое решение. Предлагаются уникальные подходы, с помощью которых можно получить удачную реализацию на практике.

Основные методологические принципы призваны обеспечить простоту, удобство в реализации, экономичность и минимальную трудоемкость изготовления и монтажа.

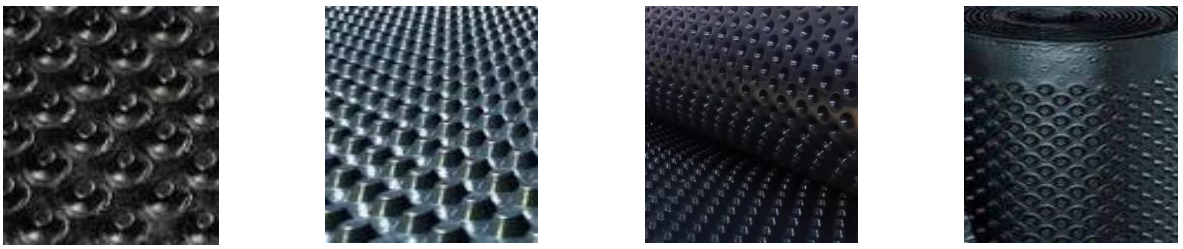
Наибольшего внимания заслуживают глобальные инновационные решения, которые в строительстве уже получили поддержку населения развитых стран мира. Особенно востребованным сейчас является использование:

1) специальных бетонов [1] (рис. 1):
– самовосстанавливающегося,
– прозрачного,
– полистиролбетона,
– газобетона;

а) б) в) г)

Рис. 1 – Специальные бетоны: а) самовосстанавливающийся бетон; б) прозрачный бетон; в) полистиролбетон; г) газобетон

2) мембран [1] (рис. 2);
3) древесины [1–3] (рис. 3):
– прозрачной,
– многослойной,
– клееного бруса,
– для СИП-панели;



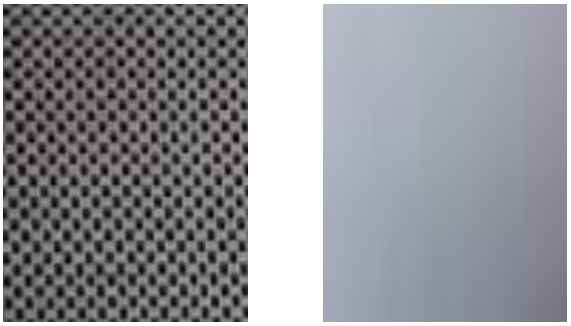
а) б) в) г)

Рис. 2 – Мембраны: а) и б) в разложенном состоянии; в) и г) в рулоне

4) материалов из тонких частиц [1] (рис. 4):
– углеволокна,
– аэрогеля;
5) несъемной опалубки [1–3] (рис. 5);

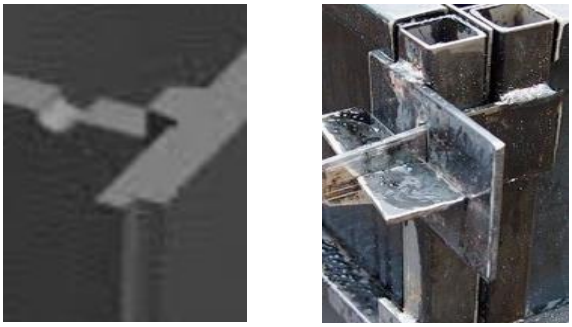
а) б) в) г)

Рис. 3 – Древесина: а) прозрачная; б) многослойная; в) клееный брус; г) для СИП-панели



а) б)

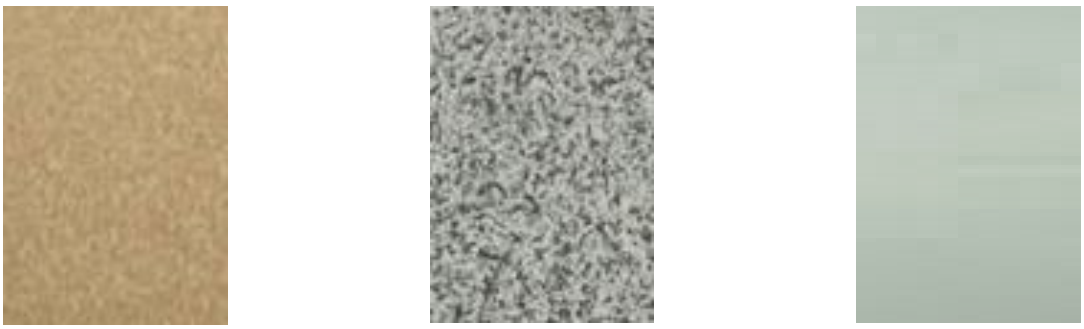
Рис. 4 – Материалы из тонких частиц: а) углеволокно; б) аэрогель



а) б)

Рис. 5 – Несъемная опалубка: а) бетонная; б) стальная

6) уникальных инновационных материалов [1] (рис. 6):
– бумажного композита,
– жидкого гранита,
– прозрачного алюминия;



а) б) в)

Рис. 6 – Уникальные инновационные материалы: а) бумажный композит; б) жидкий гранит; в) прозрачный алюминий

7) перспективных строительных изделий [2, 3] (рис. 7):
– 3D-панели,
– акриловой декоративной плитки,
– гидрокерамической плитки;

а) б) в)

Рис. 7 – Перспективные строительные изделия: а) 3D-панель; б) акриловая декоративная плитка; в) гидрокерамическая плитка

8) современных технологий в строительстве [4, 5] (рис. 8):
– информационного моделирования (BIM-технологий),
– мобильных технологий;
9) специального строительства [6–8] (рис. 9):
– зеленого,
– модульного возведения;
10) достижений науки и техники [8] (рис. 10):
– искусственного интеллекта,
– 3D-печати,
– цифровизации,
– робототехники,
– дронов.

а) б)

Рис. 8 – Современные технологии в строительстве: а) информационное моделирование (BIM-технологии); б) мобильные технологии

а) б) в)

Рис. 9 – Специальное строительство: а) зеленое; б) и в) возведение зданий из модулей полной заводской готовности

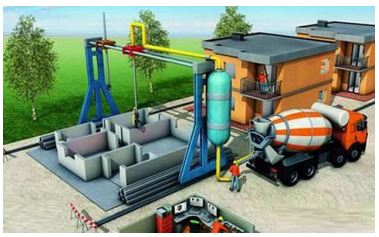
Все из перечисленных инноваций являются целесообразными и очень перспективными в строительстве. Их можно разделить на отдельные взаимосвязанные части и представить в виде:

– материалов;
– изделий;
– конструкций;
– технологий.

Они в свою очередь сопровождаются применением высокоэффективных машин и механизмов, а также приборов и приспособлений. Их существует огромное множество, поэтому для успешного строительства рекомендуется использовать качественную, надежную и высокопроизводительную технику.

Реализация всех новейших идей и достижений в области строительства возможна только при правильной и оптимальной организации труда.

а)



б)

в)

г)

д)

Рис. 10 – Достижения науки и техники: а) искусственный интеллект; б) 3D-печать; в) цифровизация; г) робототехника; д) дроны

Список литературы

1. Топ-15 инновационных строительных материалов [Электронный ресурс] – URL: https://www.planradar.com/ru/top-15-innovacionnyh-stroitelnyh-materialov / (дата обращения 07.11.2024).

2. Сулейманова, Л. А. Высококачественные энергосберегающие и конкурентоспособные строительные материалы, изделия и конструкции / Л. А. Сулейманова // Строительство и архитектура. – 2017. – № 1. – С. 9–16.

3. Пинчук, С. Г. Современные архитектурные конструкции: учебно-методическое пособие для студентов специальностей 1-69 01 01 «Архитектура» и1-69 01 02 «Архитектурный дизайн» / С. Г. Пинчук. – Минск: БНТУ, 2017. – 94 с.

4. Обзор новейших технологий в сфере строительства [Электронный ресурс] – URL: https://viafuture.ru/katalog-idej/novye-tehnologii-v-stroitelstve (дата обращения 07.11.2024).

5. Пашкова, М. Е., Андриенко, В. В. Современные технологии в строительстве: Сборник научных трудов по материалам всероссийской науч.-практ. конференции / М. Е. Пашкова, В. В. Андриенко // Безопасный и комфортный город. – Орел.: Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева. – 2018. – С. 117–120.

6. Топ-10 тенденций и инноваций в строительной отрасли в 2022 году [Электронный ресурс] – URL: https://buildsim.ru/technology/top-10-tendencij-i-innovacij-v-stroitelnoj-otrasli-v-2022-godu/ (дата обращения 07.11.2024).

7. Современные тенденции в строительстве и архитектуре коммерческих зданий [Электронный ресурс] – URL: https://archi.ru/tech/76425/sovremennye-

tendencii-v-stroitelstve-i-arkhitekture-kommercheskikh-zdanii (дата обращения 07.11.2024).

8. Современные методы строительства сооружений [Электронный ресурс] – URL: https://atlantbeton.ru/novosti-otrasli/sovremennye-metody-stroitelstva-sooruzheniy/ (дата обращения 07.11.2024).

УДК 624.014.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СТАЛЬНЫХ БАЛОК В ANSYS

А.И. Сиянов, Д.К. Ярошевич

Лысьвенский филиал ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Аннотация. Исследованы деформации и напряжения балок симметричного двутаврового сечения. Установлен характер разрушения с учетом сложного сопротивления. Под действием крутящего момента выявлена деформация в плоскости конструкций с искривлением поперечного сечения. Проанализированы результаты расчетов с визуализацией схем напряженно-деформированного состояния.

Ключевые слова: ANSYS, стальные балки, моделирование и расчет, деформации, напряжения

MODELING AND CALCULATION OF STEEL BEAMS IN ANSYS

A.I. Siyanov, D.K. Yaroshevich

Lysva branch of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Perm National Research Polytechnic University»

Annotation. Deformations and stresses of beams of symmetrical I-beam section are investigated. The nature of the destruction has been established, taking into account the complex resistance. Under the action of torque, deformation in the plane of structures with a curvature of the cross section was revealed. The results of calculations with visualization of stress-strain state schemes are analyzed.

Keywords: ANSYS, steel beams, modeling and calculation, deformations, stresses

Введение

Балки являются наиболее важным конструктивным элементом любого здания. В строительстве стальные балки широко используются в качестве конструкций в высотных зданиях, мостах, гаражах и т.п. Они обладают высокой прочностью и пластичностью, характеризуются малыми затратами материала. Стальные стержни используются в строительстве зданий и могут иметь различные формы [1], [2], [3]. Характеристики балок в основном зависят от геометрии и прочностных свойств.

На основании анализа поведения конструкции при различных условиях приложения нагрузки подбирается подходящее сечение с учетом экономии расхода материала.

Для изучения поведения балок применяются экспериментальные и численные исследования. Они дают вполне приемлемые результаты, но требуют много времени и энергии [4], [5]. Наиболее распространенным является метод конечных элементов [6]. Он положен в основу разработки расчетных программ, среди которых широко используется программный

комплекс ANSYS [7], [8]. С помощью него можно рассчитать возникающие напряжения и деформации, а также проанализировать поведение конструкций при различных нагрузках и условиях закрепления.

В стальных балках скручивание в чистом виде не происходит. В большинстве случаев оно сопровождается изгибающими эффектами, которые могут быть классифицированы на первичное или вторичное изменение формы в зависимости от того, передается ли нагрузка непосредственно или может возникать из-за других эффектов [9].

Методика исследований

Модели балок созданы методом конечных элементов с использованием программного комплекса ANSYS.

На первом этапе заданы условия крепления на опорах, тип элементов и нагрузки, а на втором этапе моделируемым балкам присвоены свойства поперечного сечения и осуществлено приложение нагрузок.

Для расчетных схем использовано два граничных условия: 1) с традиционным креплением; 2) консольная конструкция.

Балкам на протяжении всех исследований назначена постоянная длина 6 м, нагрузка 150 кН, эксцентриситет 0,075 м, крутящий момент 12 кНм.

Процесс конечно-элементного анализа включал:

– моделирование конструкций;
– задание свойств материала;
– построение сетки;
– приложение нагрузок и граничных условий;
– определение результатов и последующая обработка.

Обсуждение результатов

На основании заданной геометрии произведено построение моделей балок. Основные параметры и геометрические формы показаны в табл. 1 и на рис. 1.

Таблица 1

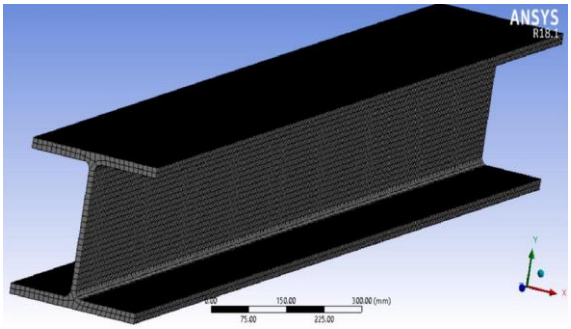
Параметры поперечного сечения

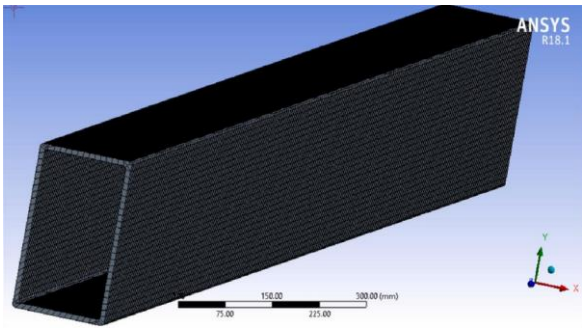
Сечение	Профиль	Масса, кг/м	Модуль упругости *E*, МПа	Модуль сдвига *G*, МПа	Коэффициент Пуассона, *ν*
симметричное двутавровое	40Ш1	88,64	210	80	0,3
прямоугольная труба	250×150	47,7	210	80	0,3

Для всех моделей балок размер сетки остался равным 0,01 мм.

В результате выполненных статических расчетов проанализировано влияние сосредоточенной нагрузки, а также нагрузки, приложенной в виде сосредоточенной силы с эксцентриситетом и крутящего момента. Установлен характер деформаций и напряжений.

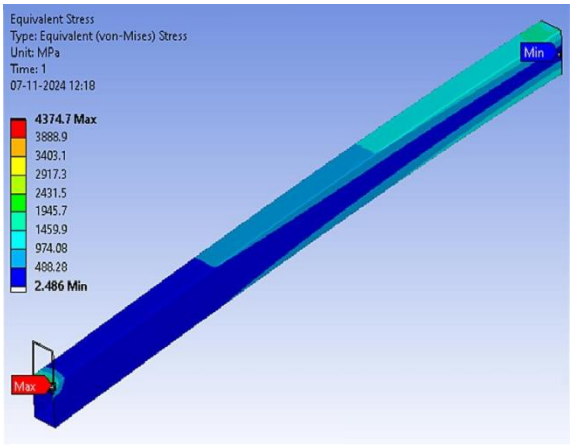
На рис. 2, 3 показаны схемы деформирования и состояние моделей от приложенных внешних силовых факторов.

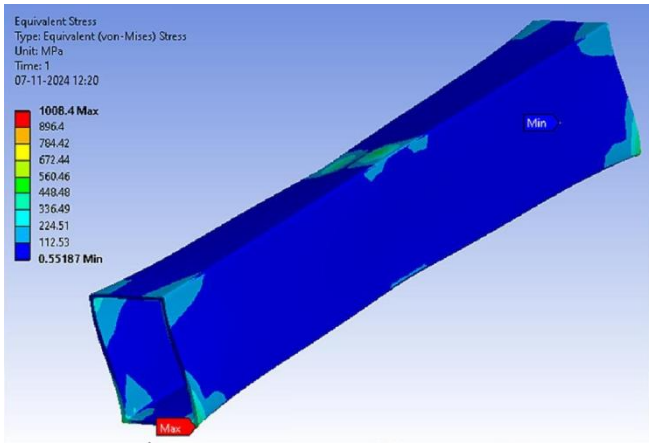




а) б)

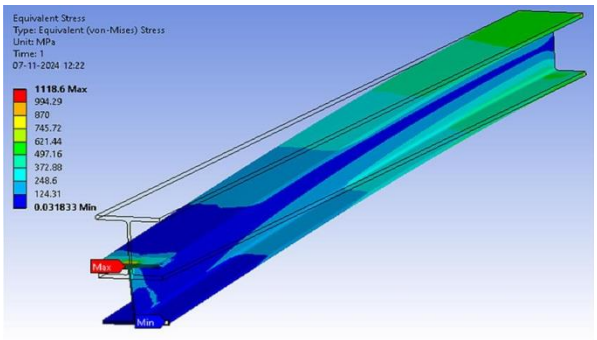
Рис. 1 – Конечно-элементные модели балок: а) симметричного двутаврового сечения; б) прямоугольная труба

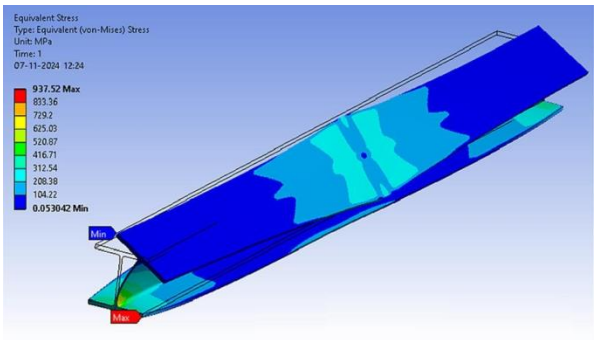




а) б)

Рис. 2 – Характер деформаций и распределение напряжений в балках трубчатого прямоугольного сечения: а) при нагрузке на конце; б) при действии момента в середине пролета





а) б)

Рис. 3 – Характер деформаций и распределение напряжений в балках симметричного двутаврового сечения: а) при нагрузке на конце; б) при действии момента в середине пролета

В случае расчетной консольной схемы максимальный прогиб получен для

двутавровой балки, к которой приложен крутящий момент. Максимальная осевая деформация выявлена от нагрузки с эксцентриситетом. В том же случае зафиксированы максимальные напряжения и деформации.

Сравнение результатов для консольной балки показало, что максимальное перемещение выявлено от действия крутящего момента. Наибольшее эквивалентное напряжение зафиксировано для балки с сечением прямоугольной трубы.

Для двутавровой балки получено большее значение прогиба во всех случаях приложения нагрузки. Причем в случае традиционных опор максимальное перемещение выявлено от крутящего момента в центре пролета. От действия такого момента и силы, приложенной с эксцентриситетом, наблюдалось максимальное перемещение.

Заключение

Конструкции редко используются только для того, чтобы противостоять кручению. Чаще всего наблюдается кручение с изгибом, а также другие внешние силовые факторы, например, нагрузка, приложенная с эксцентриситетом.

Исследования, проведенные с использованием ANSYS, позволили сделать следующие выводы:

– на основании метода конечных элементов проведен анализ стальных балок с различными типами нагрузок и условиями крепления на опорах. Полученные результаты напряжений и деформаций отразили вероятное поведение конструкций при возможных граничных условиях и нагрузках;

– при действии сосредоточенной силы балки изменяли свою форму только в поперечном направлении с небольшим осевым перемещением. Причем совершенно не зафиксированы скручивания и другие деформации;

– в случае возникновения крутящего момента и нагрузки, приложенной с эксцентриситетом, выявлено искривление балки по всей длине и необычные перемещения на концах;

Из общих наблюдений следует, что более высокие значения напряжений и деформаций получены в случае консольных моделей.

Балки прямоугольного трубчатого сечения показали лучшую сопротивляемость кручению, а балки двутаврового профиля сильнее сопротивлялись изгибу от поперечных нагрузок.

В дальнейшем для определения точного угла изгиба и значений осевых перемещений следует провести более детальный анализ влияния крутящего момента и нагрузки, приложенной с эксцентриситетом.

Список литературы

1. Профили стальные: виды, применение в металлоконструкциях. – [Электронный ресурс]. – URL: https://buildsim.ru/technology/top-10-tendencij-i-innovacij-v-stroitelnoj-otrasli-v-2022-godu/ (дата обращения 09.11.2024).

2. Профили для быстровозводимых зданий. – [Электронный ресурс]. – URL: https://lstkclub.ru/profili-dlja-bystrovozvodimyh-zdanij/ (дата обращения 09.11.2024).

3. Профильные конструкции. Особенности профильных конструкций. – [Электронный ресурс]. – URL: https://isconspb.ru/konstrukczii/profile-designs/ (дата обращения 09.11.2024).

4. Ольков, Я. И. Актуальность и возможность исследования работы стальных балок с гибкой стенкой на основе численного моделирования / Я. И. Ольков, А. С. Полтораднев / Строительные науки. – 2011. – С. 95–99.

5. Bharathi, S. D., Praveena, M., Pradeep, S., Rakesh Raj, C. R. / Comparative Analysis in steel section for deflection using ANSYS // Int. Res. J. Eng. Technol., 6(3) (2019), pp. 7503–7508.

6. Каменев, С. В. Основы метода конечных элементов в инженерных приложениях: учебное пособие / С. В. Каменев; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2019. – 110 с.

7. Subramani, T., Ali, A. M., Karthikeyan, R., Seran, E. P., Periyasamy, K. / Analytical study of T-beam using ANSYS // Int. J. Emerg. Trends Technol. Comput. Sci., 6(3) (2017), pp. 259–266.

8. Руководство пользователя ANSYS 2022 Workbench для моделирования методом конечных элементов [Электронный ресурс]. – URL: https://manuals.plus/ru/ansys/ansys-2022-workbench-finite-element-simulations-user-guide (дата обращения 09.11.2024).

9. Astronet. Механика сплошных сред. – [Электронный ресурс]. – URL: http://www.astronet.ru/db/msg/1175083/lect1-3.html (дата обращения 09.11.2024).

СЕКЦИЯ 5. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Председатель секции: канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Электроэнергетика» Гончаров Сергей Алексеевич

УДК 621.548

ВЕТРЯНЫЕ МЕЛЬНИЦЫ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Д.А. Аликин, М.И. Красноборов

Лысьвенский филиал ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Аннотация. В статье проведен анализ развития ветроэнергетики в разных странах мира. Проанализирован отчет аналитиков Управления энергетической информации США за апрель 2024 года. Приведены данные по реализации проектов ветрогенерации в России. Проведена оценка влияния разных факторов на развитие ветроэнергетики. Обозначены негативные факторы при эксплуатации ветрогенераторов. Приведены меры для успешного развития индустрии ветрогенерации. Сделан вывод о наращивании мощностей ветрогенерации многими странами.

Ключевые слова: ветроэнергетика, технологии, электроэнергия

WINDMILLS IN THE MODERN WORLD

D.A. Alikin, M.I. Krasnoborov

Lysva branch of the Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education «Perm National Research Polytechnic University»

Annotation. The article analyzes the development of wind energy in different countries of the world. The report of analysts of the US Energy Information Administration for April 2024 is analyzed. Data on the implementation of wind power projects in Russia are provided. An assessment of the impact of various factors on the development of wind power is carried out. Negative factors in the operation of wind generators are identified. Measures for the successful development of the wind power industry are given. A conclusion is made about the increase in wind power generation capacity in many countries.

Keywords: wind power, technology, electricity

Введение

Стремительное развитие инновационных технологий, мировой энергетический переход на альтернативные источники энергии, трансформация экономической сферы формируют необходимость оценки современных трендов развития, которые будут заложены в основу новой энергетической модели. Этим обусловлена актуальность данного анализа.

Ветроэнергетика сегодня признана в мире приоритетной технологией в рамках климатической повестки. Эксперты Глобального совета по ветроэнергетике (Global Wind Energy Council, GWEC) подчеркивают необходимость развития мощностей возобновляемой энергетики и прогнозируют их рост в мире до 2030 года на 10%. Внимание государств к сектору ветроэнергетики привлечено не только за счет вопросов смягчения климатических трансформаций, но и доступностью технологии, в том числе ее экономичностью.

Ключевой задачей строительства ветроэлектростанций (ветряных мельниц, ВЭС) является минимизация (ликвидация) производственных выбросов в окружающую среду. По мнению многих исследователей [1], основные источники загрязнений локализованы на территориях США, Европы и Китая.

Ветроэнергетика включает в себя реализацию как сетевых ВЭС, так и коммерческих ветроэнергетических установок. На основе проведенной учеными оценки количества потенциально возможной для применения энергии ветра было получено значение $13*10^{12}$ КВт ч, из которого на практике можно реализовать не более 20% [5].

В мире формируются сегодня условия для реализации объектов ветроэнергетики по четырем направлениям: финансовые потоки, логистика, производственные мощности и социальный аспект.

Методика исследования

В 2023 году в области ветроэнергетики был совершен определенный прорыв за счет введения огромных мощностей ВЭС многими странами (Китай, США, Бразилия, Германия, Индия). Показатели Азиатско-Тихоокеанского региона, например, выросли в два раза посредством введения в эксплуатацию 75 ГВт новых ВЭС только в Китае, что составляет около 65% от общего количества реализованных мировых проектов в 2023 году. Такая тенденция говорит об укреплении лидерства Китая в области ветроэнергетики на долгие годы. Первая половина 2024 года была отмечена значительным ростом объема заказов на поставку ветряных турбин в мире (91,2 ГВт), основная доля которых приходится на Китай (рис.1).

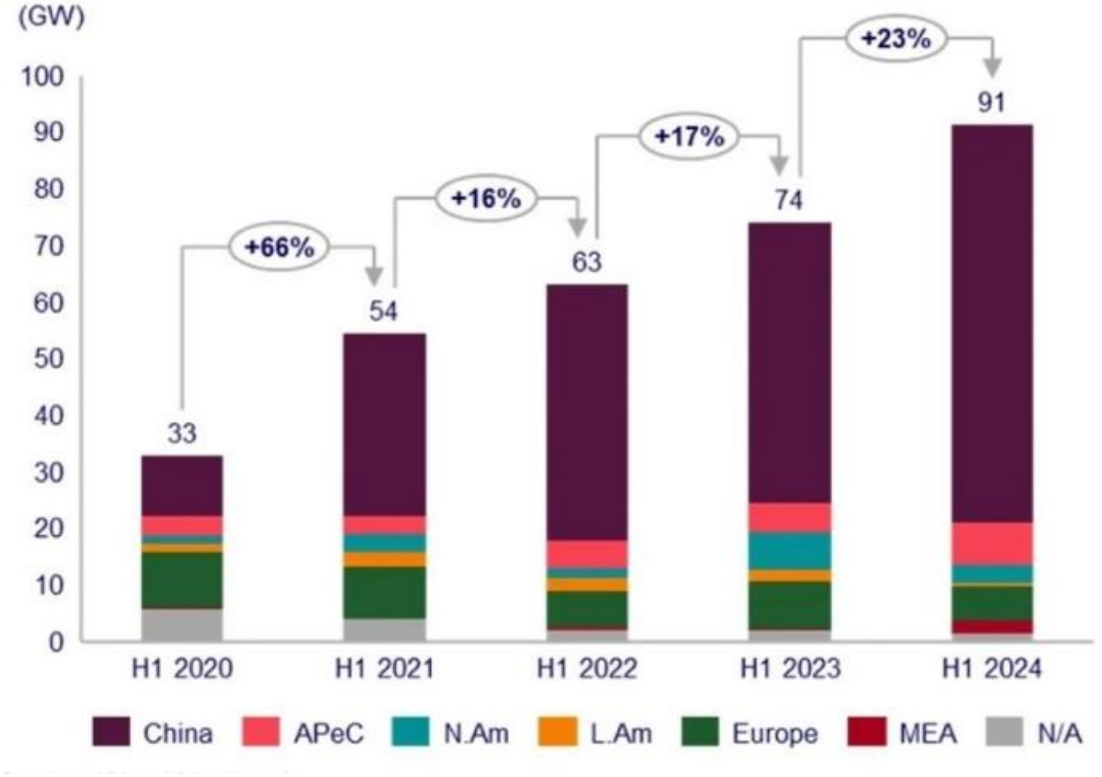


Рис.1 – Динамика роста объема заказов по странам мира на поставку ветряных турбин

В США согласно отчету аналитиков Управления энергетической информации апрель 2024 года был отмечен рекордной выработкой электроэнергии на ВЭС (рис.2) [2].

Рекордный рост ветроэнергетики был спровоцирован введением в эксплуатацию береговой 106 ГВт и морской 10.8 ГВт инфраструктуры.

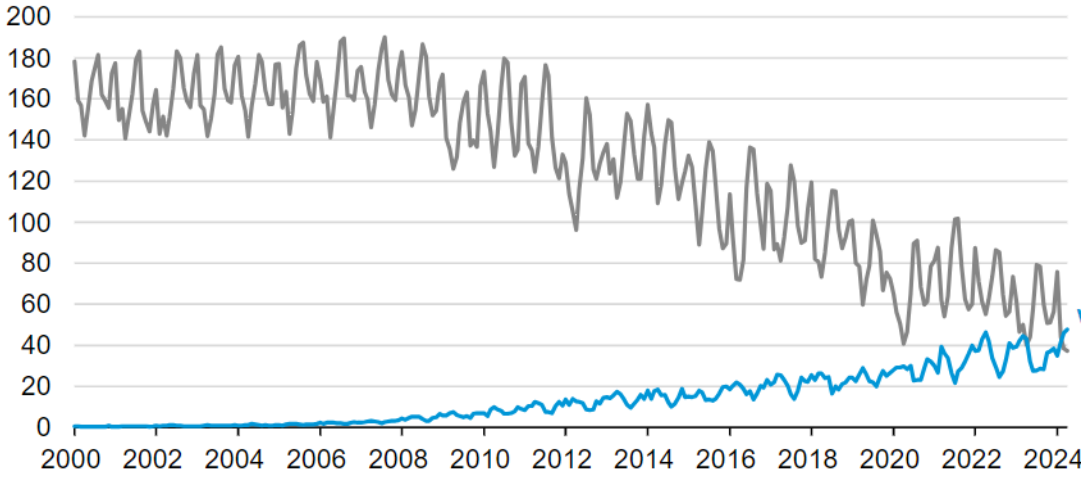


Рис.2 – Динамика выработки электроэнергии на ветряных (голубая линия) и угольных электростанциях (серая линия) [2]

Россия обладает большими мощностями для реализации проектов ветрогенерации, однако сегодня ВЭС работают в Калининградской области, на Камчатке и в Республике Коми [3]. Главным барьером развития ветроэнергетики в России является отсутствие интереса инвесторов в данной области, значительные финансовые вложения в реализацию ВЭС. Важно отметить, что за счет государственной поддержки в 2023 году были запущены две крупные ВЭС в Ставропольском крае (Берестовская) и за Полярным кругом (Кольская), в том числе утвержден проект по реализации ВЭС в Белогорском районе Амурской области путем привлечения инвестиций объемом 60 млрд. рублей от холдинга «Эн+ Груп».

Ветряные мельницы в целом оказывают положительное влияние на многие сферы жизни населения, в том числе государственное развитие (таблица 1).

Таблица 1

Перечень факторов, оказывающих влияние на развитие ветроэнергетики в России

Фактор	Оказываемое влияние
Экономический	Развитие высокотехнологичных индустрий, сокращение издержек на производство энергии в северных районах, снижение себестоимости электроэнергии
Политический	Выполнение Киотского протокола

Продолжение таблицы 1

Социальный	Возможность создания рабочих мест, повышения качества жизни граждан, эффективный механизм сдерживания роста тарифов на электроэнергию
Энергетический	Повышение энергетической безопасности, применение инновационных технологий, энергообеспечение децентрализированных и нестабильных областей страны, реализация проектов в кратчайшие сроки
Экологический	Минимизация выбросов в атмосферу парниковых газов и вредных веществ, сохранение энергоресурсов

Строительство ВЭС кроме финансовой составляющей требует анализа многих показателей, таких как данные метеостанций за последние 10-15 лет, локация, потенциальные потребители, шумовое воздействие и т.д. Стоит отметить два значимых аспекта ветроэнергетики– эксплуатация 1 ВЭС мощностью 1 МВт позволяет минимизировать выбросы CO_2 на 1800 т в год, а степень износа системы электроснабжения в России составляет 48,5%.

Эксплуатация ВЭС сопряжена с негативными факторами, которые отмечают многие авторы в своих работах. Согласно проведенным исследованиям учеными в Калифорнии была установлена связь гибели некоторых видов хищных птиц от эксплуатации ВЭС в 2016 году (рис.3) [4].

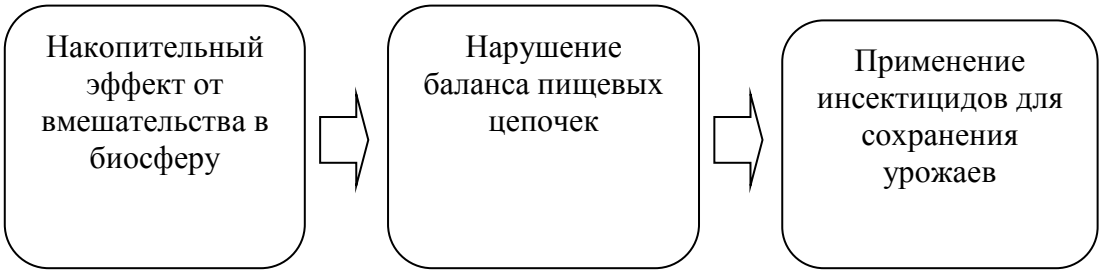


Рис.3 – Сценарий реализации негативного влияния ветроэнергетики на биосферу

ВЭС при работе формируют повышенный электромагнитный фон в радиусе сотен метров, что негативно отражается на близко расположенных к ним населенных пунктах и культивации земель.

Заключение

Для полноценного развития индустрии ветроэнергетики в России необходима поддержка со стороны государства, реализация стимулирующих механизмов для инвесторов, развитие программ налоговых льгот для предприятий, сформированная законодательная база, четкое разделение потребителей и пользователей электроэнергии. Несмотря на санкционный режим и политические веяния ветроэнергетика России продолжает наращивать мощности за счет модернизации существующих электростанций, например программа реализации строительства объектов ветроэнергетики в

Ставропольском крае суммарной мощностью 163,8 МВт утвержденной на 2024-2029 гг.

В мировом масштабе ветроэнергетика позиционируется как приоритетная технология энергетического перехода. Эксперты GWEC по итогам 2024 года опубликовали отчет, в котором спрогнозировали рост мощностей возобновляемой энергетики до 11 тыс. ГВт к 2030 году, а к 2050 году до 8 ТВт. Такой сценарий позволит достичь порога глобального потепления в 1,5 °С.

В результате проведенного анализа было выявлено, что ветроэнергетика становится полноценным участником мирового пространства, показывая динамику роста мощностей за последние годы (10% в год).

Список литературы

1. Гапич Д.С. др. Ветроэнергетика: состояние, проблемы и перспективы развития // Инновации и инвестиции. – 2022. – № 4. – С. 228-230.

2. Kimberly Peterson, Mark Morey Monthly Energy Review [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly (дата обращения 24.10.2024).

3. Азимов Т.А. Ветроэнергетика в России: анализ актуальности и перспективы развитии / Т.А. Азимов, Л.Ю. Безнощук. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2017. - № 10 (144). – С. 182-184. – URL: https://moluch.ru/archive/144/40345/ (дата обращения: 24.10.2024).

4. Todd E. Katzner, David M. Nelson, Melissa A. Braham, Jacqueline M. Doyle, Nadia B. Fernandez, Adam E. Duerr, Peter H. Bloom, Matthew C. Fitzpatrick, Tricia A. Miller, Renee C. E. Culver, Loan Braswell, J. Andrew DeWoody. Golden Eagle fatalities and the continental-scale consequences of local wind-energy generation. Conservation Biology, 2016; DOI: 10.1111/cobi.12836

5. Удалов С. Н. Возобновляемая энергетика [учебное пособие] / С. Н. Удалов. — Новосибирск : НГТУ, 2016. — 606 с., [8] л. цв. ил. ил.; 25. — (Учебники НГТУ); ISBN 978-5-7782-2915-0.

УДК 621.3

ПРИМЕНЕНИЕ СЕТЕВЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДСКИХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НИЗКОГО НАПРЯЖЕНИЯ НЕВЫСОКОЙ ЭТАЖНОСТИ

О.П. Балашов

Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Аннотация. В работе проведен анализ различных подходов к повышению надежности электроснабжения городских потребителей с использованием сетевых решений. Выявлено наиболее перспективное комплексное сетевое решение обеспечивающее повышение надежности электроснабжения городских потребителей низкого напряжения.

Ключевые слова: надежность электроснабжения, сетевые решения, электроснабжение городских потребителей, петлевая автоматизированная схема.

APPLICATION OF NETWORK SOLUTIONS TO INCREASE THE RELIABILITY OF ELECTRICITY SUPPLY FOR LOW-VOLTAGE URBAN CONSUMERS WITH LOW-RISE

O.P. Balashov

Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the AltaiStateTechnicalUniversity named after I.I. Polzunov

Abstract. The paper analyzes various approaches to improving the reliability of power supply to urban consumers using network solutions. The most promising integrated network solution has been identified to improve the reliability of low-voltage power supply to urban consumers.

Keywords: reliability of power supply, network solutions, power supply to urban consumers, loop automated circuit.

Введение

Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года [1] предусматривает развитие сетевых технологий в электроэнергетике, включая применение активно-адаптивных сетей и источников распределительной генерации. Применение таких элементов в системе электроснабжения города является одним из актуальных направлений обеспечения надежности питания большого круга потребителей электрической энергии вне зависимости к какой категории электроснабжения они относятся и имеют режим работы.

Система электроснабжения городов Российской Федерации проектировалась и формировалась ещё 80-х-90-х г. XX века и выполнялась по принципам обеспечения потребителей электрической энергии с использованием стандартных простых схем и возможностью обеспечения надежности за счет ручного резервирования со стороны источника питания при наличии горячего резерва.

Если режимы электрических сетей и их оптимизация и рассматривались в рамках системы электроснабжения городских потребителей, то как правило они касались напряжения 6-10 кВ и то только для электроустановок сетевого предприятия. При этом не учитывались электроприемники сторонних организации по причине недостатка информации о их функционировании. Или касались электрических сетей напряжением 110 кВ и выше при оптимизации и снижения потерь электрической энергии при транзите. При этом сетям низкого напряжения 0,4 кВ, обеспечивающих питанием большинства жилых одноэтажных зданий и объектов невысокой этажности (до 9 этажей) не уделялось широкого внимания.

В настоящее время с изменением структуры и объема потребления электрической энергии в системе городского электроснабжения вопросы повышения надежности электроснабжения становится всё более актуальным.

Целью данной работы является выявление основных сетевых решений, обеспечивающих повышение надежности электроснабжения городских потребителей низкого напряжения невысокой этажности.

Материалы и методы

При решении задачи были использованы методы анализа, моделирования и сравнения необходимые для выбора наилучших сетевых решений при электроснабжении городских потребителей. Для анализа публикаций была рассмотрена выборка из 20 научных работ, проиндексированных в базах РИНЦ.

Результаты

В ходе анализа опубликованных работ было выявлено несколько различных подходов к повышению надежности электроснабжения городских потребителей с использованием сетевых решений:

1. Использование радиальных и магистральных схем электроснабжения потребителей низкого напряжения невысокой этажности как наиболее простых, широкое применение которых не противоречит действующему нормативному документу по проектированию систем электроснабжения жилых и общественных зданий [2]. Согласно [2] к схемам электрических сетей помимо требования электроснабжения, предъявляются требования надежности и электробезопасности как с использованием ручного управления, так и автоматического на вводе при наличии двухсекционных устройств. Особенностью регламентированных требований является то, что они носят рекомендательный характер, распространяясь на электроустановки не соответствуют современным реалиям и не направлены на решения вопросов с повышением надежности электроснабжения.

2. Применение автоматизированных устройств резервирования (АВР) у потребителей электрической энергии. Бесспорно, использование устройств АВР обеспечивает повышение надежности электроснабжения потребителей, к тому же в настоящее время большинство современных вводных распределительных устройств зданий и сооружений городского типа поддерживает эту опцию изначально. Но для объектов ввод которых был осуществлен до 90-х годов прошлого века согласно требованиям нормативных документов, того времени установка таких устройств считалось необязательным.

С другой стороны, наличие АВР у потребителя ни каким образом не оказывает влияние на функционирование питающих линий. То есть, если в какой-либо момент произойдет отключение резервной линии от источника питания по каким-либо причинам обеспечить бесперебойное электроснабжение потребителей при выходе из строя основной линии не будет возможным.

3. Применение для повышения надежности электроснабжения петлевых схем [3, 4] с устройством АВР, установленным в вводно распределительном устройстве (ВРУ) у потребителя (рис. 1).

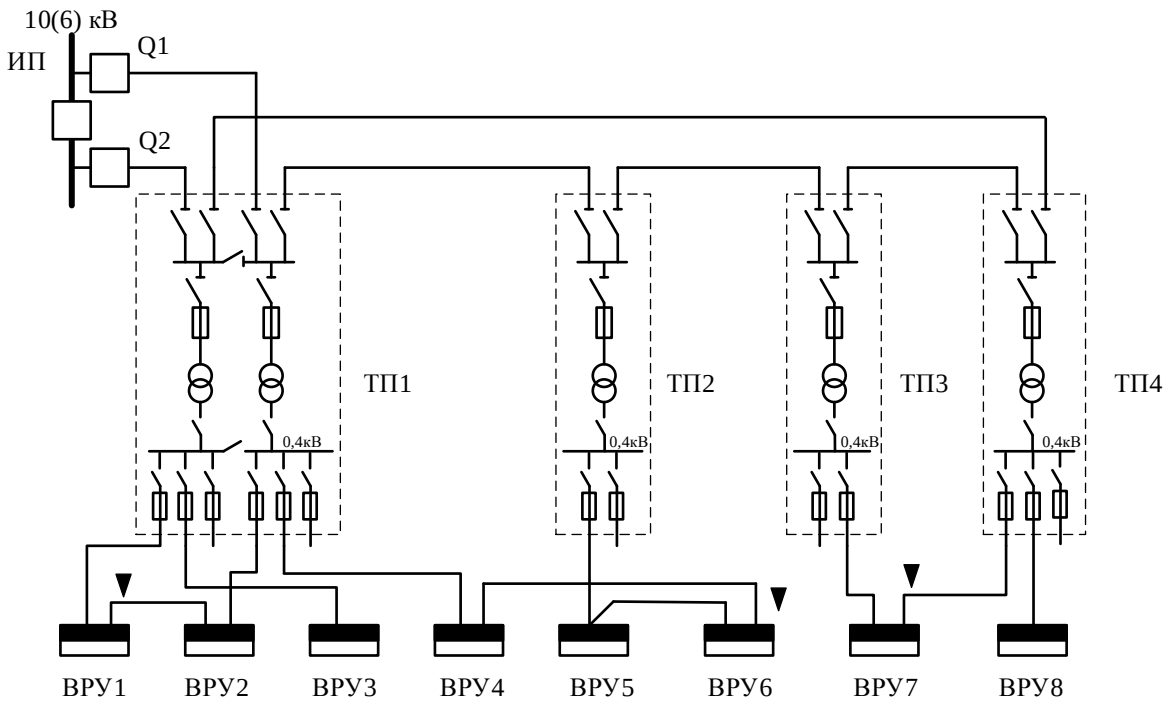


Рис. 1 – Петлевая сема городского электроснабжения потребителей: ИП – источник питания, Q – силовой выключатель, ТП – трансформаторная подстанция, ВРУ – вводное распределительное устройство

Такой способ повышения надежности электроснабжения имеет свои особенности. Источником питания (ИП) такой сети являются одно и двух трансформаторные подстанции напряжением 10(6)/0,4 кВ, включенные со стороны высокого напряжения по петлевым или магистральным схемам [3]. При этом каждая подстанция работает только на группу своих потребителей, отбор мощности для других электроприемников технически невозможен. При возникновении аварийной ситуации с отключением электроснабжения потребителей питание может быть восстановлено только в результате действий оперативного персонала, при наличии резервных линий или в результате ремонтных работ, которые могут затянуться на определённый период, что с учетом современного развития техники является не приемлемым.

Установка элементов резервирования со стороны потребителя позволяет повысить уровень надежности электроснабжения для ряда потребителей, но не решает вопросы общего повышения надежности обеспечения электрической энергии для остальных потребителей, у которых отсутствуют автоматические устройства резерва или местный источник электроснабжения.

4. Использование распределительной генерации совместно с сетевыми решениями. В работе [5] рассмотрены направления использования различных вариантов схем включая ветроэнергетических, фотоэнергетических и электромашинных установок генерации, а также построение гибридных источников питания для повышения надежности электроснабжения потребителей, в том числе с возможными вариантами их сопряжения при работе на общих потребителей.

При всей положительной эффективности применения гибридных устройств следует заметить, что установки ветроэнергетических и электромашинных агрегатов в микрорайонах зданий невысокой этажности не представляется возможным из-за особенностей их функционирования. Применение фотоэнергетических установок должно приветствоваться и развиваться несмотря на их сегодняшнюю невысокие технико-экономические показатели в системе городского электроснабжения.

5. Использование накопителей электрической энергии. Накопители электрической энергии сегодня стали широко использоваться для повышения надежности электроснабжения потребителей [6], применение которых в системе городского электроснабжения имеет определенные особенности. Во-первых, их использование не ограничено нормативными документами, во-вторых, увеличение их эффективности возможно только в сопряжении с элементами их распределительной генерации, например, с фотоэнергетическими установками, в-третьих, сегодня они являются достаточно дорогими устройствами и уступают по некоторым критериям сетевым источникам питания.

Обсуждение

Проанализировав различные подходы к повышению надежности электроснабжения городских потребителей низкого напряжения невысокой этажности пришли к выводу, что следует отдавать предпочтение использованию автоматизированных петлевых и замкнутых схем с дополнением фотоэнергетических установок.

Предлагается на стороне низкого напряжения повышение надежности электроснабжения рассматривать как комплексное решение, включающее в себя следующие элементы:

1. Обязательную установку типовых устройств АВР, включая не только ВРУ потребителя, но и на шинах низкого напряжения городских двухтрансформаторных подстанций.

2. Дополнить распределительную сеть кабельными линиями низкого напряжения, позволяющие преобразовать её в петлевую или в замкнутую.

3. Установить секционирующие пункты с интеллектуальными автоматическими выключателями.

4. Использовать фотоэнергетические установки распределительной генерации.

Предлагаемые элементы комплексного решения представлены на схеме (рис. 2). Питание потребителей осуществляется от шин одно- и двухтрансформаторных подстанций напряжением 10(6)/0,4 кВ. Для снижения потерь мощности и устранения дополнительных перетоков электроэнергии автоматизированная петлевая или замкнутая схема 0,4 кВ работает в разомкнутом режиме.

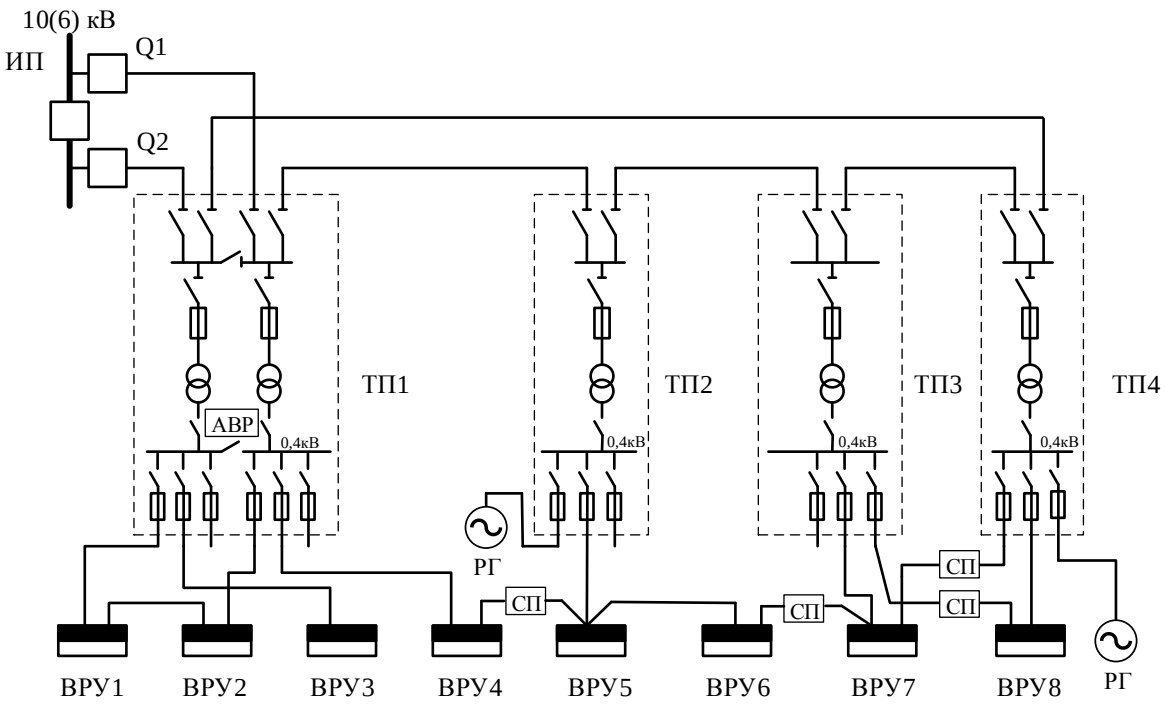


Рис. 2 – Схема петлевой автоматизированной сети: ИП – источник питания, Q – силовой выключатель, ТП – трансформаторная подстанция, ВРУ – вводное распределительное устройство, QW – выключатель нагрузки, TV – трансформатор напряжения, АВР – устройство автоматического включения резерва, СП – секционирующий пункт, РГ – устройство распределительной генерации.

В случае аварийного отключения какой-либо из линий, например, при возникновении короткого замыкания на линии от ТП1 до ВРУ4 сработает защита и потребитель останется без питания. При наличии второй линии от ВРУ5 (ТП2), находящейся под напряжением, АВР ВРУ4 производит переключение на питание потребителя от ВРУ5.

Секционирующий пункт обеспечивает защиту и секционирование автоматизированной петлевой или замкнутой схемы, позволяя в нормальном режиме обеспечить питанием отключенных нагрузок, а в случае аварии приводит к отключению кабельной линии для предотвращения развития аварии.

Фотоэнергетические установки распределительной генерации подключены к шинам трансформаторных подстанций ТП2 и ТП4 с сопряжением режима работы с сетевым источником питания городских потребителей. Они позволяют с одной стороны стабилизировать питание потребителей, разгружая сетевые источники питания, с другой стороны поддержать питание потребителей, повышая надежность их электроснабжения.

Наше исследование показало, что с использованием сетевых решений существует несколько возможных направлений повышения надежности электроснабжения городских потребителей низкого напряжения невысокой этажности.

В современных условиях наиболее реализуемым методом повышения надежности электроснабжения рассматриваемых потребителей является использование комплексного решения, основанного на переводе радиальных и магистральных схем на автоматизированные петлевые и замкнутые с применением устройств АВР и СП. Применение фотоэнергетических элементов позволит также повысить надежность электроснабжения потребителей путем стабилизации работы городских трансформаторных подстанций и снижения их аварийности.

Список литературы

1. Энергетическая стратегия России на период до 2035 года, утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 09.06.2020 № 1523-р.

2. СП 256.1325800.2016. Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа. (утв. Приказом Минстроя России от 29.08.2016 N 602/пр) // https://gostassistent.ru/doc/d2a9b2f7-59db-4367-a4f5-cd97ff40476f (дата обращения: 10.11.2024)

3. Федотов А.И., Наумов О.В., Чернова Н.В. Проектирование городских электрических сетей: учеб. пособие / А.И. Федотов, О.В. Наумов, Н.В. Чернова. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2015. – 108 с.

4. Балашов О.П. Направления развития городских электрических сетей низкого напряжения для электроснабжения потребителей невысокой этажности / Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы: Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции 24-25 ноября 2023 г. / Под ред. к.т.н., доцента В.В. Гриценко / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2023. - 229 с. // https://www.rubinst.ru/sites/default/files/files/science/conference_materials/technical_collection-24.pdf (дата обращения: 10.11.2024)

5. Обухов С.Г., Плотников И.А. Сравнительный анализ схем построения автономных электростанций, использующих установки возобновляемой энергетики / С.Г. Обухов, И.А. Плотников // Промышленная энергетика. – 2012. - №7. - с.46-51.

6. Умбеткулов Е.К., Соколова И.С. Накопители электроэнергии. Учебное пособие: / Е.К. Умбеткулов, И.С. Соколова. – Алматы: АУЭС им Г. Даукееева, 2022. – 79 с. - ISBN 978-601-358-048-7

УДК 621.314.26

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧАСТОТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В.Д. Великжанин, К.С. Киряков, М.И. Красноборов

Лысьвенский филиал ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Аннотация. В статье рассматриваются различные методы использования управления частотными преобразователями с целью повышения эффективности технологических процессов в различных производственных сферах. Обсуждаются возможности применения

данных методов для улучшения работы промышленного оборудования.
Ключевые слова: частотные преобразователи, электропривод, энергоэффективность, управление двигателями

USING FREQUENCY CONVERTERS IN INDUSTRY

V.D. Velikzhanin, K.S. Kiryakov, M.I. Krasnoborov
Lysva branch of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Perm National Research Polytechnic University"

Abstract. The article discusses various methods of using frequency converter control to improve the efficiency of technological processes in various production areas. The possibilities of using these methods to improve the operation of industrial equipment are discussed.
Keywords: frequency converters, electric drive, energy efficiency, motor control

Введение

В последние годы преобразователи частоты стали важным компонентом для управления электродвигателями в промышленной сфере. Эти устройства дают возможность варьировать скорость вращения двигателей, обеспечивая их универсальность и приспособляемость к различным эксплуатационным условиям. Основное их предназначение заключается в управлении скоростью работы двигателей и электрооборудования, а также в преобразовании тока в переменный с определенной частотой.

Частотный преобразователь представляет собой оборудование в области электротехники, предназначенное для управления частотой переменного напряжения. Основное применение таких устройств заключается в регулировании частоты вращения и крутящего момента у асинхронных электрических машин.

Частотные преобразователи бывают двух основных видов: с прямой связью и с промежуточным звеном постоянного тока. В первом случае синусоидальное выходное напряжение создается из частей входного напряжения. Однако наиболее широко распространены преобразователи частоты с промежуточным звеном постоянного тока, обычно основанные на инверторах напряжения.

Частотные преобразователи широко используются в промышленных областях, включая производство, металлургию, машиностроение, энергетику, пищевую промышленность, а также применяются в строительстве и эксплуатации зданий и сооружений [1].

В современной промышленности управление частотными преобразователями широко применяются разнообразные автоматизированные методы. Методом, наиболее распространенным среди них, являются ПИД-регуляторы, основанные на контроле трех параметров: пропорциональности, интеграции и дифференциации. Данные параметры поддаются настройке для достижения оптимального режима работы системы. Дополнительно, для точного управления скоростью и напряжением двигателя, применяется метод векторного управления, основанный на использовании векторной математики [2].

Особенности применения частотных преобразователей

Выделяют следующие особенности применения частотного преобразователя в системах управления двигателей:

– регулирование скорости. Позволяют плавно, точно регулировать вращение мотора в широком диапазоне в зависимости от требуемых условий процесса;

– экономия электроэнергии. Благодаря возможности управления скоростью и крутящим моментом электродвигателя, частотные преобразователи позволяют сократить потребление электроэнергии, снизить эксплуатационные расходы;

– увеличение срока службы оборудования. Плавный пуск и остановка электродвигателя, а также защита от перегрузок и коротких замыканий помогают уменьшить износ, увеличить срок службы электродвигателя и связанного с ним оборудования;

– автоматизация и управление процессами. Устройства интегрируются в системы автоматизации производства, обеспечивая возможность удаленного управления, мониторинга и настройки параметров работы оборудования;

– улучшение качества продукции. Управление скоростью и крутящим моментом электродвигателя оптимизирует процессы производства, что в конечном итоге улучшает качество производимой продукции;

– совместимость с различными типами электродвигателей.

Частотные преобразователи могут использоваться с различными типами электродвигателей, такими как асинхронные, синхронные, постоянного тока. Частотные преобразователи, также известные как частотно-регулируемые приводы или инверторы, используются в различных сферах благодаря своей способности изменять частоту и амплитуду напряжения, подаваемого на электрические двигатели.

Рассмотрим области применения частотных преобразователей исходя из особенности применения в системах управления.

1. Металлургия

В области металлургии частотные преобразователи широко используется благодаря возможности повысить энергетическую эффективность и точность технологических операций. Например, в прокатных станах преобразователи регулируют скорость двигателей, контролирующих движение роликов, натяжение лент и работу других механизмов. В металлургических установках, таких как прокатные станы, требуется быстро и точно реагировать на изменение технологических условий. Частотные преобразователи не только контролируют скорость, но и управляют пусковыми и тормозными режимами электродвигателей. Такая управляемость улучшает качество продукции, снижает брак, что становится особенно важным в условиях роста требований к эффективности данной промышленности [4].

2. Водоснабжение и теплоснабжение

В водоснабжении и системах отопления, где используется оборудование для перекачки горячей и холодной воды, внедрение преобразователей дает

возможность быстро адаптироваться к изменению потребностей, обеспечивая поддержание нужного давления в трубах. Это приводит к продлению срока эксплуатации оборудования и труб, а также снижает риск аварий из-за колебаний давления в системе. В котельных и на электростанциях (ТЭС и ТЭЦ), частотные преобразователи регулируют скорость работы вспомогательных устройств, к ним относятся вентиляторы, дымососы, насосы для подачи топлива и другие подобные механизмы [6].

3. Лифтовое оборудование

В лифтовом оборудовании частотные преобразователи играют важную роль, обеспечивая плавное и безопасное перемещение кабины с пассажирами или оборудованием. Применение частотных преобразователей в лифтах помогает избежать резких рывков при запуске и остановке, что не только делает поездку комфортнее для пассажиров, но и значительно увеличивает срок службы механических деталей лифта. Частотные преобразователи также позволяют сделать энергопотребление лифтов более эффективным. Обычные системы, которые работают с постоянной мощностью, часто потребляют большое количество электроэнергии, особенно когда лифт бездействует или часто останавливается. В данном случае, частотные преобразователи позволяют точно настроить мощность, используемую двигателем, в зависимости от нагрузки и текущих условий. Это сокращает расходы на электроэнергию и способствует более экологичному использованию ресурсов [7].

4. Электротехника и электроэнергетика

Частотные преобразователи широко используются в электротехнике и электроэнергетике благодаря их способности эффективно регулировать скорость и крутящий момент электродвигателей. Это способствует значительному повышению энергоэффективности техники, уменьшению износа механических компонентов и расширению функциональности промышленных систем.

Автоматизация производственных процессов также необходится без частотных преобразователей. В промышленной среде они обеспечивают точное управление двигателями, используемыми на конвейерах, в подъемных механизмах и упаковочных линиях, что способствует улучшению качества продукции и увеличению производительности. Возможность быстрой смены настроек и интеграции с системами управления делает их незаменимыми в условиях быстро меняющегося рынка, требующего гибкости и оперативной адаптации производства.

5. Крановое оборудование

В системах с использованием кранов, частотные преобразователи играют ключевую роль в точной настройке скорости и момента двигателей, что особенно критично для безопасного и аккуратного перемещения грузов. В мостовых и башенных кранах такие преобразователи способствуют плавному началу и завершению работы, уменьшая динамические нагрузки и износ деталей механизмов.

Применение частотных преобразователей значительно улучшает энергоэффективность кранового оборудования. Традиционные методы управления предполагают, что двигатель работает на полной мощности постоянно, что ведет к излишнему расходу электроэнергии. Использование частотных преобразователей позволяет корректировать мощность двигателя в зависимости от реальной нагрузки, что способствует экономии электроэнергии и снижению эксплуатационных расходов. В сочетании с умными системами управления, данные решения способны значительно повысить производительность и надежность всего оборудования.

Одним из ключевых преимуществ применения частотных преобразователей в кранах является возможность автоматизации процессов и их интеграция в более сложные системы управления. Новейшие преобразователи оборудованы функциями дистанционного контроля и управления, что дает возможность специалистам и операторам следить за состоянием машин и корректировать их работу при необходимости. Это особенно актуально для крупных предприятий, где требуется координация работы нескольких единиц техники одновременно [5].

Заключение

Использование частотных преобразователей позволяет существенно снизить затраты на энергию, увеличить срок службы оборудования и улучшить управление технологическими процессами. Более того, использование их уменьшает механический износ и вибрацию, что ведёт к снижению затрат на техническое обслуживание и ремонт.

Значимым преимуществом применения частотных преобразователей является их роль в обеспечении устойчивого развития и экологической безопасности предприятия. Снижение потребления электроэнергии оказывает прямое влияние на уменьшение выбросов углекислого газа и другихзагрязнителей, что соответствует современному тренду перехода на более экологически чистые технологии. Это улучшает экологическую репутацию компании и позволяет её соответствовать ужесточающимся международным стандартам в области охраны окружающей среды.

В конечном счёте, применение данных устройств способствует значительному повышению уровня автоматизации производства. Они интегрируются с текущими системами управления и могут работать в связке с различными датчиками и контроллерами, что обеспечивает автоматическую регулировку рабочих параметров оборудования в режиме реального времени.

Список литературы

1. Васькин, А. Н. Автоматизированные методы управления частотными преобразователями / А. Н. Васькин, Е. Н. Ракутько // Современные тенденции развития аграрной науки: Сборник научных трудов II международной научно-практической конференции, Брянск, 07–08 декабря 2023 года. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2023. – С. 447-451.

2. Особенности применения частотных преобразователей в современном электроприводе / И. А. Пожидаев, Д. А. Мирошник, Д. А. Михайленко, Е. А. Извеков // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 72-й национальной научно-практической конференции студентов и магистрантов, Воронеж, 01 апреля – 31 мая 2021 года / Воронежский государственный аграрный университет. Том Часть I. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, 2021. – С. 428-432.

3. Нароленко, В. Н. Принцип работы частотного преобразователя и Критерии его выбора для потребителя / В. Н. Нароленко // Введение в энергетику: Сборник материалов I Всероссийской молодежной научно-практической конференции, Кемерово, 17–19 декабря 2014 года. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 2014. – С. 94.

4. Лапшин, А. А. Энергоэффективное использование частотных преобразователей в металлургии / А. А. Лапшин, С. А. Микаева, Ю. А. Журавлева // Наукосфера. – 2023. – № 6-1. – С. 169-174.

5. Павлова, М. Н. Частотное регулирование привода перемещения мостового крана / М. Н. Павлова // Студенческий вестник. – 2021. – № 17-6(162). – С. 97-98.

6. Юхтанов, Д. В. Инновации в водоснабжении / Д. В. Юхтанов, В. Б. Трошкина // Образование. Наука. Производство : Сборник докладов XIV Международного молодежного форума, Белгород, 13–14 октября 2022 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2022. – С. 78-81.

7. Шкодюк, В.И. Современные направления модернизации лифтового оборудования / В.И. Шкодюк; науч. рук. П.А. Григорьев // Подъемно-транспортные, строительные, дорожные, путевые, мелиоративные машины и робототехнические комплексы: сб. ст. 26-й Моск. междунар. межвуз. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Москва, 12–13 мая 2022 г. – Москва: Рос. гос. аграр. ун-т – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 189-193.

УДК 681.5

АВТОМАТИЗАЦИЯ БЛОЧНО-МОДУЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ

С.А. Зверев, М.И. Красноборов

Лысьвенский филиал ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Аннотация. Настоящая статья посвящена комплексной автоматизации блочно-модульных котельных, реализации данного подхода и увеличения кпд-индикаторов котельных. Проанализированы области применения блочно-модульных котельных, экономическая целесообразность применения и затронут вопрос экологического «следа».

Ключевые слова: насос, управление электроприводом, БМК, блочно-модульная котельная

AUTOMATION OF BLOCK-MODULAR BOILER HOUSES

S.A. Zverev, M.I. Krasnoborov

Lysva branch of the Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education «Perm National Research Polytechnic University»

Annotation. This article is devoted to the integrated automation of block-modular boiler houses, the implementation of this approach and increasing the efficiency indicators of boiler houses. The fields of application of block-modular boilers, the economic feasibility of their use are analyzed and the issue of the ecological "footprint" is raised.

Keywords: pump, electric drive control, BMK, block-modular boiler house

Введение

Избранная для настоящей публикации тематика обладает актуальным характером и большим значением в текущих реалиях, при которых проработка вопроса сбережения энергии и наращение уровня продуктивности и степени обоснованности применения ресурсов из категории «комплексные» все чаще рассматриваются в качестве задач-приоритетов. Вместе с тем, блочно-модульные котельные (БМК) – крайне результативное и подкрепленное должными обоснованиями решение, позволяющее снабжать теплом самые разные объекты (предприятия тех или иных промышленных отраслей, объекты-здания офисного назначения, предназначенные для проживания объекты-дома и т.д.). Тем не менее, чтобы данные котельные функционировали с высоким уровнем эффективности, для них должна реализовываться автоматизация диагностических, контрольно-мониторинговых и управленческих процессов.

Перед настоящим исследованием стоит главная цель, которая состоит в подробном анализе стоящих перед автоматизацией функционирования БМК задач и связанных с этим принципов. Кроме того, она состоит в организации и осуществлении детализированной аналитической работы относительно существующих технологических решений и методологических подходов, позволяющих в полной мере разрешить такого рода задачи.

Чтобы данная основная цель была достигнута, в контексте настоящего исследования к рассмотрению принимаются такие ключевые вопросы:

- наиболее значительные задачи и принципы автоматизации БМК;
- подробная аналитическая работа относительно технологических решений и методик, которые могут применяться и применяются для стабильной и качественной автоматизации диагностических, контрольных и управленческих процессов;
- оценивание результатов внедрения данных решений, обнаружение возможностей и направлений для оптимизации их применения.

Полученные в настоящем исследовании данные и положения могут использоваться специалистами и экспертами в сфере производственного менеджмента, автоматизации процессов из разряда «производственные» и энергетики. Кроме того, они могут представлять интерес для пытающихся разрешить вопросы наращения уровня результативности применения ресурсов топливного типа и сокращения отрицательного экологического «следа» [1].

Энергия теплового типа представляет собой одну из ключевых разновидностей энергоресурсов, которые нужны для человеческой жизни и деятельности. Зачастую она применяется в целях выпуска электроэнергии, для разрешения промпредприятиями своих задач технического характера, отопления и снабжения горячей водой объектов-зданий социального и жилого назначения.

Понятие «отопительная система» рассматривается в качестве целостной общности устройств и технических средств, которые производят генерацию энергии теплового типа и направляют ее непосредственно субъектам-потребителям в форме воды с высокой температурой или водяного пара. Данная система выступает обладающим наибольшим значением компонентом всей энергоэффективностьи национального уровня.

Устройство отопительного (котельного типа) считается самым существенным элементом всей энергоснабжающей системы, которая, в свою очередь, рассматривается в качестве полноценного комплекса механизмов и узлов, которые отвечают за формирование энергии теплового типа (в форме воды с высокими температурными показателями или водяного пара).

Вырабатываемые промпредприятиями отходы из разрядов «термические» и «горючие», энергия геотермального и солнечного типов, ядерное топливо или горючее на органической основе – все это применяется как первичные энергетические источники для тепловой электроцентрали (ТЭЦ).

В зависимости от состояния агрегатного порядка, топливо органическое подразделяется на газообразные, жидкие и твердые виды. Наиболее распространенным вариантом топлива газообразного типа выступает природный газ с 55-процентным удельным весом потребления в совокупном потреблении на установках котельного типа. И этот показатель сохраняет свою величину в течение достаточно продолжительного временного интервала.

Из представленной выше информации следует, что результативное применение данного теплового источника на ТЭЦ – это значимый аспект масштабной задачи народнохозяйственного характера, касающейся экономии ресурсных средств из категории «топливно-энергетические».

Газ природного типа рассматривается в качестве обеспечивающего экономию и являющегося универсальным видом горючего. Он позволяет нарастить величину индикаторов трудовой производительности, сделать производственную среду более комфортной, сконструировать и интегрировать в практику более результативно и устойчиво функционирующее оборудование, оптимизировать процессы из группы «технологические», параллельно сократив удельные топливные затраты. Обладающее квалифицированным характером сжигание газового топлива способствует поддержанию защищенного состояния воздушных бассейнов пунктов населенного типа и объектов промышленности от загрязнения, чреватого крайне неблагоприятными последствиями.

Применяя инновационные процессы технологического плана и энергоэффективное оснащение, появляется возможность сократить значение удельных издержек газа на 1 ед. продукции [2].

БМК представляет собой котельную, которая имеет вид транспортабельного и независимого модуля (либо комплекса модулей) с комплектом оборудования котельного типа. Такие котельные используются в целях обеспечения запросов организаций и предприятий, которые сталкиваются с дефицитом энергоресурсов или потребностью в применении менее дорогостоящих и высококачественных теплоисточников для решения отопительных задач, вопросов снабжения горячей водой и генерации технологического пара.

Котельная модульного типа не нуждается в беспрерывном контроле со стороны субъекта-оператора и оборудована сигнализационной системой, срабатывающей при чрезвычайной ситуации. Ее оснащение функционирует автономно: интегрированные сенсоры следят за температурными показателями внутри объекта, конфигурация определяется дистанционным пультом. БМК монтируется на любом объекте и оперативно включается в состав наличествующей отопительной системы.

Котлы модульного типа применяются для временного и постоянного подключения. Среди специфических черт БМК можно выделить быстроту запуска в использование, незначительный объем издержек на техническое обслуживание (ТО) и несущественную цену.

Участки земельных территорий, которые предназначены для возведения котельных, отбираются на основании схемы теплоснабжения, при учете проектов застройки и планирования городских и прочих территорий. Также в расчет могут браться генпланы предприятий, схемы генпланов общностей предприятий с промышленными узлами и пр.

Габариты участков земли для котельных, устанавливаемых в жилых районах, определяются существующими в сфере строительства правилами и нормативами.

В рамках настоящего контекста предлагается локальный уровень автоматизации, ограниченный конкретными компонентами – горелками модульного типа, химической водоочисткой, сигнализационными системами охранного и противопожарного назначения, системой тушения пожаров.

Безопасность пожарного типа, характерная для котельных в рамках из этапа проектирования, достигается и поддерживается посредством исполнения целого комплекса требований из категории «противопожарные», которые раскрываются в соответствующих строительных правилах и нормативах, касающихся проектирования установок-котельных, а также в правилах безопасного использования и устройства котлов из групп «водогрейные» и «паровые» [3].

Применение инновационных средств, обеспечивающих автоматизацию установок-котельных, дает возможность достигнуть такой оснащенности технического плана, которая способствует сокращению объема потребляемой электрической энергии и газового топлива, параллельно поддерживая продолжительный эксплуатационный период. Наиболее значимый же аспект

связан с поддержанием должного уровня защиты и безопасности, учитывая применение природного газа как горючего.

Кроме этого, не стоит забывать о том, что дополнительная финансовая экономия детерминируется сокращением степени аварийности, предотвращением потенциальных штрафов, ремонтных мероприятий и компенсаций лицам, которым может быть нанесен ущерб при аварийной ситуации. Большое количество российских изготовителей автоматизирующих средств предлагают готовые к применению комплексные варианты. Тем не менее, такие решения далеко не в каждом случае отвечают требованиям и условиям конкретного объекта [4].

В данной связи целесообразно отметить, что установленная в котельной автоматика комплексного типа призвана разрешать такие основные задачи:

- сохранение нужных температурных показателей теплового носителя в автоматизированном режиме с погодно-климатической регулировкой;
- каскадирование, предусматривающее возможность подбора котла, который будет являться ведущим;
- сигнализационная система с точной индикацией поломки и нарушения на операторской панели и направлением соответствующего сигнала на пункт диспетчера;
- регистрационная фиксация ситуаций, признаваемых аварийными;
- производимое в удаленном режиме управление оснащением котельной с операторской панели или диспетчерского пункта;
- демонстрация архивных и операционных величины параметров технологического характера;
- блокировки в целях защиты и управление всей совокупностью оборудования.

С целью практического осуществления комплексной автоматики предложено применять систему модульного типа модели WAGO-I/O-SYSTEMS. На уровне, который является физическим, оборудование устанавливается в шкафы из металла. Обособленные шкафы есть для размещения оборудования, применяющегося для управления насосными станциями. Также предусмотрен предназначенный для размещения электрического оборудования шкаф «автоматического ввода резерва» (АВР, ввод).

На связанной с автоматикой щитке находятся средства, обеспечивающие управление всей авто-системой. В его корпусе находится PLC-контроллер (программируемый), аппаратура защитного назначения и иные установочные устройства. HMI-панель позволяет контролировать функционирование автоматики в котельной. На нее выводится ключевая информация: в частности, характеристики резервных и действующих насосных станций, устройств-горелок, температурные и барические индикаторы, сведения об аварийных функциональных режимах и пр.

В целях контроля ситуаций аварийного характера в условиях не подвергаемой обслуживанию котельной, установлена система дистанционной

диспетчеризации с использованием прибора-модема GSM. С помощью каналов мобильной связи осуществляется передача соответствующих сигналов [5].

Подбор сетевых насосных станций произведен, согласно характеристикам наличествующей теплосети. Координация работы их электрического привода может производиться обычным пускателем электромагнитного типа с тепловым реле. То есть, будет производиться непосредственный запуск мотора, что воспрепятствует гидроударам при запуске.

Механическая нагрузка ударного характера на агрегат-насос при непосредственном запуске приводит к росту величины зазоров в физических соединениях в пространстве между мотором. Этот же фактор обуславливает ускоренный износ элементов-соединений «часть насосная + электрический двигатель» - разрыв шпонки на установленном в агрегате-насосе валу, сокращенный срок службы подшипниковых элементов, разрыв муфты или деформация/порча функционального колеса.

В контексте электросети отмечаются скачки электрического тока и просадки напряжения при запуске привода. Есть классический вариант плавного запуска двигателей асинхронного типа с ротором, являющимся короткозамкнутым. Он подразумевает переключение треугольник-звезда. К экзотическим же подходам можно отнести применение автоматического трансформатора.

Экономичным и соответствующим текущим условиям для плавного запуска двигателя асинхронного типа можно назвать применение частотного устройства-преобразователя (устройство плавного запуска), который имеется в сериях практически каждого крупного изготовителя техники приводного типа.

Избранные для реализации соответствующего проекта устройства – универсальные варианты, позволяющие разрешать обширный спектр задач касаемо автоматизации оснащения технологического плана.

В случае, если идея об интеграции автоматизированной системы в БМК с тепловой производительностью 4 МВт будет реализована успешно, то аналогичный комплекс возможно интегрировать в проектируемую котельную, предназначенную для отопления объектов-зданий административного назначения вне территориальных границ предприятия [6].

Решения программного и аппаратного характера, которые внедрены в конструируемую систему, дают возможность совместить котельные в общий комплекс, в иерархии которого верхний уровень представлен серверным оборудованием с программным обеспечением (ПО) WAGO-I/O-PROCAA. Подобный подход обеспечит управление и контроль за котельными с места работы в круглосуточном режиме.

Ключевые принципы автоматизации БМК касаются координации и надзора за процессами, которые касаются генерации тепловой энергии. Среди ключевых задач можно выделить:

- оперативный и беспрерывный контроль барических и температурных показателей в рамках системы. Автоматизированная система управления (АСУ)

призвана отслеживать барические и температурные индикаторы, предупреждая замерзание и перегревание;

- контроль за присущим топливу составом. Установки-котельные могут применять разные варианты горючего (топливо твердого типа, мазут, газ и пр.). АСУ призвана держать под контролем топливный состав для поддержания стабильного и корректного функционирования всей системы и минимизации экологического влияния;

- управление потреблением энергии и его регулировка, при учете актуальных запросов;

- контроль уровня загруженности котла для пролонгации его срока службы и поддержания результативного функционирования;

- координация сервисных и диагностических процедур.

Указанные выше задачи разрешаются с использованием автоматических спецсистем, состоящих из ПО, приборов-контроллеров, датчиков и т.д.

Помимо всего прочего, в целях автоматизации установок-котельных могут использоваться «умные» термостаты, системы координации зон, вспомогательные управленческие системы и пр.

Есть обширный спектр технологических решений и типов, применимых к автоматизации диагностических, мониторинговых и управленческих процессов в БМК. Стоит более подробно остановиться на некоторых из их числа:

- локальная управленческая система, дающая возможность в индивидуализированном режиме настраивать температурные показатели на рабочих участках, экономя электрическую энергию и способствуя комфорту;

- смарт-термостат, настроенный, в зависимости от потребительских запросов, и оптимизирующий потребление энергии;

- дистанционное отслеживание и диагностика;

- анализ данных для интерактивного отслеживания соответствующих процессов.

Согласно определенным запросам и эксплуатационным условиям, в целях автоматизации БМК возможно использовать разные технологические решения и методологические подходы. В качестве основного фактора выступает нахождение баланса между надежностью, результативностью и издержками на эксплуатацию и ТО.

Отопительная система, взаимодействовать с которой будет установка-котельная модульного типа, является закрытой. То есть, вода из нее не извлекается, ввиду чего для несущественных колебаний затрат и барических индикаторов жидкости нецелесообразно применять регулятор частотного типа для электрического привода насосной станции. Отсутствует потребность в настройке характеристик отопительной системы. [7]

Заключение

В качестве основного вывода в контексте настоящего исследования стоит сказать, что анализ задач и ключевых принципов автоматизации БМК и разных технологических решений и методологических подходов, которые

применяются в целях разрешения данных задач, представляет собой крайне значимый и актуальный вопрос в рамках сферы ресурсо- и энергосбережения.

В целях оптимизации функционирования и управления БМК, нужно применять отвечающие современным условиям средства (диагностику, мониторинг и автоматизацию).

Также стоит указать, что для получения максимально положительных результатов, нужно задействовать комплексный подход, подразумевающий прикладные компетенции и теоретические познания касаемо работы с БМК.

По этой причине дальнейшее изучение рассматриваемого вопроса позволит в перспективе нарастить степень надежности и уровень производительности котельных, параллельно обеспечив наиболее существенные выгоды экономического плана.

Список литературы

1. Яковлев А. И. Тепловые сети и их влияние на энергетику. - Омск: ОмГТУ, 2021.

2. Фёдоров В. А. Тепловая энергетика: учебное пособие. - Москва: Высшая школа, 2020.

3. ГОСТ 12.2.003-91 "Система стандартов безопасности труда. Производственные процессы и оборудование. Общие требования к безопасности." Собрание актов Президента и Правительства Российской Федерации.

4. Астахов В. Н. Автоматизация блочно-модульных котельных: проектирование и эксплуатация. - Москва: Энергия, 2020.

5. Ковалёв Р. С. Энергетические системы: автоматизация и контроль. - Ростов-на-Дону: Южный издатель, 2020.

6. Тихонов Н. Л. Оборудование блочно-модульных котельных: автоматизация и безопасность. - Краснодар: КубГТУ, 2022.

7. Шевченко А. Н. Перспективы развития автоматизации энергетики. - Минск: Белорусское издательство, 2023.

УДК 620.92

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ

К.О. Псарев, Д.В. Пермяков, М.И. Красноборов

Лысьвенский филиал ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Аннотация. Статья содержит описание принципа работы суперконденсатора, затронуты его положительные и отрицательные стороны. В ходе работы рассматриваются современные подходы к разработке суперконденсаторов и их применения в энергетике, транспорте и промышленности.

Ключевые слова: суперконденсаторы, ионисторы, электрохимические конденсаторы, энергетические технологии, методы хранения электроэнергии.

MODERN ELECTRICITY STORAGE TECHNOLOGIES BASED ON SUPERCAPACITORS

K.O. Psarev, D.V. Permyakov, M.I. Krasnoborov

Lysva branch of the Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education «Perm National Research Polytechnic University»

Annotation. The article contains a description of the operating principle of a supercapacitor, its positive and negative aspects are touched upon. The work examines modern approaches to the development of supercapacitors and their applications in energy, transport and industry.

Keywords: supercapacitors, energy storage, energy technologies, energy storage methods.

Введение

В условиях роста потребности в надёжных и эффективных способах хранения электроэнергии, суперконденсаторы привлекают особое внимание ученых. Суперконденсаторы (ионисторы) сочетают в себе высокую скорость заряда за счет низкого внутреннего сопротивления, значительный срок службы, большую удельную мощность и устойчивость к большим температурным колебаниям (высокий рабочий диапазон температур).

Эти свойства делают суперкондесаторы перспективными для использования в транспортных средствах, в системах возобновляемой энергетики, а также в бытовых и промышленных устройствах. Но ионисторы не лишены и недостатков: низкая энергетическая плотность, невысокое рабочее напряжение на единицу элемента, высокий ток саморазряда.

Поэтому задача ученых и инженеров состоит в поиске новых материалов для компонентов суперконденсатора, а также заключается в усовершенствовании технологии производства суперконденсаторов для повышения их эффективности и надежности работы [1].

Принцип работы

Для понимания работы такого типа энергоносителя как суперконденсатор, рассмотрим его принцип работы и для наглядности изобразим внутреннюю конфигурацию на рис. 1.

В основе работы суперконденсатора лежит накопление энергии электростатическим способом вместо химических реакций, как у обычных конденсаторов.

Принцип работы суперконденсатора заключается в создании электрического двойного слоя на границе раздела между электродами и электролитом. Положительный и отрицательный электроды, погружённые в электролит и разделённые сепаратором, при подаче напряжения накапливают противоположные заряды (ионы) из электролита на своей поверхности. Сепаратор служит для исключения короткого замыкания между поляризованными электродами [2].

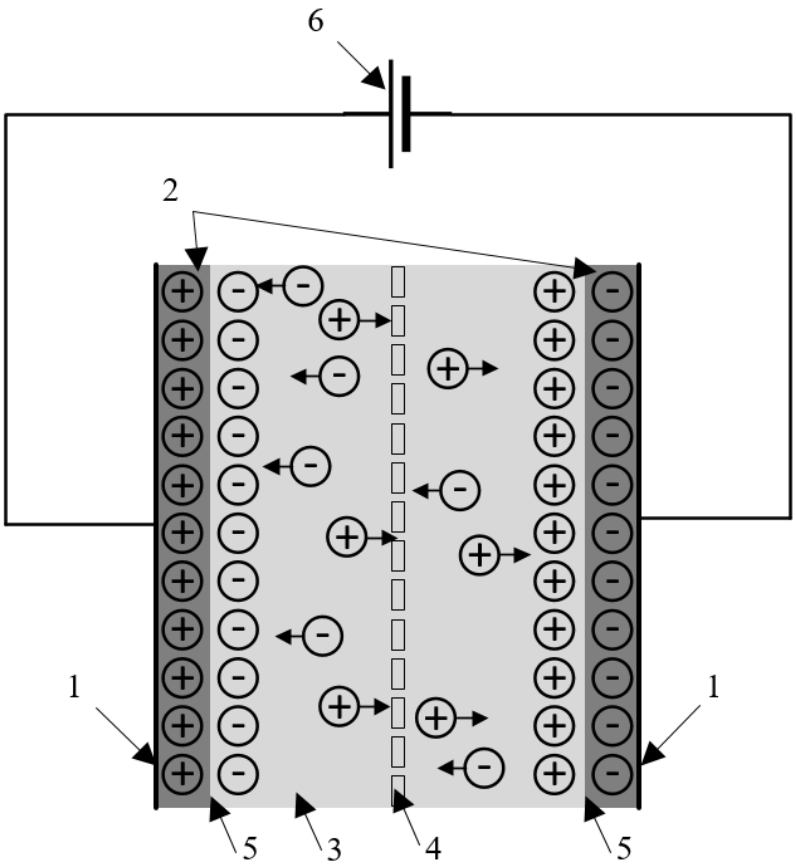


Рис. 1 – Внутренняя конфигурация суперконденсатора:
1 – токоприемник; 2 – электрод; 3 – электролит; 4 – сепаратор; 5 – двойной электрический слой; 6 – питающий источник

Важную роль в этом процессе играют материалы электродов, так как они определяют емкость устройства, которая зависит от площади по всем известной формуле:

$$C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d},$$

где C – емкость, Ф;

ε – диэлектрическая проницаемость прослойки;

ε_0 – электрическая постоянная, Ф/м;

S – площадь электродов, м^2;

d – расстояние между электродами, м.

Поэтому для увеличения емкости суперконденсаторов в составе электродов применяются пористые углеродные материалы, которые из-за своей структуры, имеют высокую удельную площадь поверхности. Также стоит отметить, что емкость суперконденсатора зависит от расстояния между разделенными зарядами, которое, в свою очередь, зависит от размеров ионов из электролита, притягивающихся к заряженным электродам. Таким образом, сочетание большой площади поверхности электродов и малого расстояния между разделенными зарядами обеспечивают высокую емкость при очень компактных размерах суперконденсатора [3].

Современные технологии хранения электроэнергии

Вот уже не один год в России налажено производство высокоэффективных суперконденсаторов на базе компании «ТЭЭМП» совместно с ведущими научными и технологическими исследовательскими центрами. Так, например, учеными Национального исследовательского технологического университета «МИСИС» была разработана уникальная технология производства электродных материалов на основе органических волокон.

Суперконденсатор, изготовленный в России, использует наноуглеродный материал, который имеет высокую удельную площадь поверхности, благодаря своей пористой структуре поверхности. Наноуглеродный материал сочетает в себе высокую электрическую проводимость и повышенную емкость у суперконденсатора по данным сайта производителя «ТЭЭМП» [4]. Суперконденсаторы российского производства могут работать в экстремальных климатических условиях при температурах от -60 до +85 °С в зависимости от вариантов исполнений продукции.

На данный момент работа по улучшению суперконденсаторов не останавливается – ведется разработка новых электролитов, перспективных методов накопления энергии и регулярно проводятся опытные испытания на базе собственной испытательной лаборатории и конструкторского бюро компании «ТЭЭМП».

Применяемая технология хорошо себя зарекомендовала, а основанная на этом продукция компании ТЭЭМП используется в различных сферах. К примеру, компания предлагает стартерные системы, предназначенные для запуска двигателей транспортных средств и дизель-генераторных установок. Вдобавок, многоцелевые модули серии «МО» используются как системы рекуперации энергии на мостовых кранах, как устройства компенсации провалов напряжения, а также могут служить для запуска двигателя тепловоза [4].

Разработка новой модели двойного электрического слоя учеными НИУ ВШЭ в недавнем исследовании, опубликованном в журнале ChemPhysChem, призвана помочь в дальнейшей разработке суперконденсаторов с большей эффективностью, чем прежде. Описание процессов, которые происходят на границе между электродом и электролитом в суперконденсаторах основано на расчетах модифицированного уравнения Пуассона-Больцмана, которое учитывает специфические особенности взаимодействия ионов с поверхностью электрода, их окружение молекулами воды и изменения в диэлектрических свойствах воды под воздействием электрического поля.

Используя эту модель, ученые протестировали ее на водных растворах электролитов, таких как перхлорат натрия и гексафторфосфат калия, взаимодействующих с серебряным электродом. Экспериментальные данные показали, что модель точно предсказывает структуру двойного электрического слоя и изменения дифференциальной электрической емкости при разных концентрациях растворов. Как отмечают ученые, новая модель позволит

создавать более емкие и эффективные суперконденсаторы, применимые как в портативной электронике, так и в электромобилях [5].

Следующая инновационная технология хранения электроэнергии представляет собой новую концепцию суперконденсатора, выполненного из цемента, воды и сажи. Инновация, разработанная учеными из Массачусетского технологического института, базируется на сочетании доступных материалов для создания энергоемкого и недорогого накопителя электроэнергии.

Данный суперконденсатор создается путем смешивания цементного порошка и микропористой сажи с добавлением воды, что позволяет формировать сложную сеть пор и углеродных частиц, мигрировавших в поры. Такая структура обеспечивает высокую удельную площадь поверхности относительно небольшого объема.

Результаты показывают, что бетонные блоки, созданные по этой технологии, способны хранить значительные объемы энергии и могут использоваться как в фундаментах домов для накопления солнечной или ветровой энергии, так и в дорожном покрытии для зарядки электрических автомобилей во время движения. Как отмечают авторы, данная разработка может значительно упростить переход на возобновляемую энергетику и найти широкое применение в строительстве зданий и инфраструктуры для транспорта. Утверждения, приведенные в исследовании, авторы намерены доказать на практическом уровне [6].

Заключение

В заключение следует отметить, что суперконденсаторы являются перспективной технологией для накопления электроэнергии, способной удовлетворить растущие потребности в повышении эффективности и надёжности современных энергосистем. Учёные многих стран непрерывно занимаются совершенствованием конструкции и характеристик суперконденсаторов, путем исследования и разработки новых материалов для электродов и электролита, предлагая в научных работах всё более совершенные технологии хранения электроэнергии на основе суперконденсаторов.

Учитывая растущий интерес мирового рынка к суперконденсаторам, стоит сказать, что крупные игроки проявляют повышенный интерес к последним достижениям в разработке и исследовании суперконденсаторов для сохранения конкурентного преимущества по отношению к другим компаниям, поскольку эти устройства обладают значительным потенциалом для решения актуальных задач в энергетике, транспорте и промышленности благодаря своим уникальным характеристикам, таким как высокая скорость зарядки/разрядки, долговечность и устойчивость к температурным колебаниям [7].

Список литературы

1. Вольфкович, Ю. М. Электрохимические суперконденсаторы (обзор) / Ю. М. Вольфкович // Электрохимия. – 2021. – Т. 57, № 4. – С. 197-238. – DOI 10.31857/S0424857021040101. – EDN AWUGYP.

2. Литий-ионные конденсаторы: устройство и характеристики / Ю. Коштял, А. Рыкованов, А. Румянцев, В. Жданов // Компоненты и технологии. – 2015. – № 2(163). – С. 68-71. – EDN TFTNET.

3. Москаленко, Н. В. Исследование возможности применения суперконденсаторов в системе электропитания малых космических аппаратов / Н. В. Москаленко, И. В. Ковкин, Ю. А. Кремзуков // Актуальные проблемы авиации и космонавтики: Сборник материалов VIII международной научно-практической конференции, посвященной Дню космонавтики. В 3-х томах, Красноярск, 11–15 апреля 2022 года / Под общей редакцией Ю.Ю. Логинова. Том 1. – Красноярск: ФГБОУ ВО "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2022. – С. 91-93. – EDN CHRUIH.

4. Устройство суперконденсаторов (ионисторов), применение – URL: https://teemp.ru/tehnologiya/ (дата обращения 23.10.2024).

5. Ученые НИУ ВШЭ разработали новую модель двойного электрического слоя URL: https://www.hse.ru/news/science/963844288.html (дата обращения: 23.10.2024).

6. Carbon–cement supercapacitors as a scalable bulk energy storage solution URL: https://www.pnas.org/doi/epdf/10.1073/pnas.2304318120 (дата обращения 23.10.2024).

7. Вольфкович Ю.М. Суперконденсаторы, выпускаемые промышленными компаниями // Электрохимическая энергетика. 2024. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/superkondensatory-vypuskaemye-promyshlennymi-kompaniyami (дата обращения: 25.10.2024).

УДК 621.316

ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ 20 КВ В ВОЗДУШНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

А.Н. Татарникова

Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова»

Аннотация. Исследование перспектив внедрения и перехода на использование напряжения в 20 кВ в распределительных сетях на территории Российской Федерации представляет собой актуальную задачу, решение которой может привести к достижению значительных экономических преимуществ.

Ключевые слова: распределительные сети, напряжение 20 кВ, экономический эффект, срок окупаемости, применение СИП.

JUSTIFICATION OF THE EFFECTIVENESS OF USING 20 KV VOLTAGE IN OVERHEAD ELECTRICAL NETWORKS

A. N. Tatarnikova

Rubtsovsk industrial Institute (branch) FGBOU VO "Altai state technical University. I. I. Polzunov"

Abstract. The study of the prospects for the introduction and transition to the use of 20 kV voltage in distribution networks on the territory of the Russian Federation is an urgent task, the

solution of which can lead to significant economic benefits.

Key words: distribution network, napajanje 20 kV, the economic impact, the payback period, the use of SIP.

В ходе анализа текущего состояния электрических сетей было выявлено, что оборудование, используемое в распределительных системах, характеризуется значительным физическим и моральным износом, что обусловлено его возрастом, составляющим 50–70 лет. Это, в свою очередь, приводит к высоким потерям электроэнергии при передаче. Класс напряжения 20 кВ не является характерным для России в отличие от европейских стран [1].

Кроме того, низкий уровень автоматизации в процессе передачи электроэнергии потребителям также оказывает негативное влияние на эффективность работы системы.

Развитие технологий и увеличение числа потребителей неизбежно приводят к росту количества оборудования, что может привести к превышению технических возможностей существующих сетей. Дефицит электроэнергии принято решать локально, путём строительства новых электростанций или прокладки дополнительных линий электропередач и распределительных подстанций.

В связи с этим возникает необходимость анализа возможности поэтапного перехода на использование среднего напряжения 6–10 кВ вместо существующего напряжения 10 кВ. Такой подход к развитию распределительных сетей считается перспективным и необходимым для обеспечения стабильного электроснабжения в стране.

Внедрение распределительных сетей напряжением 20 кВ в существующие электросетевые системы, а также строительство новых сетей представляется целесообразным и экономически выгодным в связи с увеличением плотности нагрузки в городских районах и ужесточением требований к качеству электроэнергии.

Применение электрических сетей с напряжением 20 кВ не ограничивается только городскими территориями. Моделирование сельских сетей с напряжением 10, 20 и 35 кВ показало, что сети с напряжением 10 кВ целесообразны при плотности нагрузки менее 60 кВт/км², а сети с напряжением 35 кВ — при зоне обслуживания более 25 км.

Внедрение электрических сетей напряжением 20 кВ целесообразно в следующих случаях:

- при плотности нагрузки более 65 кВт/км²;
- при замене питающих линий напряжением 6 кВ;
- при строительстве посёлков.

В последнее десятилетие в Российской Федерации в результате реформирования электроэнергетики широко привлекался и использовался опыт крупных зарубежных производителей современного электротехнического оборудования.

Следует отметить, что основная номенклатура электротехнической продукции на напряжение 20 кВ производится в Российской Федерации на совместных предприятиях. В настоящее время на рынке уже представлены отдельные образцы подобного оборудования, разработанные отечественными производителями. Напряжение 10 и 35 кВ сохраняется только в России.

Помимо этого, оборудование для подстанций, соответствующее данному стандарту, производится в Республике Беларусь.

В Китайской Народной Республике для распределительных сетей применяется стандарт 24 киловольта. В ряде случаев оборудование, соответствующее этому стандарту, без каких-либо затруднений может быть адаптировано для использования в сетях с напряжением 20 киловольт. В случае если такая адаптация невозможна, китайские производители могут изготовить оборудование на 20 киловольт по индивидуальному заказу. Между тем всё электротехническое оборудование, которые мы покупаем за рубежом, рассчитано на 24 кВ. Внедряя такое оборудование в сети напряжением 10 кВ, мы фактически не раскрываем весь его потенциал, оплачивая излишки мощности, которые остаются невостребованными.

Для выполнения перехода на построение распределительных сетей классом напряжения 20 кВ необходимо иметь:

- нормативно-техническую базе;
- резервы мощности на уровне напряжения 20 кВ;
- концепции развития сетей 20 кВ на территории конкретного города. технико-экономическое обоснования построения сетей;
- наличие на рынке оборудования и кабельной продукции 20 кВ.

Рассмотрим проблемы, связанные с новым оборудованием, от которого зависит материальная часть внедрения сетей 20 кВ. Электрическая схема и компоновка распределительного устройства сети 20 кВ ничем не отличается от сетей 6 (10) кВ.

Электрические сети состоят из трёх составных частей: трансформаторная подстанция, распределительные устройства и линии электропередач. Силовые трансформаторы для главных понизительных подстанций (110/20 кВ и 220/20 кВ) имеются в номенклатуре отечественных фирм, выпускающих высоковольтное оборудование, но не с достаточно широким диапазоном мощностей, как у существующих ТП на напряжение 110/6 кВ и 110/10 кВ.

Распределительное устройство 20 кВ включает в себя выключатели, разъединители, выключатели нагрузки и т. п. Высоковольтные выключатели на 20 кВ выпускаются многими производителями и имеют схожую номенклатуру с устройствами на 10 кВ, а стоимость их в два раза выше последних. Разница стоимости коммутационного оборудования на 20 кВ и 10 кВ составляет 20–30 %. Рекомендуется при проектировании использовать вакуумные выключатели.

В случае реконструкции существующих электрически сетей 6 (10) кВ на напряжение 20 кВ для размещения трансформаторов и коммутационного оборудования можно использовать здания подстанций 6 (10) кВ. Существует возможность подобрать трансформаторы на 20 кВ таким образом, чтобы их

габариты были аналогичны трансформаторам 6(10) кВ. Таким образом, без дополнительных затрат можно произвести замену трансформатора. Схожая ситуация складывается и при сопоставлении шкафов КРУ (комплектного распределительного устройства) – металлические шкафы выпускают унифицированными для классов напряжения 6, 10, 20 кВ. Отличие заключается лишь в «начинке» шкафа.

Для поэтапного перехода на электрические сети со средним напряжением 20 кВ необходимо производить модернизацию существующих сетей 6 (10) кВ, отработавших свой нормативный срок. Обычная комплексная реконструкция электрических распределительных сетей 6 (10) кВ, которая включает в себя замену оборудования на аналоги, рассчитанные на большую мощность, не позволит увеличить пропускную способность и не даст экономического эффекта (объективного). Стандартная реконструкция позволит лишь восстановить функционирование. Поэтому, чтобы добиться желаемого результата и с пользой освоить деньги на модернизацию электрических сетей, необходимо поэтапно замещать сначала распределительные сети 6 кВ (а после 10 кВ) на сети с напряжением 20 кВ. Подобная реконструкция распределительных сетей позволяет в перспективе отойти от устаревшей трехступенчатой системы передачи и распределения электроэнергии (110-35-6 (10) кВ) к двухступенчатой (110-20 кВ).[2]

Преимущества использования технологий передачи электроэнергии напряжением 20 кВ по сравнению с электросетями 6 (10) кВ:

- уменьшение технологических затрат энергии на её передачу на расстояние;
- увеличение пропускной способности электрической сети при одинаковых сечениях кабелей;
- возможность применения для размещения оборудования сетей 20 кВ старых помещений;
- сокращение общей протяженности сетей 0,4 кВ и уменьшение в них потерь путем повсеместного применения мачтовых КТП 20/0,4 кВ;
- увеличение надежности передачи электроэнергии конечному потребителю;
- возможность использовать старые ЛЭП 6(10) кВ;
- возможность создания резервной мощности для подключения новых потребителей в будущем;
- приближение параметров качества электроснабжения (SAIDI и SAIFI) к европейским стандартам.

В условиях современной экономики, в связи с ростом инфляции, которая вызвала изменение цен на электротехническое оборудование и ростом тарифов на электроэнергию рекомендованные в ПУЭ значения jэ (А/мм^2), не соответствуют минимуму ежегодных затрат.

При рассмотрении варианта для одной и той же величины нагрузки, сечение проводов на 10 и 20 киловольт будет различаться в два-три раза (S10 >

S20). В таком случае отношение потерь мощности ΔP10 при напряжении 10 кВ и ΔP20 при напряжении 20 кВ будет определяться следующим образом $\frac{\Delta P_{(10кВ)}}{\Delta P_{(20кВ)}} = \frac{R_{(10кВ)}}{R_{(20кВ)}} / \frac{U(10кВ)^2}{U(20кВ)}$ потери мощности на напряжении 20 кВ будут в 1,5 раза меньше, чем при 10 кВ.

Авторами была проведена обработка данных, касающихся электрических распределительных сетей напряжением 10–0,4 кВ, которые находятся в собственности ПАО «Россети». Были проведены расчёты экономической эффективности по сроку окупаемости линий электропередачи (ЛЭП) напряжением 20 и 10 кВ при различных коэффициентах загрузки воздушных линий К3, равном отношению нагрузочного тока к номинальному.

Результаты расчётов представлены в виде графиков на рисунках 2 и 3. Как видно, применение напряжения 20 кВ в распределительных сетях окупится в течение 4–4,5 лет при текущих ценах на электроэнергию, а с учётом тенденции роста цен сроки окупаемости будут значительно меньше.

Тенденция к увеличению тарифов резко сокращает срок окупаемости воздушных линий напряжением 20 кВ (см. рисунок 1). При стоимости электроэнергии С = 5 рублей за (кВт•ч) и коэффициенте загрузки К3 = 1 срок окупаемости составляет 3,7 года, что меньше нормативного срока окупаемости воздушных линий, равного восьми годам.

Возможность применения самонесущего изолированного провода (СИП) на напряжении 20 кВ позволяет снизить капитальные вложения и эксплуатационные затраты.

Даже если речь идёт не о строительстве новой сети, а о модернизации уже существующей сети напряжением 10 кВ до 20 кВ, потребуются значительные финансовые вложения. Необходимо будет заменить оборудование на распределительных и питающих подстанциях.

Хотя конструкции кабелей на 10 и 20 кВ часто идентичны, всё равно потребуется заменить старые кабели на новые, поскольку они были сертифицированы на напряжение 10 кВ и прошли соответствующие испытания. Окупаемость таких инвестиций в регионах вызывает сомнения. В таких условиях целесообразно постепенно модернизировать оборудование распределительных сетей в соответствии с существующими стандартами.

Внедрение сетей напряжением 20 кВ в регионах может быть стимулировано двумя факторами. Во-первых, это развитие электротранспорта, включая электромобили и электробусы. Во-вторых, это активное развитие отечественной промышленности, направленное на замещение продукции, которая ранее импортировалась в страну из-за санкций. В таких условиях инвестиции в современные распределительные сети могут стать прибыльными.

Использование электросетей, которые функционируют под напряжением 20 кВ, позволяет избежать несоразмерного увеличения площадей, которые занимаются трансформаторным оборудованием. По практическим наблюдениям, типовая подстанция, которая рассчитана на напряжение 20/0,4 кВ, занимает практически вдвое меньшую площадь, чем подобная подстанция,

которая осуществляет свою работу в соответствии с предыдущим стандартом 10 кВ [3].

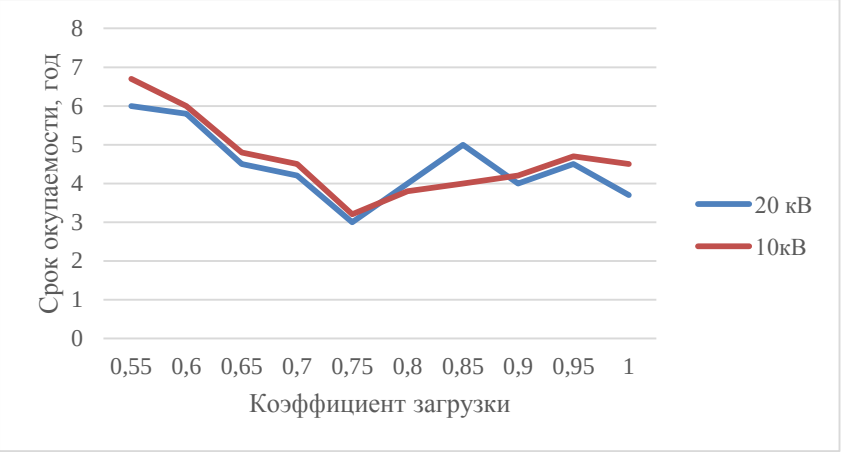


Рис.1 – Графики окупаемости Вл-10 кВ и ВЛ-20кВ.

Список литературы:

1. Идельчик, В.И. Электрические системы и сети / В.И. Идельчик // Энергоатомиздат. – 1989. – С. 16.

2. «Технико-экономические аспекты развития электрических сетей напряжением 20 кВ». Журнал «Электроэнергия», 2015 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://eepir.ru/news/item/1093-texniko-econom-aspekt20kv.html

3. Миквельман, Д. А. Применение напряжения класса 20 кВ в распределительных сетях / Д. А. Миквельман. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2021. — № 22 (364). — С. 112-114. — URL: https://moluch.ru/archive/364/81625/ (дата обращения: 24.11.2024).

4. Буре И.Г. Предпосылки повышения напряжения в распределительных сетях промышленных предприятий до 20 кВ [текст] / И.Г. Буре, И.М. Хевсуриани // Электрооборудование, электроснабжение, электросбережение: материалы науч.- тех. Конф., 24-28 мая 2004г. / ИГТУ. – Ижевск, 2004.– С. 30-34

5. Осинцев К.А. «Оценка и обеспечение эффективности воздушных электрических сетей напряжением 20 кВ» // Электроэнергия. Передача и распределение, № 6(69), 2021 г.

СЕКЦИЯ 6. ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Председатель секции: канд. техн. наук, доцент
Чернецкая Наталья Анатольевна

УДК 631.83

ПРИМЕНЕНИЕ ГЛИНИСТО-СОЛЕВЫХ ШЛАМОВ КАЛИЙНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В КАЧЕСТВЕ МЕЛИОРАНТА

О.Е. Нисина, А.И. Леднева, Д.С. Иванова
Березниковский филиал Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Березники

Аннотация. В статье проведен анализ физико-химических характеристик глинисто-солевого шлама, образующегося при обогащении калийно-магниевых солей. Предложено технологическое решение по переработке шламов в мелиорант-сорбент. Рассмотрены методы дальнейшего использования полученного мелиоранта.

Ключевые слова: производство калийных удобрений, глинисто-солевые шламы, алюмосиликаты, мелиорант-сорбент.

APPLICATION OF CLAY-SALT SLUDGE FROM POTASH ENTERPRISES AS A LAND RECLAMATION AGENTS

O.E. Nisina, A.I. Ledneva, D.S. Ivanova
Berezniki Branch of Perm National Research Polytechnic University

Abstract. The article analyzes the physicochemical characteristics of clay-salt sludge formed during enrichment of potassium-magnesium salts. A technological solution for processing sludge into an ameliorant-sorbent is proposed. Methods for further use of the obtained ameliorant are considered.

Keywords: production of potash fertilizers, clay-salt sludge, aluminosilicates, ameliorant-sorbent.

Введение

Добыча и последующая переработка полезных ископаемых приводит к нарушению целостности природных ландшафтов с последующей деградацией земельных ресурсов. Складирование многотоннажных отходов производства ведет к образованию техногенных массивов, которые представляют собой геологические тела рукотворного происхождения, состоящие из пустых пород, отходов обогащения, шламов и т.д. [1–2]. При увеличении промышленного производства повышается интенсивность и масштабы негативного воздействия на земельные ресурсы от предприятий горнодобывающей промышленности, в том числе калийной промышленности.

Исходным сырьем для производства хлорида калия является калийно-магниевая руда с содержание полезного компонента от 22% до 32%. При обогащении сильвинита хлористый калий (сильвин) отделяется от хлористого натрия (галита) и нерастворимого остатка [3]. Отходы калийного производства составляют до 75% от исходного сырья и представлены твердыми отходами, состав которых до 95% представлен хлористым натрием (галитом) и жидкими — глинисто-солевые шламы (ГСШ) [4]. Согласно статистике, при получении

одной тонны готовой продукции образуется от 0,99 до 4,97 т твердых и от 0,3 до 1,4 т жидких отходов калийного производства. Эти отходы представляют опасность для окружающей природной среды. На рисунке 1 представлена панорама мест складирования солевых отходов калийных предприятий (фото из открытых источников).

Рис. 1 – Панорама размещения отходов калийной промышленности

Со временем, качество сырья ухудшается, возникает необходимость осваивать новые части месторождений, в которых сложно прогнозировать содержание нерастворимого остатка. При повышении содержания нерастворимого остатка в руде выше проектных значений, резко увеличивается объемы образующихся ГСШ. В связи с ограниченностью объемов шламохранилищ, возникает необходимость снижения интенсивности их заполнения [5]. Наиболее перспективным вариантом решения данной задачи является снижение количества ГСШ, путем уменьшения содержания твердой составляющей ГСШ в шламохранилище.

Целью данной работы является рассмотрение перспективных методов сокращения количества ГСШ, размещенных на шламохранилищах калийных предприятий, путем их повторного использования в качестве мелиорантов.

Основная часть

Наиболее распространенным методом обогащения калийных руд является флотационное обогащение. При данном методе переработки сильвинита, глинисто-солевые шламы представляют собой суспензию, состоящую из минерализованного рассола хлоридов натрия и калия, а твердая часть шлама представлена алюмосиликатами, сульфатами и в меньшей степени

карбонатами. Твердая часть ГСШ также содержит мелкокристаллический хлористый калий и натрий. Соотношение жидкой фракции к твердой варьируется в диапазоне 1,6-2,5. Удельный выход ГСШ на 1 т хлористого калия составляет 0,6-0,65м^3, в том числе твердой около 0,32 т.

В процессе выполнения работы проанализирован состав и физико-химические характеристики образцов ГСШ. Усредненный химический состав шламов представлен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав глинисто-солевых шламов

Характеристики	Среднее содержание
Внешний вид	Агломераты и комки различного размера темно-серого цвета с включениями от белого до розового цвета
М.д нерастворимого остатка, % не менее	40,0
М.д KCl, % не менее	12,5
Ж/Т не более	2,3
М.д H_2O, % не более	25,0

По результатам проведенного анализа установлено что, обезвоженный ГСШ содержит до 20% хлористого калия, хлористый натрий, соединения калия и магния. По литературным источникам установлено, что нерастворимый остаток богат микроэлементами такими, как бром, медь, марганец, цинк и др. [6,7], которые важны в качестве компонентов питания растений.

Результаты анализа данных показали, что ГСШ обладает высокой влагоемкостью, значительным содержанием калия и ряда микроэлементов. Это указывает на его мелиорационной потенциал при рекультивации почв.

Благодаря высокому содержанию алюмосиликатов, обезвоженный шлам может быть использован в качестве мелиоранта-сорбента, а наличие полезных микроэлементов обеспечивает пролонгированный положительный эффект при рекультивации техногенно-нарушенных земель. Низкая стоимость ГСШ при значительных масштабах его образования подтверждает экономическую целесообразность использования.

Высокое содержание алюмосикатов в ГСШ приводит к большому содержанию прочносвязанной воды, представляющей собой гигроскопическую влажность. Так как нерастворимый остаток сильвинитовой руды представляет собой мелкодисперсный материал, то при соприкосновении частиц этого материала с молекулами рассола последние притягиваются частицами глины, образуя вокруг себя пленку. Рассол удерживается у поверхности частиц ГСШ достаточно высоким давлением – до 100 Па. Высокая прочность удержания жидкости частицами шлама обусловливает полную неподвижность воды (рассола) и невозможность добиться высоких показателей обезвоживания.

Для обеспечения максимального обесвоживания ГСШ предлагается обработка ГСШ раствором флокулянта на основе водного раствора

полиакриламида с последующим разделением твердой и жидкой фазы на камерных фильтр-прессах. При этом остаточная влажность мелиоранта составит не более 25%.

В результате внедрения переработки шламовых отходов, планируется значительно снизить их объем, который направляется для складирования в шламохранилище. Благодаря этому появится возможность в выпуске нового вида продукции.

Заключение

Таким образом, в результате изучения патентной и научной литературы установлена возможность использования ГСШ в качестве мелиоранта. В результате изучения химического состава образцов шлама, доказаны его нетоксичность и мелиорационной потенциал. По результатам проведенного анализа предложен метод получения мелиоранта на основе ГСШ калийного производства, позволяющий сократить объемы складируемых глинисто-солевых отходов и увеличить продолжительность эксплуатации шламонакопителей.

Список литературы

1. Петрова, Т. А. Анализ воздействия хранилищ отходов калийного производства на окружающую среду и подходы к выбору рационального способа их складирования / Т. А. Петрова, Т. С. Астапенко, А. А. Кологривко, А. С. Долгих. – Вестник евразийской науки. – 2022. – Т. 14, № 3. – URL: https://esj.today/PDF/11NZVN322.pdf (Дата обращения 22.10.2024).

2. Масленникова, И. С. Управление экологической безопасностью и рациональным использованием природных ресурсов / И. С. Масленникова, В.В Горбунова. – СПб: СПбГИЭУ. – 2011. – 556 с.

3. Кудряшов, А. И. Верхнекамское месторождение солей / А. И. Кудряшов. – Рос. акад. наук, Урал. отд-ние, Горный ин-т. – Пермь, Соликамск: Соликам. тип., 2001. – 429 с.

4. Гирусов, Э. В. Экология и экономика природопользования / Э.В. Гирусов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2007. – 519 с.

5. Смычник, А.Д. Технологии складирования отходов калийного производства / А.Д. Смычник, С.Ф. Шемет, А.А. Кологривко. – Сб. науч. статей X юбилейной национальной конф. с междунар. участ. по открытой и подводной добыче полезных ископаемых. Варна. – 2009. – С. 494-496.

6. Дебелая, И.Д. Рациональное природопользование. / И.Д. Дебелая. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2012. – 141 с.

7. Хайрулина, Е. А. Эколого-геохимическая характеристика отходов калийной промышленности. / Е. А. Хайрулина. – Экология и промышленность России. 2024. – Т. 28, № 5. – С. 42-47

УДК 747.012.1

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЛАГОПРИЯТНАЯ И КОМФОРТНАЯ СРЕДА В ПРОЕКТЕ ИНТЕРЬЕРА УЧЕБНОГО ПОМЕЩЕНИЯ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА «ГЛОБАЛ-МАТЕМАТИК»

М.К. Чернецкая, Н.А. Чернецкая
Рубцовский индустриальный институт (филиал)
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», г. Рубцовск

Аннотация. В работе рассматривается вопрос создания экологически благоприятной и комфортной визуальной среды для успешных занятий в учебном помещении научно-образовательного центра. Выявлены факторы визуальной среды в учебном помещении, оказывающие влияние на здоровье, самочувствие и продуктивность обучения детей и педагогов. Выбраны принципы и методы создания экологически благоприятной и комфортной визуальной атмосферы в учебном помещении. Разработан проект учебного помещения научно-образовательного центра, отвечающего требованиям экологически благоприятной и комфортной среды.

Ключевые слова. Визуальная среда, учебное помещение, визуальное загрязнение, цветовое окружение, видеосреда.

ECOLOGICALLY FRIENDLY AND COMFORTABLE ENVIRONMENT IN THE DESIGN OF THE INTERIOR OF THE EDUCATIONAL ROOM SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL CENTER «GLOBAL-MATHEMATICIAN»

M.K. Chernetskaya, N.A. Chernetskaya
Rubtsovsk Industrial Institute (branch)
Federal state budget educational institution of higher education «The Altai state technical University named after I.I. Polzunov»

Abstract. The paper considers the issue of creating an environmentally friendly and comfortable visual environment for successful classes in the academic premises of the scientific and educational center. The factors of the visual environment in the classroom that affect the health, well-being and productivity of teaching children and teachers have been identified. The principles and methods of creating an environmentally friendly and comfortable visual atmosphere in the classroom are selected. A project has been developed for the educational premises of a scientific and educational center that meets the requirements of an environmentally friendly and comfortable environment.

Keywords. Visual environment, classroom, visual pollution, color environment, video environment.

В Рубцовском индустриальном институте открывается научно-образовательный центр «Глобал-математик» для развития научной и проектной деятельности, а также углубленного изучения математики. Научно-образовательный центр создается для учащихся 7-11 классов и студентов среднего профессионального образования. В комфортной и уютной атмосфере центра дети могут расширить свои знания по математике, получить представление и опыт научной деятельности, научиться оформлять разработанные проекты и презентовать их на различных конкурсах.

Под учебное помещение научно-образовательного центра «Глобал-

математик» было решено выделить 244 аудиторию, в которой ранее располагался читальный зал периодической литературы. Эта просторная и светлая комната площадью 66,7 м^2 имеет в плане прямоугольную форму (рис. 1). На большей по протяженности стене расположены четыре окна. Окна обращены на восток. В комнате имеется раковина с подводом горячей и холодной воды. В исходном состоянии выбранная комната абсолютно не соответствовала целям центра. Отделка потолка, стен и пола требовала обновления, а имеющаяся в кабинете мебель совершенно не подходила для работы. Актуальность заключается в разработке проекта помещения научно-образовательного центра, где обучающиеся и преподаватели будут максимально эффективно работать в благоприятных и комфортных условиях.

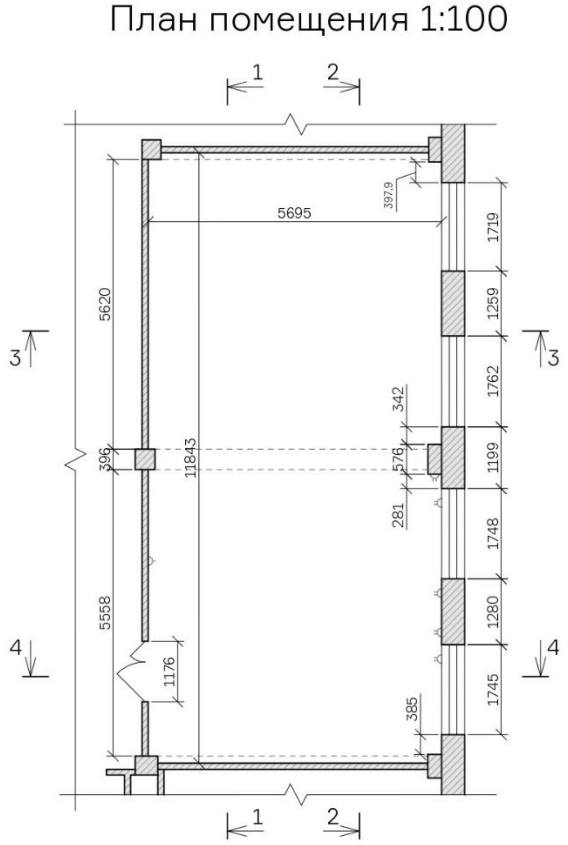


Рис. 1 – План помещения для научно-образовательного центра «Глобал-математик»

Цель исследования: для успешных занятий в учебном помещении научно-образовательного центра необходимо создать экологически благоприятную и комфортную визуальную среду.

Задачи исследования:

1. Выявить факторы визуальной среды в учебном помещении, оказывающие влияние на здоровье, самочувствие и продуктивность обучения детей и педагогов.

2. Выбрать принципы и методы создания экологически благоприятной и комфортной визуальной атмосферы в учебном помещении.

3. Разработать проект учебного помещения научно-образовательного центра, отвечающего требованиям экологически благоприятной и комфортной среды.

Факторы визуальной среды в учебном помещении, оказывающие влияние на здоровье, самочувствие и продуктивность обучения детей и педагогов.

Качество обстановки в помещении, где проходит учебный процесс, оказывает значительное влияние на здоровье, самочувствие и продуктивность как обучающихся, так и педагогов.

При входе в помещение человек сразу же воспринимает его по различным критериям. Одним из первостепенных экологических факторов является визуальная обстановка. Цветовая палитра, уровень освещения, размещение мебели, оформление стен и наличие зелени – все эти элементы формируют либо комфортную, либо некомфортную визуальную среду. Комфортный микроклимат также является важным аспектом для улучшения ощущений и повышения эффективности работы.

Постоянная визуальная среда, включая ее видимые аспекты, их расположение и цветовое оформление, оказывает заметное влияние не только на зрение, но и на человека в целом, вызывая как физиологические реакции, так и психологические отклики. [1]

Гомогенная визуальная среда может негативно сказаться на здоровье. В ней либо отсутствуют видимые объекты, либо их количество значительно ограничено. Долгое пребывание в такой обстановке приводит к состоянию «зрительного голода» и выраженному дискомфорту. Гомогенной среде способствуют обширные однотонные поверхности стен, а также использование одноцветной, включая полированные плитки и кафель, особенно белого цвета, которые сливаются с потолком, а также отполированные стены. Недостаточная освещенность тоже играет свою роль в создании такой среды [1].

Агрессивная визуальная среда характеризуется множеством однотипных элементов, что затрудняет восприятие отдельных объектов и вызывает эффект «ряби в глазах». В помещениях такое воздействие могут создать кирпичная кладка с четкими швами, диагональные плитки, контрастные отделочные материалы и ткани с яркими узорами. Даже неудачно подобранная одежда учителя может создать агрессивное визуальное поле [1].

Создание комфортной визуальной среды в учебном помещении во многом зависит от грамотной организации рабочего пространства, которая включает несколько ключевых зон: место для работы учащихся, пространство для учителя, область для хранения учебных материалов, а также зона для индивидуальных занятий и активной деятельности.

При планировке учебных помещений необходимо учитывать следующие размеры проходов и расстояний [2]:

- между рядами парт с двумя столами должно быть минимум 60 см;
- расстояние от первой парты до учебной доски должно составлять не менее 240 см;

- максимальное расстояние от последнего места ученика до доски не должно превышать 860 см;

- наиболее отдаленное место от окон не должно находиться дальше 600 см.

Эти рекомендации помогут создать удобное и функциональное пространство для обучения, способствующее эффективному усвоению знаний.

Ученики во время учебного процесса принимают информацию из окружающей среды через пять различных каналов, одним из которых является зрительный. Способность человека воспринимать и использовать визуальные образы значительно обогатила обучение. На лекциях обучающийся усваивает около 45% информации, из которых 15% приходится на визуально представленную информацию. В современном образовательном процессе визуализация представляет собой важный способ передачи знаний.

Цветовое и пространственное оформление учебного помещения должно создавать комфортный психологический климат. Успех обучения учащихся напрямую связан с их способностью взаимодействовать и сотрудничать. Поэтому крайне важно организовать гармоничное цветовое окружение, которое будет снижать эмоциональное напряжение и способствовать проявлению креативности [3].

Визуальное загрязнение – это эстетическая проблема, представляющая собой влияние различных загрязнений, которые ослабляют способность воспринимать окружающее пространство. Визуальное загрязнение, как разновидность физического загрязнения, проявляется в чрезмерной агрессивности цветовых и ритмических характеристик (например, повторяемость, яркость цвета), или, наоборот, в однообразии и безжизненности, что негативно сказывается на зрении [4]. Видеосреда - пространство вокруг человека, воспринимаемое через зрительные анализаторы. Агрессивная видеосреда характеризуется монотонностью, что приводит к утомлению глазных мышц. Недостаток точек фиксации на изображении или их однородность вызывают быструю усталость зрения и затрудняют ориентацию. Пребывание в агрессивной визуальной среде может вызвать раздражение и агрессию.

В.А. Филин, Спилбергер, Ханин, С.Р. Гарипова, М.В. Кириенко изучили влияние визуальной среды на психоэмоциональное состояние человека. Исследования показывают, что в комфортных условиях видеосреды ученики демонстрируют большую работоспособность и меньшую тревожность [3].

Таким образом, работа с визуальным восприятием в образовательном пространстве крайне важна. Создание комфортного визуального пространства в учебном помещении способствует формированию позитивной образовательной среды, которая включает в себя спокойное поведение учащихся, улучшение их работоспособности, длительное внимание, активность в групповом обучении и использование новых программ, основанных на активных методах обучения.

Также необходимо чтобы цветовая палитра, уровень освещения, размещение мебели, оформление стен и наличие зелени в учебном помещении

оказывали благоприятное влияние на здоровье и самочувствие детей и педагогов.

Принципы и методы создания экологически благоприятной и комфортной визуальной атмосферы в учебном помещении

Ключевые принципы для создания комфортной визуальной атмосферы в учебном помещении:

- четкое разделение пространства по функциям и доступность инфраструктуры для учащихся;
- визуальная идентификация учебного помещения;
- вариативность в организации внутреннего пространства для содействия креативной активности;

Также важно рассмотреть методы формирования дружественной визуальной обстановки, способствующей творческому общению учеников:

- открытая гибкая планировка;
- комфортная образовательная среда для развития личности и профессионализма учеников;
- экологически чистые материалы, обеспечивающие оптимальные условия для учебного процесса.

Учебное помещение имеет главное значение — образовательный процесс. Традиционный подход к обучению предполагает формат, где помещение напоминает лекционную аудиторию с учителем у доски и партами вдоль стен, что помогает сосредоточить внимание учеников на лекциях.

Учебное помещение центра «Глобал-математик» выполняет множество функций, что приводит к увеличению разнообразия активностей в этом пространстве. Открытая гибкая планировка дает ощущение простора, легкость и воздушность атмосферы, больше света и вариантов зонирования. Отдельно организована зона, где осуществляется образовательный процесс и выделена зона для отдыха или креативной активности. Четкое разделение пространства по функциям выполнено с помощью разных оттенков цвета пола и стен. Разные цвета окрашенных поверхностей создадут визуальные акценты в учебном помещении.

Оранжевые и голубые оттенки позволяют обучающимся визуально идентифицировать учебное помещение. Оранжевый цвет характеризуется как возбуждающий, теплый, сухой, громкий. Голубой – успокаивающий, легкий, влажный, спокойный. Такие цвета способствуют процессу обучения и часто используются в образовательных организациях.

Вариативность в организации внутреннего пространства для содействия креативной активности можно обеспечить с помощью мобильных и легко перемещаемых высоких перегородок, которые делят пространство на отдельные секции. Также установка стеллажей и тумб с полками помогают разорвать однообразие длинного помещения. Эти элементы, размещаясь на длинной стене против окон и в зоне креативной активности, способствуют повышению внимания учеников.

Соответствие между телесными потребностями ученика и предметно-пространственными условиями учебного помещения обеспечивает к**омфортную образовательную среду для развития личности и профессионализма учеников.** Эта составляющая комфортности связана с сенсорными процессами, характеризующими зрительные, слуховые и тактильные ощущения. Важно, чтобы мебель была функциональной и соответствовала возрастным особенностям учеников, способствуя их активному обучению и комфорту. Неотъемлемым условием комфорта является правильная циркуляция воздуха, необходимая для создания здоровой атмосферы. Для достижения физической комфортности в учебном помещении нужно соблюдать гигиенические условия и нормы СанПиН по рациональному освещению, проветриванию и температурному режиму в кабинетах [5]

Оптимальные условия для учебного процесса обеспечат экологически чистые материалы в интерьере. Предпочтительно использовать гипоаллергенные нейтральные материалы с экологическими сертификатами, которые обеспечивают высокий уровень безопасности и предотвращают накопление пыли.

Проект учебного помещения научно-образовательного центра, отвечающего требованиям экологически благоприятной и комфортной среды.

При проектировании учебного помещения важным аспектом является выбор экологически чистых и безвредных материалов для внутренней отделки.

Для потолка рекомендуется использовать гипсокартон, который обладают низким уровнем выделения вредных веществ и легко поддается чистке. Такой выбор обеспечивает не только безопасность, но и возможность создания звукоизоляции. Потолок окрашивают в белый цвет водоэмульсионной краской на основе натуральных компонентов.

Разделение пространства по функциям выполнено с помощью разных оттенков цвета пола. В зоне образовательного процесса пол имеет светлый оттенок оранжевого цвета (HEX:#F1CF9D; RGB:241,207,157), в зоне отдыха и креативной активности – темный оттенок оранжевого цвета (HEX:#E4862D; RGB:228,134,45) (рис. 2). Материал пола – окрашенная древесно-стружечная плита, обеспечивающая звукоизоляцию. Для окрашивания пола рекомендуется влагостойкая защитно-декоративная эмаль на основе алкидного лака. Она легко наносится, образуя однородное гладкое покрытие, устойчивое к истиранию. [6]. При выборе краски также стоит обратить внимание на наличие у неё сертификата соответствия требованиям пожарной безопасности и гигиенического сертификата.

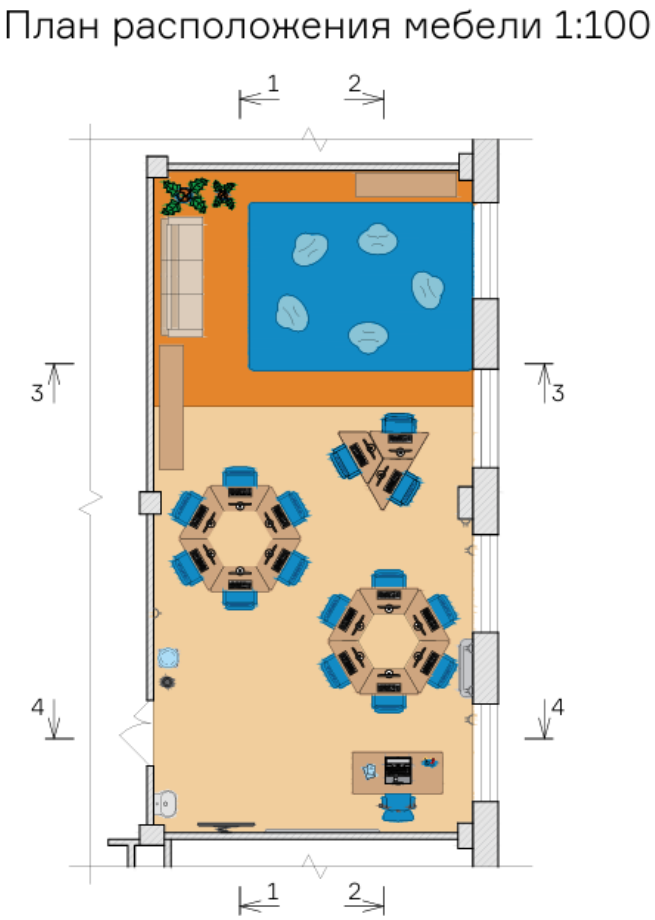


Рис. 2 – План расположения мебели в помещении для научно-образовательного центра «Глобал-математик»

Стена, где расположена доска и телевизор, окрашена в светло-голубой цвет (HEX:#BAEBF1; RGB:186,235,241) (рис. 3). Стена против окон окрашена в темный оттенок голубого цвета (HEX:#128BC5; RGB:18,139,197) (рис. 4). Стена с окнами (рис. 5) и стена, где будет размещен баннер, окрашены в бледный оттенок голубого цвета (HEX:#F2F9F5; RGB:242,249,245) (рис. 6). Для стен можно использовать водоэмульсионные краски на основе натуральных компонентов, которые безопасны для здоровья. Они вносят свежесть и создают приятную атмосферу. Такие отделки стен легко мыть и обновлять.

Рис. 3 – Стена с доской в помещении для научно-образовательного центра «Глобал-математик»

Рис. 4 – Стена с дверью в помещении для научно-образовательного центра «Глобал-математик»

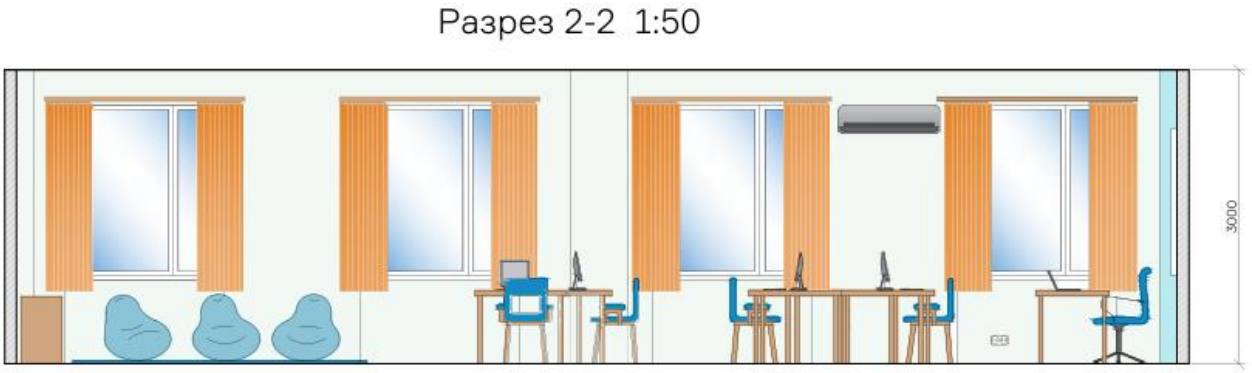


Рис. 5 – Стена с окнами в помещении для научно-образовательного центра «Глобал-математик»

Рис. 6 – Стена под баннер в помещении для научно-образовательного центра «Глобал-математик»

Проектом предусмотрено в зоне образовательного процесса разместить мебель для учителя и учеников. Для учителя – офисный письменный стол с тумбой и офисное кресло. Расположить мебель для учителя в юго-восточном углу комнаты, у окна и стены с телевизором и доской. Для учеников предусмотрены 15 ученических столов трапециевидной формы. Из столов

трапециевидной формы составлены два больших шестиугольных общих стола на 6 рабочих мест и один общий треугольный стол на 3 рабочих места. Для каждого рабочего места предусмотрен ученический стул, общее количество которых 15 штук. Цвет столов для учителя и учеников светло-бежевый (HEX:#CFA57F; RGB:207,165,127). Цвет стульев для учителя и учеников синий (HEX:#128BC5; RGB:18,139,197).

В зоне отдыха и креативной активности располагаются пять мягких кресел-мешков на ковровом покрытии в северо-восточной части помещения. В северо-западной части, против окон установлен трехместный диван прямой. Вдоль западной стены располагается открытый стеллаж для книг. В северо-восточном углу устанавливается тумба с открытыми полками. В северо-западном углу предусмотрены комнатные растения в напольных кашпо. Кресла-мешки имеют голубой цвет (HEX:#8AC4D6; RGB:138,196,241), ковровое покрытие темно-голубого цвета (HEX:#128BC5; RGB:18,139,197). Диван бежевого цвета (HEX:#DCCCBC; RGB:220,204,188). Стеллаж и тумба имеют светло-бежевый цвет (HEX:#CFA57F; RGB:207,165,127).

Мебель должна быть изготовлена из экологически чистых материалов: изделия из массива дерева, фанеры или ДСП, обработанные безопасными покрытиями.

Четыре окна располагаются на восточной стороне. Рекомендуется на каждом окне установить вертикальные тканевые жалюзи, полностью закрывающие окно. Цвет жалюзи оранжевый (HEX:#E4862D; RGB:228,134,45).

Для учебного помещения рекомендуется общее заполняющее освещение. Нужно, чтобы в комнате не было затемнённых мест и контрастных теней. Для этого подойдут потолочные люстры или встраиваемые светильники.

Для освещения можно использовать энергосберегающие лампы, которые не только экономят электроэнергию, но и имеют низкий уровень вредных выбросов. Расположение источников света должно обеспечивать равномерное освещение комнаты и минимизировать тени, что положительно скажется на зрительном комфорте детей.

Для вентиляции учебного помещения будет использоваться приточная система вентиляции, обеспечивающая постоянное поступление свежего воздуха в помещение. Для проектирования и установки вентиляционной системы рекомендуется обратиться к специалисту.

Заключение

Доброжелательная визуальная обстановка в учебном помещении научно-образовательного центра «Глобал-математик» будет положительно влиять как на образовательный процесс, так и на здоровье всех участников. Организация комфортной среды для визуального восприятия — задача дизайна интерьеров. В зависимости от типа деятельности, учебные помещения делятся на различные категории, каждая из которых имеет свои способы функционального зонирования. Обобщая, можно сказать, что оптимальная визуальная среда в учебном помещении формируется благодаря соблюдению определенных

пространственных решений, использованию безопасных отделочных материалов, мягких покрытий для пола, а также стеллажей и звукоизолирующих полов, интеграции игрового и обучающего оборудования.

Список литературы

1 Ашимхина, Т. Я. Школьный экологический мониторинг: учебно-методическое пособие / Т. Я. Ашимхина – Москва: Агар, 2000. – 348 с.

2 Гигиенические требования к условиям обучения в общеобразовательных учреждениях, СанПиН 2.4.2.2821-10

3 Гарипова, С. Р., Кириенко, М. В. Влияние визуальной среды интерьера на психологические характеристики учащихся // Экология человека. 2003. №4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-vizualnoy-sredy-interiera-na-psihologicheskie-harakteristiki-uchaschihsya

4 Визуальное загрязнение [Электронный ресурс]. URL: https://ru.cqlife.net/contaminacion-visual

5 Комфортность — условие жизни в образовательной среде // Вестник практической психологии образования — 2014. Том 11. № 4: [сайт]. — URL: https://psyjournals.ru/journals/bppe/archive/2014_n4/Tsabutashvili_Deynekina_Minikhan

6 Эмаль ПФ-266 — характеристики и особенности нанесения: [сайт]. — URL: https://www.russcvet.ru/articles/emal_pf_266_kharakteristiki_i_osobennosti_naneseniya/

СЕКЦИЯ 7. ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Председатель секции: канд. экон. наук, доцент, заведующая кафедрой «Экономика и управление» Углинская Виктория Владимировна

ББК 65.305.4
УДК 338.34

ОТЕЧЕСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ: ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

О.В. Асканова

Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Аннотация: В условиях обострения геополитического противостояния необходимость суверенизации критически важных отраслей, к которым в первую очередь относится машиностроение, не вызывает сомнений. Поэтому автором поставлена цель исследовать динамику производства в отечественном машиностроительном секторе и степень использования его производственных возможностей. Проведённый анализ показал крайне неоднозначную и неустойчивую динамику производственных показателей и низкую степень использования производственных мощностей в течение последних лет, не позволяющую делать каких-либо оптимистических выводов. Количественная оценка потенциальных объёмов производства по основным видам продукции показала, что даже при имеющихся производственных возможностях отечественное машиностроение располагает весьма внушительными резервами для наращивания выпуска машиностроительной продукции.

Ключевые слова: машиностроение, производство, производственная мощность, индекс производства, потенциальный рост.

DOMESTIC ENGINEERING: PRODUCTION PERFORMANCE AND PRODUCTION CAPABILITIES

O.V. Askanova

Rubtsovsk Industrial Institute (branch) of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Polzunov Altai State Technical University

Abstract: In the context of the aggravation of the geopolitical confrontation, the need for the sovereignization of critically important industries, which primarily include mechanical engineering, is beyond doubt. Therefore, the author has set the goal to investigate the dynamics of production in the domestic machine-building sector and the degree of use of its production capabilities. The analysis showed extremely ambiguous and unstable dynamics of production indicators and a low degree of capacity utilization in recent years, which does not allow us to draw any optimistic conclusions. A quantitative assessment of the potential production volumes for the main types of products showed that even with the available production capabilities, the domestic machine building industry has very impressive reserves to increase the output of machine-building products.

Keywords: mechanical engineering, production, production capacity, production index, potential growth

Обострение мировой политической обстановки со всей очевидностью продемонстрировало ошибочность выбранного в эпоху перестройки курса, квинтэссенцией которого является знаменитая фраза «всё за рубежом купим».

Поэтому необходимость суверенизации критически важных отраслей экономики сегодня уже ни у кого не вызывает сомнений. Одной из отраслей экономики, определяющих технологическую независимость, продовольственную безопасность и обороноспособность государства является машиностроение, уровень развития которого определяет экономическую мощь страны.

Разумеется, что выбранный сырьевой курс, бесперспективный для индустриальной державы, не мог не сказаться на состоянии отечественного машиностроения, последствия для которого за считанные годы оказались катастрофичными. Чётко фиксируемая в отдельных сегментах машиностроительной отрасли инволюционная деформация не может интерпретироваться иначе, как развал и деградация.

Нарастающая геополитическая напряженность, обусловившая осознание представителями власти жизненной необходимости в собственном мощном машиностроении, послужила важным стимулом реализации целого ряда ключевых решений государства, направленных на его возрождение. Смена государственных приоритетов в отношении отечественного машиностроения, которое даже в условиях длительного давления со стороны мировых брэндов, по мнению многих экспертов, смогло сохранить потенциал роста, может дать российским производителям машиностроительной продукции шанс занять освободившиеся рыночные ниши.

В этой связи нам представляется крайне актуальным исследование сложившейся в последние годы динамики производства в отечественном машиностроительном секторе и степени использования его производственных возможностей. Анализ в работе строится на обобщении и оценке исключительно официальной информации, представленной в опубликованных на момент исследования периодических статистических изданиях.

В настоящее время в соответствии с ОКВЭД2 информация об отечественном машиностроении отражается в разрезе различных видов экономической деятельности. В рамках данной работы остановимся на исследовании следующих классов ОКВЭД:

– 28 «Производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки»;

– 29 «Производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов»;

– 30 «Производство прочих транспортных средств и оборудования» [1].

Цепные индексы производства по этим видам деятельности отражены в таблице 1, где для сравнения представлены также показатели в целом по обрабатывающим производствам.

Таблица 1

Темпы роста производства по видам экономической деятельности (в процентах к предыдущему году) [2]

Показатель	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Обрабатывающие производства	105,7	103,6	103,6	101,3	107,4	100,3
Производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки	108,3	102,4	113,5	109,6	117,1	100,5
Производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов	120,1	111,5	96,3	87,9	114,6	55,8
Производство прочих транспортных средств и оборудования	115,6	107,7	99,0	106,7	110,5	98,0

Данные таблицы не позволяют выявить каких-либо общих закономерностей и устойчивых тенденций в развитии машиностроительного производства в 2017-2022 годах. Из наиболее привлекательных моментов можно отметить, довольно высокие цепные темпы роста в 2017 и 2021 годах по всем видам экономической деятельности, относящимся к машиностроению, превышающие рост в целом по обрабатывающим производствам. В остальные же годы подобное соотношение цепных индексов роста, свидетельствующих об опережающем развитии машиностроения в сравнении со средним уровнем, сложившимся в обрабатывающем производстве, не фиксируются.

В 2018 году в сравнении с предыдущим годом производство автотранспортных средств, прицепов, полуприцепов, прочих транспортных средств и оборудования имело прирост в 2-3 раза выше, чем в целом по обрабатывающей промышленности, составивший 3,6%, однако по виду деятельности «Производство машин и оборудования, не включённых в другие группировки» прирост отставал от среднего показателя по обрабатывающим производствам. В остальные рассматриваемые годы (2019, 2020, 2022) ситуация складывалась не в пользу машиностроения, поскольку по отдельным видам экономической деятельности имело место падение производства в сравнении с предыдущим периодом. Всё отмеченное позволяет нам оценивать достигнутые в 2017 и 2021 году позитивные показатели как случайные флуктуации.

Для обобщающей количественной характеристики динамики производства и получения более информативной картины произведём расчёт средних темпов роста за анализируемый период 2017-2022 годы. На рисунке 1 наглядно показан среднегодовой прирост объёмов производства в целом по обрабатывающей промышленности и по относящимся к машиностроению видам экономической деятельности.

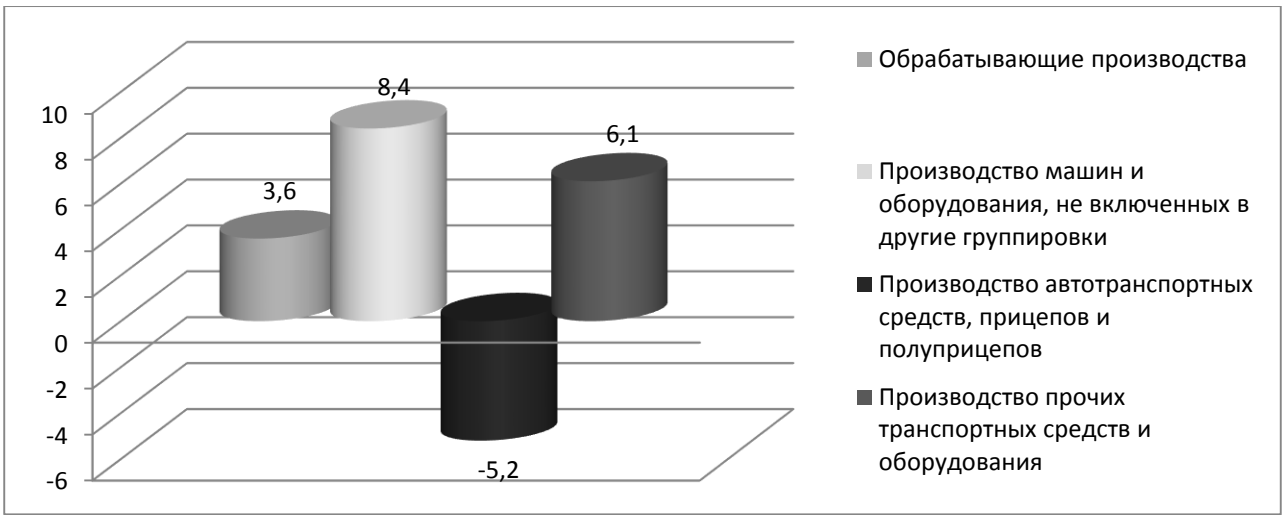


Рис. 1 – Среднегодовые темпы прироста производства за период 2017-2022 гг. [рассчитано по 2]

Как видно по представленному рисунку, за рассматриваемые шесть лет производство машин и оборудования, не включённых в другие группировки, и производство транспортных средств и оборудования росли в среднем на 8,4% и 6,1% в год соответственно, что заметно выше, чем по в целом по обрабатывающим производствам. Вместе с тем среднегодовой темп прироста производства автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов не только отставал от аналогичного показателя в обрабатывающей промышленности, но и имел отрицательное значение.

Дополнить общую картину о динамике производства по рассматриваемым видам экономической деятельности, на наш взгляд, следует анализом базисных темпов роста показателей. Как неоднократно указывал автор (в частности в работе [3]), цепные темпы роста, которыми оперирует сегодня Федеральная служба государственной статистики РФ, «на фоне характерной для российской экономики нестабильной динамики показателей и существенного сокращения глубины ретроспективы совершенно не отражает реальной картины» [3]. Отказ от использования в официальных статистических сборниках базисных темпов роста лишает потребителей статистического продукта возможности «увидеть долговременные тенденции развития явлений, поскольку в отличие от цепных темпов не зависят от краткосрочных колебаний» [там же]. На рисунке 2 можно увидеть индексы роста производства в 2022 году в сравнении с базовым 2016 годом.

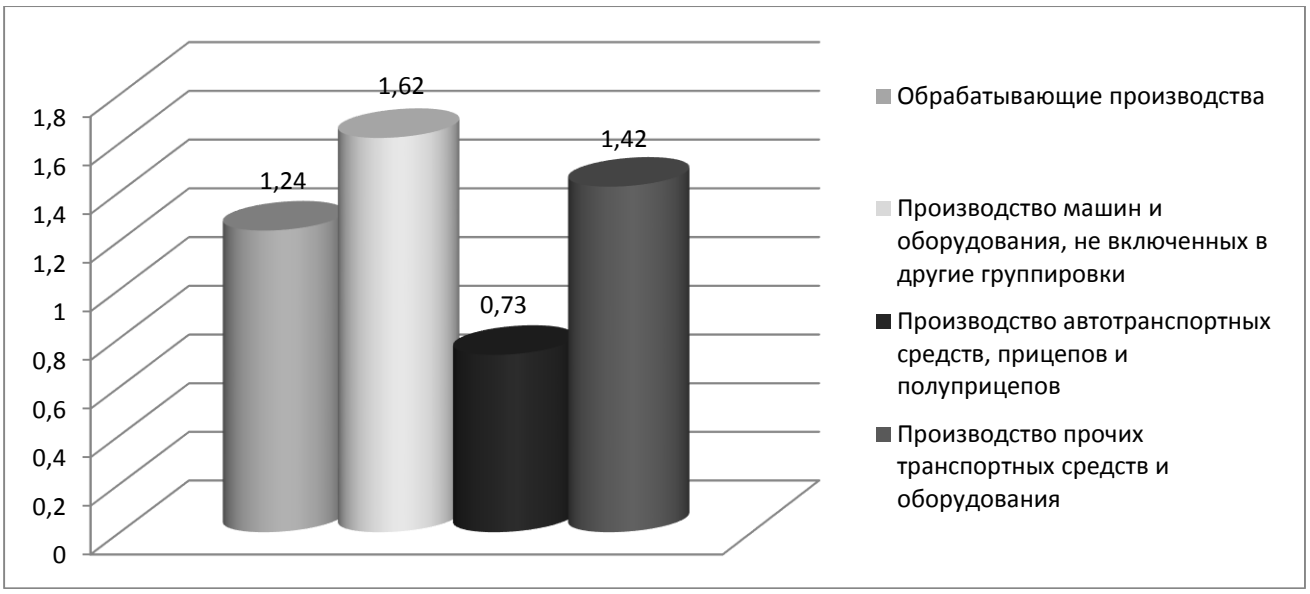


Рис. 2 – Базисные индексы производства в 2022 году в сравнении с 2016 годом [рассчитано по 2]

За рассматриваемый шестилетний период обрабатывающая промышленность нарастила объёмы производства на 24%, при этом производство машин и оборудования за аналогичный период увеличилось на 62%, а прочих транспортных средств и оборудования – на 42%, что вселяет некоторый оптимизм. Однако по виду деятельности «Производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов» к 2022 году в сравнении с 2016 годом произошло падение более чем на четверть. Такое существенное проседание в показателях по данному виду экономической деятельности обусловлено низким уровнем локализации производства российского автомобилестроения и, следовательно, его высокой зависимостью от зарубежных поставок запасных частей и комплектующих, наиболее ярко проявившейся в условиях экономической изоляции нашей страны. Если же рассматривать отдельные составляющие класса 29 ОКВЭД «Производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов» (рисунок 3), то можно обнаружить ещё более плачевную картину их динамики.

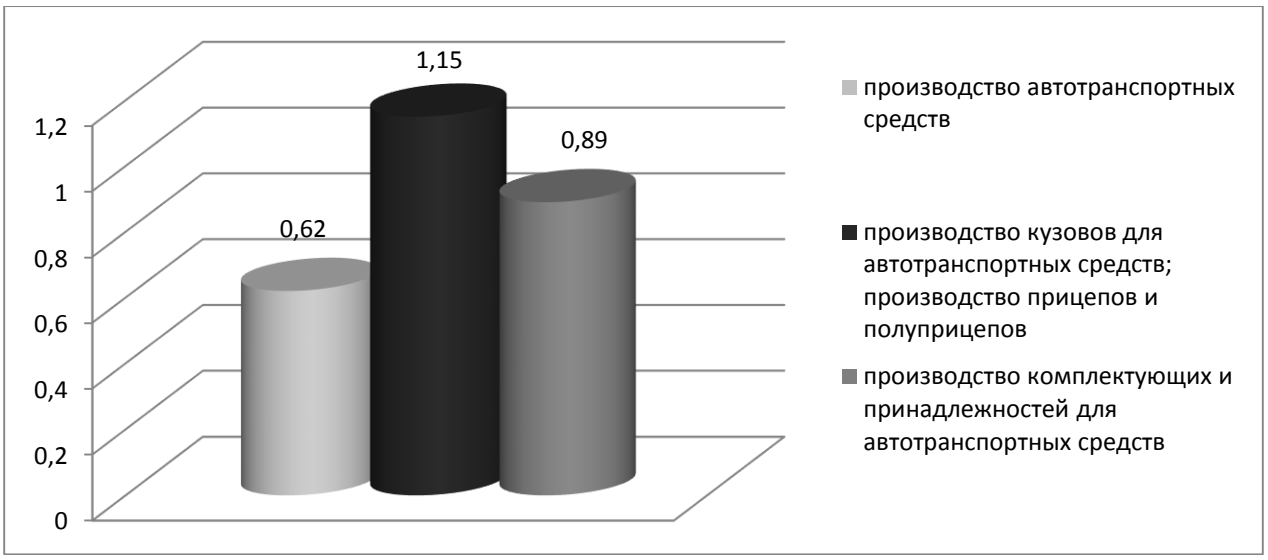


Рис. 3 – Базисные индексы производства по составляющим вид экономической деятельности «Производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов» в 2022 году в сравнении с 2016 годом [рассчитано по 2]

По представленным на рисунке 3 данным видно, что за анализируемые шесть лет только производство кузовов для транспортных средств, прицепов и полуприцепов хоть и несущественно (на 15%), но увеличилось, чего нельзя сказать о других составляющих данного класса ОКВЭД, по которым произошло значительное сокращение показателей производства. Наибольшим падением (почти на 40%) характеризуется производство автотранспортных средств. Дело в том, что представленные в официальной статистике данные включают сведения об объёмах, как собственного производства, так и сборки на территории РФ транспортных средств иностранных брэндов, «уход» которых с российского экономического пространства существенно обрушил показатели производства по данному виду экономической деятельности. Как отмечают специалисты, «из полутора миллионов автомобилей, которые выпускались на нашей территории, больше половины вовсе не наши, а заграничные» [4], оставшиеся же производства автотранспортных средств существенно завязаны на импортную компонентную базу. В результате санкций, импортозависимости, неэффективной логистики отечественная автомобильная промышленность оказалась «на краю пропасти»: например, только в мае 2022 года её производство рухнуло на 97% [4]. Ситуация усугубляется ещё и тем, что произошло сокращение производства комплектующих и принадлежностей для автотранспортных средств: за шесть лет с 2016 года оно снизилось на 11%.

Если рассматривать отдельные составляющие класса 30 ОКВЭД «Производство прочих транспортных средств и оборудования», по которому в целом имеет место рост объёмов производства за шесть лет на 42% (см. рисунок 2), то также можно увидеть негативную динамику. Так, данный вид экономической деятельности включает следующие элементы:

– производство железнодорожных локомотивов и подвижного состава;

– производство летательных аппаратов, включая космические, и соответствующего оборудования;

– производство транспортных средств и оборудования, не включенных в другие группировки;

– производство прочих транспортных средств, не включенных в другие группировки.

Объёмы производства по составляющим видам экономической деятельности «Производство прочих транспортных средств и оборудования» за шесть лет возросли от 30 до 50%, исключение составляет только производство транспортных средств и оборудования, не включенных в другие группировки, где произошло снижение более чем на 30%.

Рассмотренные выше показатели характеризуют динамику производства в машиностроении в стоимостной (денежной) оценке. Безусловно, денежная оценка объёмов производства имеет очень важное значение в статистике, позволяя обобщить сведения о разнородных видах продукции. Вместе с тем, очевидно, что все стоимостные показатели производны от натуральных, которые зачастую бывают намного информативнее денежных. Поэтому далее остановимся на исследовании динамики объёмов производства отдельных видов машиностроительной продукции в натуральном выражении (см. таблицу 2).

Таблица 2

Производство отдельных видов продукции машиностроения [2]

Показатель	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**
Подшипники шариковые или роликовые, млн. шт.	46,7	45,0	42,5	38,1	41,7	48,5
Тракторы для сельского хозяйства прочие, тыс. шт.	7,3	7,1	6,6	7,2	7,5	10,6
Станки металлорежущие, тыс. шт.	4,2	4,6	4,6	5,4	7,2	8,2
Машины кузнечно-прессовые, тыс. шт.	4,0	4,4	4,5	3,6	6,0	10,1
Автомобили легковые, тыс. шт. (включая сборку)	1356	1565	1525	1262	1365	451
Средства автотранспортные грузовые, тыс. шт.	163	157	156	143	186	141
Тепловозы магистральные, секций	197	214	283	233	244	177
Вагоны грузовые магистральные широкой колеи, тыс. шт.	58,1	68,8	79,7	57,1	63,1	50,2

Из представленных в таблице 2 восьми важнейших видов машиностроительной продукции только по четырём (подшипники, тракторы, металлорежущие станки и кузнечно-прессовые машины) объёмы производства в 2022 году превысили уровень 2017 года. Однако в течение этого периода динамика выпуска по данным видам продукции была крайне нестабильна. Наибольшим ростом за пять лет (более чем в 2,5 раза) характеризуется производство кузнечно-прессовых машин (см. рисунок 4), однако, несмотря на такую внушительную динамику, выпуск этого важнейшего вида

машиностроительной продукции в 2022 году оставался весьма незначительным – всего чуть более 10 тыс. единиц.

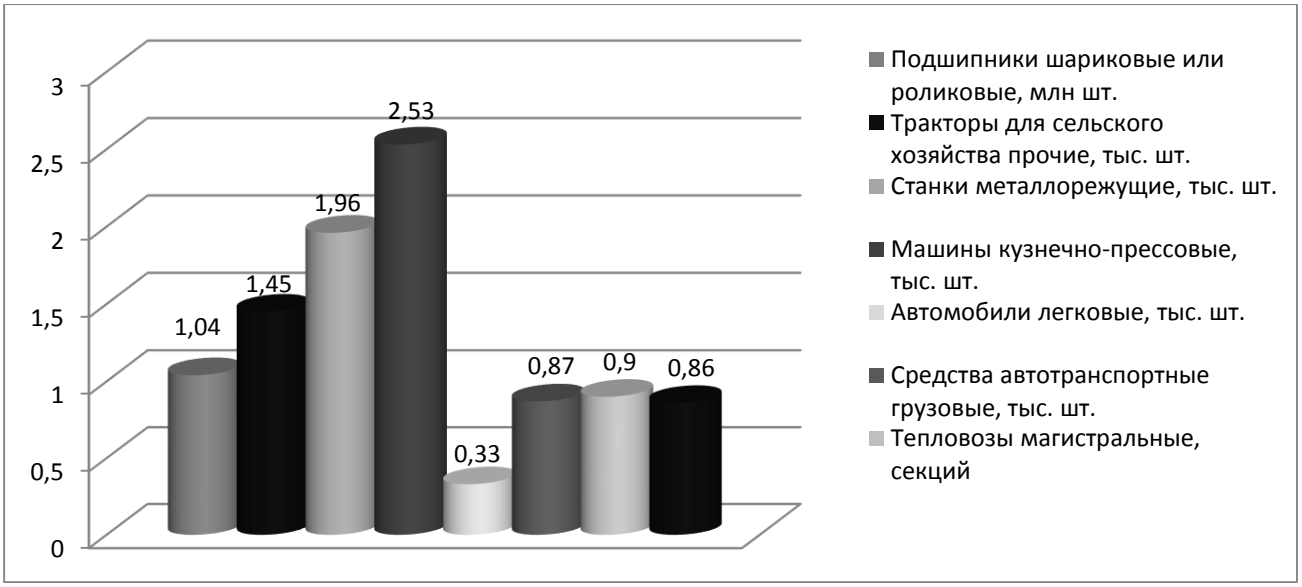


Рис. 4 – Базисные индексы производства по отдельным видам продукции машиностроения в натуральном выражении в 2022 году в сравнении с 2017 годом [рассчитано по 2]

Аналогично неоднозначная ситуация с производством отечественных металлорежущих станков: на фоне почти 2-х кратного роста их выпуска натуральный объём производства в 2022 году составлял всего 8,2 тыс. штук.

Прирост выпуска сельскохозяйственных тракторов в 2022 году в сравнении с 2017 годом на 45% до 10,6 тыс. единиц на фоне крайне нестабильной динамики также не даёт оснований для констатации каких-либо существенных достижений в отечественном тракторостроении, тем более, что, например, в 2008 году натуральный объём производства тракторов превышал 11 тыс. единиц, в 2012 году – 12 тыс. единиц, а в 2011 году – 13 тыс. единиц [5, С.15].

Динамика же производства подшипников лишь подтверждает вывод о том, что негативные тенденции в отечественном машиностроительном секторе пока не переломлены, поскольку 4-х процентный рост за пять лет такого важного технического компонента, играющего неоценимую роль во всех отраслях машиностроения, обеспечивая бесперебойную работу множества машин и механизмов, является крайне низким.

Что же касается остальных, приведённых в таблице 2 видов продукции, то по ним за рассматриваемый период объёмы производства не удалось ни только нарастить, но и даже сохранились на уровне 2017 года. По грузовым автомобилям, тепловозам и грузовым вагонам падение составило от 10 до 14% (см. рисунок 4).

Но особенно бросается в глаза провал (на две трети) по выпуску легковых

автомобилей в натуральных показателях, который гораздо более существенен, чем сокращение производства автотранспортных средств в денежных измерителях. В результате в 2022 году РФ произвела (с учётом сборки) всего 451 тыс. легковых машин. Однако и до такого радикального снижения показатели производства существенного уступали ведущим странам мира (см. таблицу 3).

Таблица 3

Производства легковых автомобилей в 2021 году (тыс. шт.) в отдельных странах мира [6]

Страна	**Показатель**
Китай	9765
Япония	6619
Республика Корея	3163
Германия	3096
США	1563
Россия	1365
Чехия	1117

По данным таблицы видно, что даже до перехода геополитического противостояния России и Запада в горячую фазу в 2021 году производство отечественных автомобилей с учётом сборки иностранных брендов значительно отставало от мировых лидеров автомобилестроения (более чем в 7 раз от Китая; почти в 5 раз от Японии; более чем в 2 раза от Южной Кореи).

Таким образом, в течение последних лет в российском машиностроении складывалась крайне неоднозначная и неустойчивая динамика производства, не позволяющая делать каких-либо оптимистических выводов. Примечательно, что даже рост производства по отдельным видам машиностроительной продукции в рассматриваемом периоде не обеспечивал полное задействование производственных мощностей, что можно увидеть по данным таблицы 4.

Таблица 4

Уровень использования среднегодовой производственной мощности организаций по выпуску отдельных видов продукции, % [2]

Показатель	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**
Подшипники шариковые или роликовые	26,9	23,6	22,0	17,6	21,8	25,2
Тракторы для сельского и лесного хозяйства прочие	16,2	15,2	18,7	32,4	26,5	37,3
Станки металлорежущие	19,5	26,5	23,4	26,6	26,3	24,6
Машины кузнечно-прессовые	14,3	13,1	16,2	7,1	12,1	16,3
Автомобили легковые	47,4	55,3	55,6	51,4	59,7	21,7
Средства автотранспортные грузовые	41,3	44,0	48,0	44,5	57,7	45,2
Тепловозы магистральные	55,2	65,4	83,0	68,3	70,9	55,0
Вагоны грузовые магистральные широкой колеи	63,1	74,9	84,4	61,5	69,7	55,4

Если проводить анализ данных таблицы 4 в сравнении с рисунком 4, то можно увидеть, что изменение степени загрузки производственной мощности по некоторым видам продукции машиностроения и динамика объёмов их выпуска носили разнонаправленный характер. Например, за пять лет при росте производства подшипников уровень использования производственной мощности снизился, и наоборот, при сокращении выпуска грузовых автомобилей произошло увеличение использования производственной мощности. Обращает на себя внимание существенный (более чем в два раза) рост загрузки производственной мощности по тракторам. В целом же, несмотря на имеющиеся колебания можно констатировать, что в 2022 году производственные возможности по всем представленным в таблице 4 видам машиностроительной продукции оставались задействованы менее чем наполовину (за исключением магистральных тепловозов и грузовых вагонов, где показатель составил 55%).

Все отмеченное свидетельствует, что даже при имеющихся производственных возможностях отечественное машиностроение располагает весьма внушительными резервами для наращивания производства продукции. В подтверждении этого в таблице 5 представлена количественная оценка потенциальных объёмов выпуска по основным видам продукции из расчёта 90%-ной степени загрузки мощности.

Таблица 5

Потенциальные возможности производства отдельных видов продукции машиностроения [рассчитано по 2]

Показатель	**2022 год**		**90%-ая загрузка производственной мощности**	
	Объём выпуска	**Степень использования мощности, %**	**Потенциальный объём производства**	**Потенциальный прирост, %**
Подшипники шариковые или роликовые, млн шт.	48,5	25,2	173	+256,7
Тракторы для сельского хозяйства прочие, тыс. шт.	10,6	37,3	25	+135,5
Станки металлорежущие, тыс. шт.	8,2	24,6	30	+265,9
Машины кузнечно-прессовые, тыс. шт.	10,1	16,3	55	+444,6
Автомобили легковые, тыс. шт.	451	21,7	1870	+314,6
Средства автотранспортные грузовые, тыс. шт.	141	45,2	280	+98,6
Тепловозы магистральные, секций	177	55,0	289	+63,3
Вагоны грузовые магистральные широкой колеи, тыс. шт.	50,2	55,4	81	+61,4

Представленные в таблице результаты подсчёта резервов повышения степени использования производственных мощностей демонстрируют, что при увеличении их загрузки до 90% прирост по разным видам машиностроительной продукции может составить от 60 до 400%. Разумеется, что для практической реализации имеющихся резервов (не говоря уже об инвестировании в модернизацию и создание новых производственных мощностей) необходимо устранить целый ряд других ресурсных ограничений, таких как недостаток трудовых ресурсов, оборотных средств. Поэтому решение системных проблем отечественного машиностроения требует не просто отдельных мер поддержки отрасли со стороны государства (которые находят отражение в разрозненных госпрограммах), а комплексного подхода, предполагающего задействование всех «находящихся в арсенале любого государства механизмов денежно-кредитной, фискальной, антимонопольной политики, призванных тормозить действие негативных факторов и стимулировать позитивных» [7], которые подробно освещены в других работах автора.

Резюмируя изложенное выше, отметим, что на фоне осложнения политической обстановки в мире в 2022 году в России в целом и в отечественном машиностроении, в частности, сложилась довольно противоречивая ситуация. С одной стороны, ужесточение санкционного давления продемонстрировало высокую степень уязвимости российских машиностроительных предприятий, обвалив их объёмы производства и практически парализовав работу многих из них. С другой же стороны, уход с российского рынка западных компаний открыл для отечественных машиностроителей новые возможности, мобилизация которых невозможная без активного государственного участия.

Список литературы

1. ОКВЭД 2 ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2) с изменением №70 от 1 сентября 2024 г. [Электронный ресурс]. URL: https://www.buxprofi.ru/spravochnik/okved-2 (дата обращения: 26.09.2024).

2. Промышленное производство в России. 2023: Стат.сб. / Росстат. – М., 2023. – 259 с. [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13225 (дата обращения: 23.09.2024).

3. Асканова О.В. Статистика как инструмент и отражение политики государства: проблемы и тенденции // Экономика. Профессия. Бизнес. – 2024. – №2. – С.11-23.

4. «Ситуация ужасная, на восстановление уйдут годы»: Как и почему российский автопром оказался на краю пропасти. // WWW.KP.RU. [Электронный ресурс]. URL: https://www.kp.ru/daily/27416/4615952 (дата обращения: 27.09.2024).

5. Асканова О.В. Состояние российского машиностроения: побочное следствие или закономерный результат экономической политики государства? // ЭКО. – 2014. – №7. – С. 12-24.

6. Россия и страны мира. 2023: Стат.сб. / Росстат. – М., 2023. – 393 с. [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13241 (дата обращения: 28.09.2024).

7. Асканова О.В., Карпенко А.В. Отечественное сельхозмашиностроение: угрозы и возможности государственной политики // Экономика и предпринимательство. – 2017. – №3-1(80) – С.125-133.

УДК 338.12.017

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Е.А. Колдашов, М.И. Красноборов

Лысьвенский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г.Лысьва

Аннотация. В статье проведен комплексный анализ современных проблем мировой экономики. Исследованы ключевые тенденции экономического развития, включая динамику роста ВВП, инфляционные процессы и структурные преобразования в различных регионах мира. Особое внимание уделено анализу рисков и вызовов, стоящих перед глобальной экономической системой. На основе данных Международного валютного фонда представлены прогнозные оценки развития мировой экономики до 2025 года. Рассмотрены приоритетные направления экономической политики, необходимые для обеспечения устойчивого развития.

Ключевые слова: мировая экономика, экономический рост, инфляция, финансовая стабильность, экономические риски, монетарная политика, структурные реформы, устойчивое развитие.

CURRENT PROBLEMS OF THE WORLD ECONOMY

E.A. Koldashov, M.I. Krasnoborov

Lysva branch of the Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education «Perm National Research Polytechnic University»

Annotation. The article provides a comprehensive analysis of modern problems in the global economy. Key economic development trends are examined, including GDP growth dynamics, inflationary processes, and structural transformations across various world regions. Special attention is paid to analyzing risks and challenges facing the global economic system. Based on International Monetary Fund data, forecast estimates for world economic development up to 2025 are presented. Priority directions of economic policy necessary for ensuring sustainable development are considered.

Keywords: global economy, economic growth, inflation, financial stability, economic risks, monetary policy, structural reforms, sustainable development.

Введение

В современных условиях развитие мировой экономики характеризуется беспрецедентной сложностью и динамичностью происходящих процессов. Глобальные экономические трансформации, ускоренные последствиями пандемии COVID-19 и геополитической напряженностью, создают новую реальность, требующую тщательного научного осмысления и выработки эффективных решений [1].

Актуальность исследования современных проблем экономики обусловлена

необходимостью понимания фундаментальных изменений, происходящих в глобальной экономической системе. Трансформация международных экономических отношений, цифровизация хозяйственных процессов, изменение климата и демографические сдвиги формируют новые вызовы и возможности для развития национальных экономик [3, 6].

Особую значимость приобретают вопросы обеспечения устойчивого экономического роста в условиях высокой неопределенности. Согласно данным Международного валютного фонда, мировая экономика демонстрирует признаки восстановления, однако темпы роста остаются ниже допандемического уровня, а риски замедления сохраняются [8].

В научной литературе активно обсуждаются различные аспекты современных экономических проблем. Исследователи отмечают необходимость переосмысления традиционных подходов к экономической политике и поиска новых инструментов управления экономическими процессами [2, 7]. Особое внимание уделяется вопросам финансовой стабильности, инфляционным рискам и структурным преобразованиям.

Проблематика исследования охватывает широкий спектр вопросов, включая анализ текущих тенденций экономического развития, оценку эффективности принимаемых мер экономической политики, изучение факторов риска и определение перспективных направлений развития мировой экономики. Важным аспектом является исследование взаимосвязи между различными экономическими показателями и их влияния на общую динамику экономического развития [4, 8].

Целью данного исследования является комплексный анализ современных проблем мировой экономики и определение ключевых направлений их решения.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать текущее состояние мировой экономики и основные тенденции её развития;
- исследовать динамику ключевых макроэкономических показателей;
- выявить основные риски и угрозы для глобального экономического развития;
- определить приоритетные направления экономической политики для обеспечения устойчивого роста.

Научная новизна исследования заключается в комплексном подходе к анализу современных экономических проблем с учетом последних тенденций развития мировой экономики и новых вызовов, стоящих перед глобальным сообществом [5, 10].

Методология исследования

Методологическую базу исследования составили фундаментальные работы ведущих отечественных и зарубежных экономистов, актуальные аналитические материалы Международного валютного фонда, релевантные статистические

данные и экспертные оценки [2, 6]. В процессе исследования применены комплексные методы экономического анализа, синтеза, математического моделирования, системного и сравнительного анализа, методы группировки и классификации данных. Использованы современные подходы к изучению макроэкономических показателей и их взаимозависимостей, что позволило обеспечить достоверность и обоснованность полученных результатов.

Результаты и обсуждение

Анализ современного состояния мировой экономики демонстрирует сложную картину взаимосвязанных тенденций и закономерностей в её развитии. Согласно данным Международного валютного фонда, несмотря на турбулентность геополитической обстановки и долгосрочные последствия пандемии COVID-19, наблюдаются устойчивые признаки стабилизации экономического роста и постепенного восстановления глобальных экономических связей [8].

В таблице 1 представлены ключевые показатели роста мировой экономики и отдельных регионов, отражающие текущую динамику и перспективы развития.

Таблица 1

Динамика экономического роста по регионам мира и прогнозные оценки, %[8]

Регион/Страна	2023	2024 (прогноз)	2025 (прогноз)
Мировая экономика	3,1	3,1	3,2
Развитые экономики	1,6	1,5	1,8
Развивающиеся рынки	4,1	4,1	4,2
США	2,5	2,1	1,7
Еврозона	0,5	0,9	1,7
Китай	5,2	4,6	4,1
Индия	6,7	6,5	6,5
Япония	1,9	0,9	0,8
Великобритания	0,5	0,6	1,6

Динамика экономического роста по регионам мира и прогнозные оценки так же отражены на рис. 1.

Анализ представленных данных свидетельствует о сохранении умеренных темпов роста мировой экономики на уровне 3,1% в 2024 году с последующим незначительным ускорением до 3,2% в 2025 году. При этом наблюдается существенная дифференциация темпов роста между развитыми и развивающимися экономиками, что указывает на сохранение структурных диспропорций в глобальной экономической системе[8].

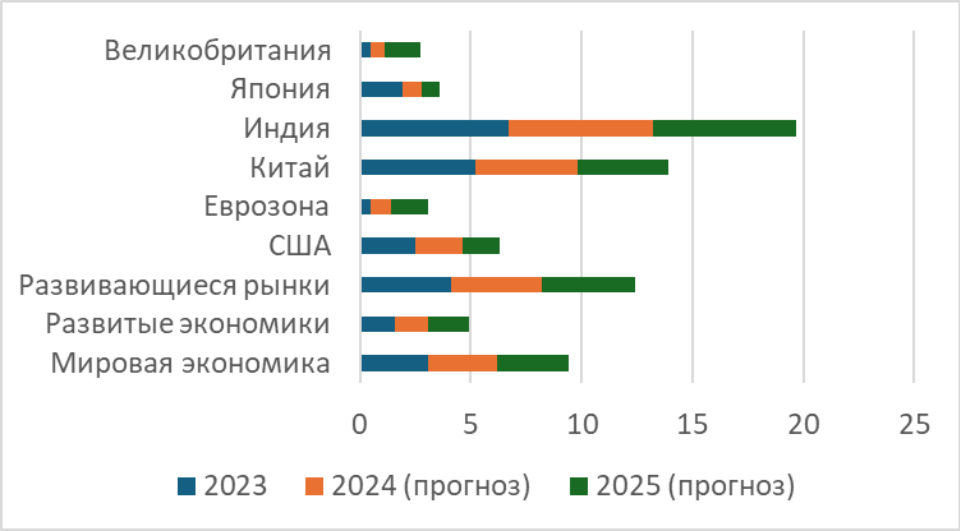


Рис.1 – Динамика экономического роста по регионам мира и прогнозные оценки, % [8]

Далее рассмотрим динамику инфляционных процессов в мировой экономике, представленную в таблице 2, которая отражает текущие тенденции и прогнозные оценки.

Таблица 2

Динамика инфляции по группам стран и прогнозные значения, %[8]

Группа стран	2023	2024 (прогноз)	2025 (прогноз)
Мировая экономика	6,8	5,8	4,4
Развитые страны	4,6	2,6	2,0
Развивающиеся страны	8,4	8,1	6,0
США	4,1	2,8	2,4
Еврозона	5,4	2,7	2,1
Китай	0,7	1,3	1,9
Индия	5,5	4,6	4,2

Динамика инфляции по группам стран и прогнозные значения так же отражены на рис. 2.

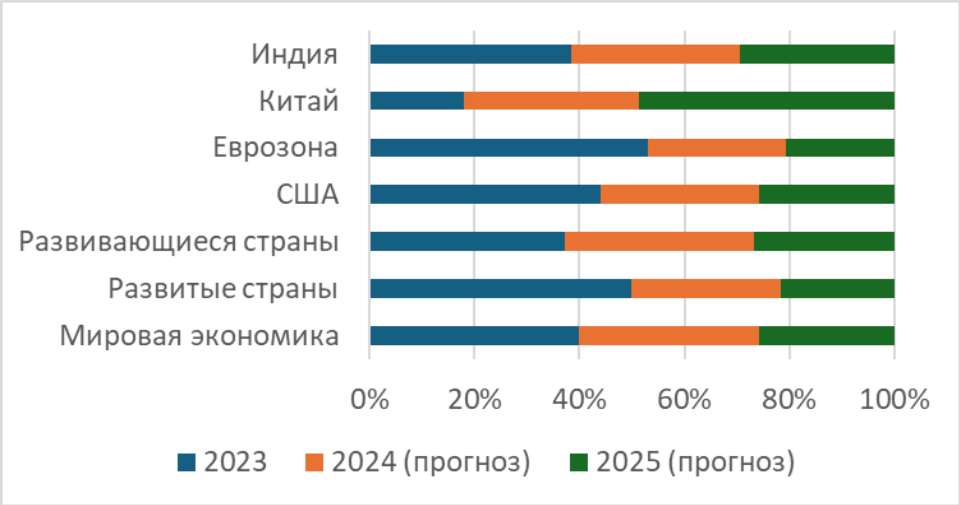


Рис.2 – Динамика инфляции по группам стран и прогнозные значения, % [8]

Анализ инфляционных трендов демонстрирует устойчивую тенденцию к снижению общемирового уровня инфляции с 6,8% в 2023 году до прогнозируемых 4,4% в 2025 году, что свидетельствует об эффективности принимаемых центральными банками мер по стабилизации ценовой динамики.

В таблице 3 систематизированы ключевые риски для мировой экономики, требующие пристального внимания и разработки превентивных мер.

Таблица 3

Ключевые риски для мировой экономики и их характеристика[8]

Категория рисков	Характеристика	Потенциальные последствия
Геополитические	Региональные конфликты, торговые войны, санкционные режимы	Нарушение цепочек поставок, волатильность сырьевых рынков
Финансовые	Волатильность рынков, рост долговой нагрузки, банковские риски	Финансовая нестабильность, кредитное сжатие
Структурные	Низкая производительность труда, демографические проблемы	Замедление потенциального роста
Климатические	Природные катаклизмы, затраты на декарбонизацию	Экономические потери, рост издержек
Технологические	Кибербезопасность, цифровое неравенство	Операционные риски, социальное расслоение

Представленные данные [8]свидетельствуют о многофакторной природе рисков, оказывающих существенное влияние на развитие мировой экономики. Особую озабоченность вызывает нарастание геополитической напряженности и климатических рисков.

В таблице 4 отражены основные направления экономической политики, необходимые для обеспечения устойчивого развития.

Таблица 4

Приоритетные направления экономической политики[8]

Направление	Ключевые меры	Ожидаемые результаты
Монетарная политика	Калибровка процентных ставок, управление инфляционными ожиданиями	Ценовая стабильность
Фискальная политика	Бюджетная консолидация, повышение эффективности расходов	Устойчивость госфинансов
Структурные реформы	Повышение гибкости рынков, развитие человеческого капитала	Рост производительности
Международное сотрудничество	Координация политики, развитие многосторонних механизмов	Глобальная стабильность

Анализ направлений экономической политики показывает необходимость комплексного подхода к решению существующих проблем, сочетающего меры монетарного, фискального и структурного характера.

Заключение

Проведенное исследование демонстрирует, что мировая экономика находится в процессе фундаментальной трансформации, адаптируясь к новым условиям функционирования. Наблюдается постепенное снижение инфляционного давления при сохранении умеренных темпов экономического роста, что создает предпосылки для «мягкой посадки» экономики. Ключевыми факторами успешного развития становятся эффективная координация монетарной и фискальной политики, реализация структурных реформ и укрепление международного сотрудничества.

Особую важность приобретает способность экономических систем адаптироваться к новым вызовам, включая цифровую трансформацию, климатические изменения и демографические сдвиги. При этом необходимо уделять повышенное внимание вопросам социальной справедливости и инклюзивного роста.

Список литературы

1. Абдуллаева, З. М. Проблема инноваций в современной экономике. Бережливая экономика / З. М. Абдуллаева, Ф. Р. Акаева, К. А. Клычева // Экономика и предпринимательство. — 2021. — № 5(130). — С. 199-202. — DOI 10.34925/EIP.2021.130.5.035. — EDN MYJVEB.

2. Монгуш, О. Г. Современные проблемы экономики Российской Федерации / О. Г. Монгуш, Ч. Г. Донгак // III Международная научно-практическая конференция «Междисциплинарные исследования науки и техники», Москва, 09 февраля 2022 года. — Мельбурн: AUS PUBLISHERS, 2022. — С. 301-309. — EDN YBVKVY.

3. Антонова, Н. Л. Проблемы современного менеджмента в современной экономике / Н. Л. Антонова, А. М. Валинуров // Теория права и межгосударственных отношений. — 2021. — Т. 2, № 5(17). — С. 93-99. — EDN QQFWVI.

4. Риски для роста мировой экономики в целом сбалансированы, и возможна «мягкая посадка». [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: https://www.imf.org/ru/Publications/WEO/Issues/2024/01/30/world-economic-outlook-update-january-2024

5. Пиримбаев, Ж. Ж. Современные проблемы экономики / Ж. Ж. Пиримбаев // Реформа. — 2022. — № 2(94). — С. 6-10. — EDN ROEUYY.

6. Гречишкина, К. А. Современные проблемы экономики, возможные пути их разрешения / Алчевск: Луганский государственный университет имени Владимира Даля, 2023. — С. 86-88. — EDN RIEFSN.

7. Иванов, М. Р. Современные проблемы экономики и управления: вызовы и возможности / Рязанский государственный радиотехнический университет им.В.Ф.Уткина, 2023. — С. 638-641. — EDN QDICEO.

8. Чунин, Т. А. Проблемы экономики России на современном этапе / Т. А. Чунин, Э. Л. Доржиева // Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2023. — С. 715-717. — EDN ZHDLHK.

9. Гайлит, Е. В. Современные проблемы экономики образования / Е. В. Гайлит, С. Ф. Неробова // Инновации. Наука. Образование. — 2023. — № 75. — С. 82-86. — EDN UAYTNT.

10. Современные проблемы экономики и управления : Сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Москва, 05 апреля 2023 года. — Москва: Российский государственный социальный университет, 2023. — 196 с. — ISBN 978-5-7139-1447-9. — EDN WVBLZN.

СЕКЦИЯ 8. ОБРАЗОВАНИЕ. ПЕДАГОГИКА. ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Председатель секции: канд. филос. наук, доцент, доцент кафедры «Гуманитарные дисциплины» Павлов Александр Юрьевич

УДК 378.147.227, 534.014

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГАРМОНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

И.М. Зенцова, А.А. Мамаев

Березниковский филиал Пермского национального исследовательского политехнического университета

Аннотация. На современном этапе развития высшего образования актуально применение компьютерного моделирования на различных дисциплинах, в том числе и на физике. В данной статье рассматриваются различные методы моделирования гармонических колебаний. Описываются результаты моделирования гармонических колебаний в популярных программах, таких как MATLAB, Mathcad, Simulink и RAD Studio. Определены типы заданий по работе компьютерными моделями (раздел физики «Колебания и волны»), способствующие формированию общепрофессиональных компетенций.

Ключевые слова: методика обучения физике, общепрофессиональные компетенции, гармонические колебания, моделирование, MATLAB, Mathcad, Simulink, RAD Studio.

THE USE OF COMPUTER MODELING OF HARMONIC OSCILLATIONS FOR THE FORMATION OF GENERAL PROFESSIONAL COMPETENCIES OF STUDENTS IN THE STUDY OF PHYSICS AT A TECHNICAL UNIVERSITY

I.M. Zentsova, A.A. Mamaev

Berezniki Branch of Perm National Research Polytechnic University

Annotation. At the present stage of the development of higher education, the use of computer modeling in various disciplines, including physics, is relevant. This article discusses various methods of modeling harmonic oscillations. The results of modeling harmonic oscillations in popular programs such as MATLAB, Mathcad, Simulink and RAD Studio are compared. The types of tasks for working with computer models (section of physics «Vibrations and waves») that contribute to the formation of general professional competencies are determined.

Keywords: methods of teaching physics, general professional competencies, harmonic oscillations, modeling, MATLAB, Mathcad, Simulink, RAD Studio.

Введение

Согласно ФГОС ВО для направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника необходимо формирование общепрофессиональных компетенций, среди которых имеется ОПК-8 (способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения) и ОПК-9 (способен осваивать методики использования программных средств для решения практических задач) [1]. При изучении физики обучающимся технических вузов по указанному направлению следует предлагать задания,

направленные на применение знаний, умений и навыков, полученных в курсе изучения информатики.

Среди разделов физики, позволяющих устанавливать междисциплинарные связи между физикой и информатикой, следует отметить «Колебания и волны».

В рамках данного раздела преподаватели физики разрабатывают различные учебно-методические пособия, в которых кратко изложен теоретический материал, сопровождаемый разобранными примерами и задачами для самостоятельной работы студентов. Например, пособия Ю.В. Груздева [2], Б.Д. Юдина [3] и др.

Использование заданий на компьютерное моделирование гармонических колебаний при изучении темы «Колебания и волны» описано в публикациях В.Н. Нестерова, И.В. Нестерова, Д.О. Коркоцкой [4], И.Е. Белоцерковской, М. Ю. Втюрина [5], Е.В. Титова, Н.С. Журавского, А.А. Сошникова [6] и др.

Следует отметить, что В.Н. Нестеров, И.В. Нестеров, Д.О. Коркоцкая решают проблему компьютерного моделирования гармонических колебаний в блоке Given-Odesolve (программа Mathcad) [4]. И.Е. Белоцерковской, М. Ю. Втюрина предлагают осуществить компьютерное моделирование фигур Лиссажу в MS Excel [5]. Е.В. Титов, Н.С. Журавский, А.А. Сошников используют свое разработанное программное обеспечение [6].

Основная часть

На основе анализа источников литературы есть основания полагать, что моделирование гармонических колебаний в различных программах и сравнение полученных результатов будет являться актуальным.

При изучении раздела физики «Колебания и волны» можно предложить студентам, уверенно владеющими навыками программирования, смоделировать гармонические колебания в различных программах и определить физические величины, характеризующие колебательное движение.

Далее предлагается работа по моделированию гармонических колебаний, выполненная студентом Березниковского филиала ПНИПУ А.А. Мамаевым (2 курс направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника).

MATLAB позволяет смоделировать гармонические колебания на основе встроенных функций. Код для построения графика гармонических колебаний в программе MATLAB приведен на рис. 1. График зависимости, соответствующий данному коду приведен на рис. 2.

```
A = 1; % Амплитуда
w = 1; % Частота
T = 1; % Период
t = 0:0.01:5*T; % Время от 0 до 5 периодов

x = A * sin(2*pi*w*t); % Вычисляем колебания
plot(t, x);
title('Гармонические колебания в MATLAB');
xlabel('Время (с)');
ylabel('Смещение (м)');
grid on;
```

Рис. 1 – Код для построения графика гармонических колебаний в программе MATLAB

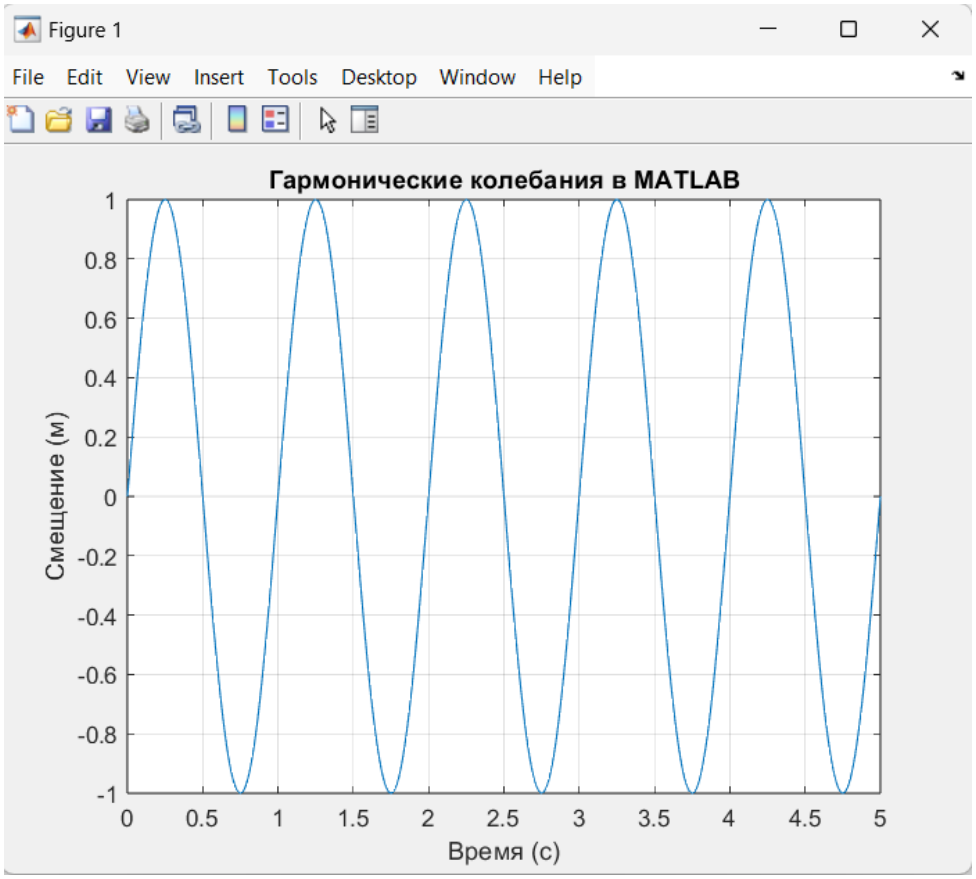


Рис. 2 – График гармонических колебаний, смоделированный в MATLAB

Моделирование в среде Simulink осуществляется на основе блок-схем (см. рис. 3). График гармонических колебаний, смоделированный в Simulink, представлен на рис. 4.

Рис. 3 – Модель блок-схемы в Simulink

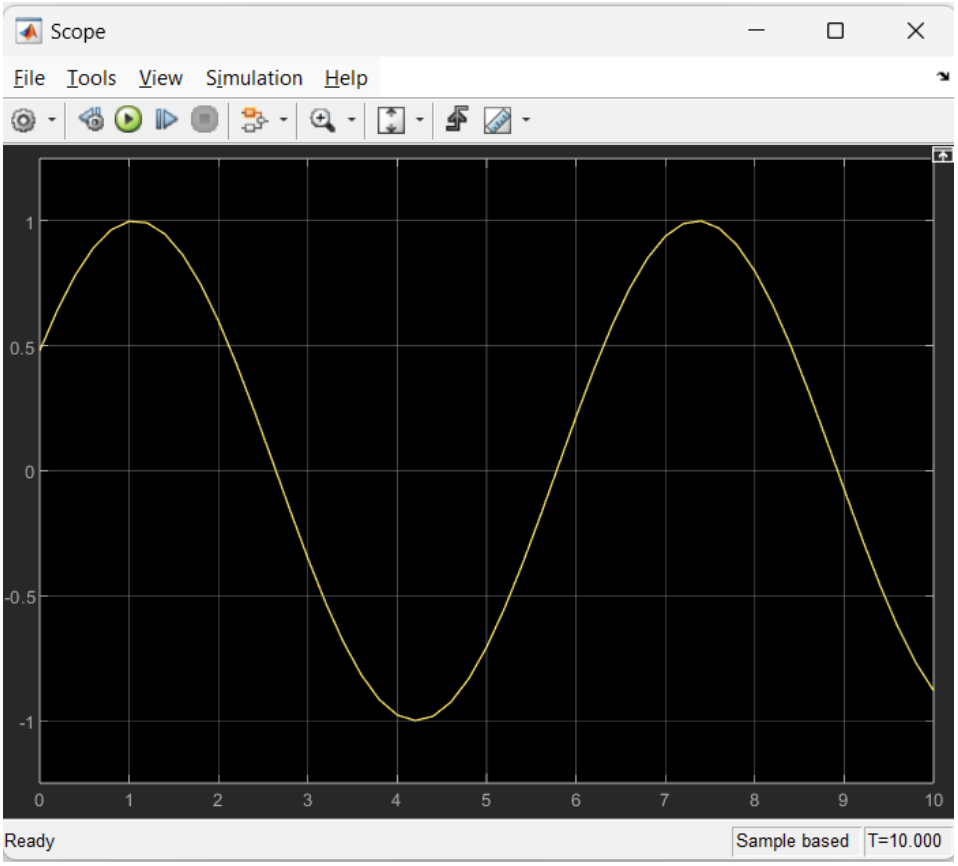


Рис. 4 – График гармонических колебаний, смоделированный в Simulink

Программа Mathcad позволяет смоделировать гармонические колебания на основе формул, приведенных на рис. 5.

$A := 1$

$w := 1$

$T := 1$

$t := 0, 0.01 .. 5$

$x(t) := A \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot w \cdot t)$

Рис. 5 – Формулы расчета гармонических колебаний в Mathcad

Результат работы по моделированию гармонических колебаний представлен на рис. 6.

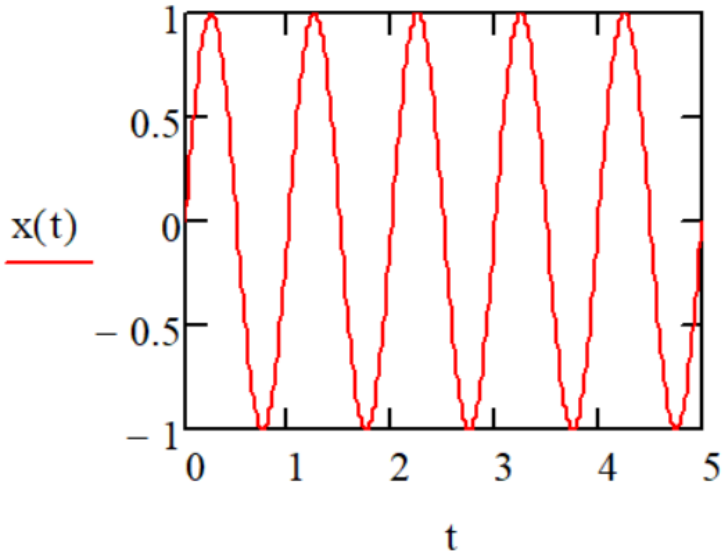


Рис. 6 – График гармонических колебаний, смоделированный в Mathcad

На рис. 7, 8, 9 представлен пример исходного кода для построения гармонических колебаний на Delphi в RAD Studio. На рис. 10 выполнено моделирование гармонических колебаний в программе RAD Studio.

```
unit coleb;

interface

uses
  System.SysUtils, System.Types, System.UITypes, System.Classes, System.Variants,
  FMX.Types, FMX.Controls, FMX.Forms, FMX.Graphics, FMX.Dialogs, FMXTee.Engine,
  FMXTee.Procs, FMXTee.Chart, FMX.StdCtrls, FMX.Edit, FMX.Controls.Presentation,
  FMXTee.Series;

type
  TForm1 = class(TForm)
    Label1: TLabel;
    Edit1: TEdit;
    Label2: TLabel;
    Edit2: TEdit;
    Label3: TLabel;
    Edit3: TEdit;
    Label4: TLabel;
    Edit4: TEdit;
    Button1: TButton;
    Chart1: TChart;
    Series1: TLineSeries;
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  Form1: TForm1;

implementation

{$R *.fmx}

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);

var
  A, w, T, fi, timeStep, totalTime, t_val: Double;
  timeArray: TArray<Double>;
  valueArray: TArray<Double>;
  i: Integer;
```

Рис. 7 – Код для построения гармонических колебаний в программе RAD Studio

```
begin
  try
    A := StrToFloat(Edit1.Text);
    fi := StrToFloat(Edit4.Text);

    // Проверка на ввод w или T
    if (Edit2.Text <> '') and (Edit3.Text <> '') then
    begin
      ShowMessage('Введите только одно значение: w или T.');
      Exit;
    end;

    if Edit2.Text <> '' then
    begin
      w := StrToFloat(Edit2.Text); // Если w введено
      T := 2 * Pi / w; // Рассчитываем T
    end
    else if Edit3.Text <> '' then
    begin
      T := StrToFloat(Edit3.Text); // Если T введено
      w := 2 * Pi / T; // Рассчитываем w
    end
    else
    begin
      ShowMessage('Введите значение w или T.');
      Exit;
    end;

    timeStep := 0.01; // Шаг времени
    totalTime := 5 * T; // Общее время симуляции

    SetLength(timeArray, Trunc(totalTime / timeStep) + 1);
    SetLength(valueArray, Trunc(totalTime / timeStep) + 1);

    // Генерация данных колебаний
    for i := 0 to Trunc(totalTime / timeStep) do
    begin
      t_val := i * timeStep;
      timeArray[i] := t_val;
      valueArray[i] := A * Sin(w * t_val + fi); // Используем w для расчета значения
    end;
```

Рис. 8 – Код для построения гармонических колебаний в программе RAD Studio (продолжение)

```
    // Очистка предыдущих данных на графике
    if (Chart1.SeriesCount > 0) then
    begin
      Chart1.Series[0].Clear;

      // Добавление данных на график
      for i := 0 to High(timeArray) do
      begin
        Chart1.Series[0].AddXY(timeArray[i], valueArray[i]); // Добавление точки на график
      end;
    end
    else
      ShowMessage('Chart or Series is not initialized.');

  except
    on E: Exception do
      ShowMessage('Error: ' + E.Message);
  end;
end;
end.
```

Рис. 9 – Код для построения гармонических колебаний в программе RAD Studio (окончание)

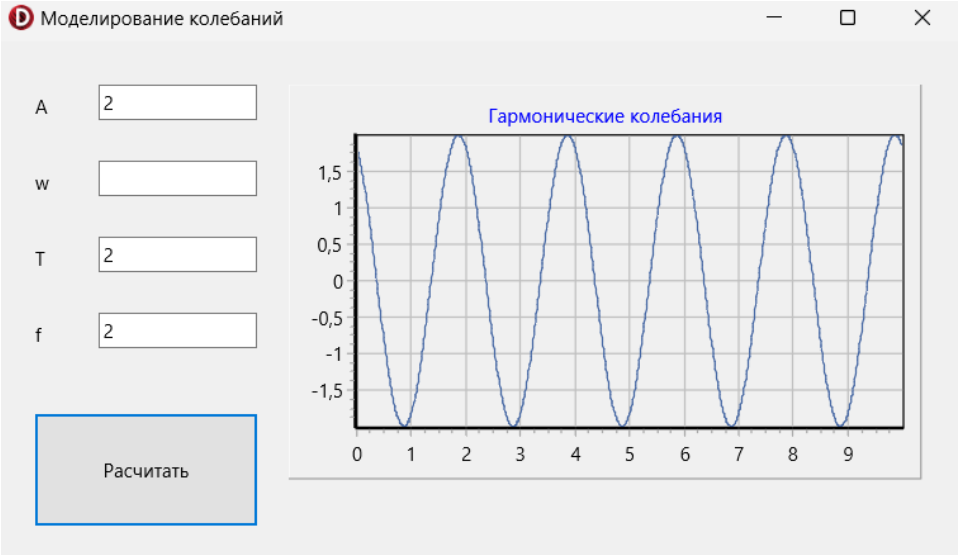


Рис. 10 – Моделирование гармонических колебаний в программе RAD Studio

После выполнения моделирования гармонических колебаний целесообразно предложить студентам сравнить результаты моделирования гармонических колебаний в разных программах по следующим параметрам: производительность, визуализация и удобство использования.

Еще одним заданием выступит определение на компьютерной модели значений физических величин, характеризующих колебательное движение.

При изучении работы модели гармонических колебаний обучающиеся должны зафиксировать все величины, кроме одной, и описать изменение графика гармонических колебаний в зависимости от этой физической величины.

Помимо этого следует предложить студентам изучить связи между различными физическими величинами, характеризующими колебательное движение.

Результаты работы модели гармонических колебаний студенты зафиксировать в традиционной или электронной форме. После этого можно предложить обучающимся провести натурный эксперимент, затем сопоставить полученные результаты при компьютерном моделировании и натурном эксперименте.

Обсуждение результатов и заключение

При выполнении компьютерного моделирования гармонических колебаний студентами технического вуза устанавливаются междисциплинарные связи между физикой и информатикой.

В рамках данной статьи предлагаются следующие типы заданий по физике (раздел «Колебания и волны»), способствующие формированию у студентов технических вузов общепрофессиональных компетенций:

1. Осуществление моделирования гармонических колебаний в различных программах.

2. Сравнение результатов моделирования гармонических колебаний в разных программах.

3. Определение на компьютерной модели значений физических величин, характеризующих колебательное движение.

4. Выявление взаимосвязей между физическими величинами, характеризующими колебательное движение.

5. Сравнение результатов, полученных при компьютерном моделировании гармонических колебаний и натурном эксперименте.

Таким образом, применение компьютерного моделирования гармонических колебаний при изучении физики в техническом вузе позволит формировать способности студентов в разработке и использовании программ, пригодных для практического применения (общепрофессиональные компетенции ОПК-8 и ОПК-9).

Список литературы

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования ФГОС ВО (3++) по направлениям бакалавриата. URL: https://fgosvo.ru/fgosvo/index/24 (дата обращения: 27.10.2024).

2. Груздев, Ю.В. Колебания и волны: Учеб. пособие по дисциплине «Физика» для студентов направления подгот. специалистов 6546 «Информатика и вычисл. техника» / Ю. В. Груздев ; Ю. В. Груздев ; М-во образования Рос. Федерации. «МАТИ» – Рос. гос. технолог. ун-т им. К. Э. Циолковского. – М: МАТИ – Рос. гос. технолог. ун-т им. К. Э. Циолковского, 2003. – 82 с. – ISBN 5-93271-115-9.

3. Юдин, Б.Д. Физика. Механика. Молекулярная физика и термодинамика: учебно-методическое пособие по решению задач / Б.Д. Юдин. – Пермь: Березниковский филиал Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 113 с.

4. Нестеров, В.Н. Компьютерное моделирование гармонических колебаний и Фурье анализ / В.Н. Нестеров, И.В. Нестеров, Д.О. Коркоцкая // Альманах современной науки и образования. – 2010. – № 12. – С. 95-100.

5. Белоцерковская, И.Е. Модель фигур Лиссажу / И.Е. Белоцерковская, М.Ю. Втюрин // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы. – 2019. – № 3(51). – С. 5-12.

6. Титов, Е.В. Компьютерная визуализация наложения когерентных электромагнитных волн с различными фазовыми сдвигами / Е.В. Титов, Н.С. Журавский, А.А. Сошников // Наука и молодежь: материалы XVII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (01-05 июня 2020 года, г. Барнаул): в 8 ч., Барнаул, 01–05 июня 2020 года / Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. Том 8. – Барнаул: Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 2020. – С. 60-63.

УДК 37

АКТИВИЗАЦИЯ УПОТРЕБЛЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ЛЕКСИКИ НА ЗАНЯТИЯХ ПО НЕМЕЦКОМУ ЯЗЫКУ

Ю.В. Казанцева
Рубцовский индустриальный институт (филиал)
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», г. Рубцовск

Аннотация. В статье рассматривается важность изучения иностранного языка для реализации компетентностной модели будущего бакалавра. Для овладения профессиональной деятельностью на высоком уровне будущему бакалавру необходимо освоить профессиональную лексику в достаточном объеме. Показаны этапы освоения лексических единиц, выделены особенности работы с профессиональной лексикой.

Ключевые слова: иностранный язык, компетентностная модель, профессиональная направленность, профессиональная лексика, лексическая единица.

ACTIVATING PROFESSIONAL VOCABULARY IN GERMAN LANGUAGE CLASSES

Yu.V. Kazantseva
Rubtsovsk Industrial Institute (branch) of Polzunov Altai State Technical University, Rubtsovsk

Abstract. The article discusses the importance of learning a foreign language for the implementation of the future bachelor competency model. A future bachelor needs to master professional vocabulary in sufficient volume. The article also shows the stages of mastering lexical units and highlights the features of working with professional vocabulary.

Keywords: foreign language, competency model, professional orientation, professional vocabulary, lexical unit.

Владение иностранным языком на современном этапе развития общества и технологий является неотъемлемой частью подготовки бакалавра, одной из составных частей компетентностной модели будущего специалиста.

При подготовке будущего бакалавра необходимо учитывать интеграцию знаний из предметных областей и знание иностранного языка. В рамках компетенции «Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)» студентом должны быть освоены следующие индикаторы:

– использует устную и письменную формы деловой коммуникации на русском и иностранном языках;

– выполняет перевод текстов с иностранного(-ых) на государственный язык и с государственного на иностранный(-ые) язык(и);

– использует современные информационно-коммуникативные средства в различных сферах деятельности.

В процессе освоения индикаторов данной компетенции студент должен освоить достаточный объем лексических единиц профессиональной тематики, профессиональную терминологию, знать принципы грамматического и лексического построения речи, владеть навыками просмотрового и

аналитического чтения иноязычных текстов профессиональной направленности, знать принципы и особенности перевода иноязычных текстов общенаучной и профессиональной направленности.

Это подтверждается рядом исследования. П.Я. Козик и Т.С. Павлович считают, что самыми востребованными как при пользовании языком, так и при его изучении являются такие виды иноязычно-речевой деятельности, как чтение и устная речь. В ходе преподавания курса «Иностранный язык (профессиональная лексика)» ставится задача усвоить лексический минимум – объем языковых средств, максимальный с точки зрения возможностей студента и отведенного времени. Необходимость автоматизации владения лексикой при преподавании иностранного языка обусловливается местом и ролью данного аспекта языка в овладении всеми видами речевой деятельности [1].

Чеснокова Н.Е. отмечает, что владение профессиональной лексикой предполагает умение студентов дифференцировать похожие по форме слова по различным признакам, соотносить зрительный образ слова с его семантикой, различать синонимичные, омонимичные, антонимичные явления, использовать словообразовательную и контекстуальную догадку; владение навыком рецептивного комбинирования и перекомбинирования нового и ранее усвоенного лексического материала и т. д. [3].

Для успешного овладения иностранным языком и перевода иноязычных текстов необходимо, прежде всего, владение профессиональной терминологией.

Процесс овладения профессиональной терминологией студентом происходит в несколько этапов. На первом этапе студенту предлагается необходимый минимум слов и выражений в рамках определенной тематики, например, «Geschichte der Baukunst», «Arten von Gebäuden», «Baustoffe», «Innenarchitektur» (для направления подготовки 08.03.01 «Строительство»); «Grundbegriffe der Elektrotechnik», «Energiearten», «Probleme des Energiewesens», «Stromarten», «Elektrische Maschinen» (для направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника») и т.д.

При введении профессиональной лексики студенту предлагается также параллельное освоение грамматических признаков слова: род, форма родительного падежа и множественного числа существительного; приводятся основные формы глагола (если глагол сильный или неправильный), управление глагола. В лексической статье также приводятся синонимы, однокоренные слова, образцы употребления слова в контексте (в словосочетании или предложении).

На данном этапе студенту предлагается отчитать лексику, прослушать особенности произношения слова, постановки ударения. Акцентируются особенности произношения слов со ссылкой на правила чтения, особое внимание обращается на слова, которые читаются не по правилам.

На следующем этапе происходит усвоение блока тематической лексики в процессе выполнения лексико-грамматических упражнений, направленных на

закрепление значения, формы и употребления слов. Этот этап включает следующие виды упражнений.

Упражнения на соответствие. Такими типами задания являются: «Сопоставить слово и его значение (на немецком языке)», «Сопоставить слово и его эквивалент на русском языке».

Например, при введении темы «Grundbegriffe der Elektrotechnik» используются следующие упражнения:

Упражнение 1.

К термину из правого столбца подберите его определение из левого столбца:

Термин		**Определение**	
А	das Gerät, das aus einem Diesel-, Gas- oder Benzinmotor und einem Generator besteht, welcher so konfiguriert ist, daβ Elektrizität produziert wird	**1**	Stromkreis
Б	ein Maß dafür, wie stark ein Leiter den elektrischen Strom behindert	**2**	elektrische Spannung
В	ein geschlossener Kreis aus elektrischen Leitern, der mit einer Stromquelle verbunden ist und durch den Strom fließt	**3**	Stromerzeuger
Г	die elektrische Ladung zwischen zwei Punkten	**4**	elektrischer Widerstand
		5	Spannungsquelle

Упражнение 2.

Найдите русские эквиваленты следующих терминов:

der Strom — выключатель
die Quelle — лампа накаливания
der Schalter — электрический ток
die Spannung — источник питания
die Glühlampe — напряжение
die Leitung — преобразование
der Kurzschuluβ — проводник, провод
die Umformung — короткое замыкание

При отработке терминов для запоминания их грамматических признаков студентам предлагаются упражнения на составление сложных существительных, образование однокоренного существительного от глагола, образование однокоренного существительного от прилагательного.

Подстановочное упражнение: необходимо выбрать слово из предложенных и употребить его в предложении, исходя из его лексического значения, а также обосновать свой выбор.

Упражнение 3.

Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Выберите пропущенное слово, подходящее по смыслу:

Die Elektrizität ist allen anderen Energieformen dadurch überlegen, daβ sie sich mit den geringsten Verlusten und über groβe Entfernungen verteilen und regulieren läβt. Die … der Produktion in Industrie und Handwerk wäre ohne den elektrischen Strom nicht denkbar. Ohne ihn gäbe es keinen Rundfunk, kein Telephon und keine elektrischen Geräte, wie sie heute zu den täglichen

Gebrauchsgegenständen jedes Menschen geworden sind.
1. Erhöhung
2. Ersetzung
3. Steigerung
4. Tempo

Упражнение 4.

Прочитайте текст. Вставьте, пропущенные слова, исходя из их значения. Одно слово лишнее.

Kreislauf, Spannungsquelle, Leitung, Strom, Verbraucher, Strömung:

Im Stromkreis vollzieht der elektrische 1_____ einen Kreislauf. Von der 2_____ oder dem Generator ausgehend, fließt er durch die Leitungen über den Schalter zum Verbraucher, wo er die gewünschten Wirkungen ausübt. Über eine zweite 3_____ fließt er zurück zur Spannungsquelle, fließt durch diese hindurch und beginnt seinen Weg von neuem. Auf ihrem Weg erhält diese 4_____ in der Spannungsquelle den Antrieb und damit die Bewegungsenergie, gibt sie dem Verbraucher durch Energieumformung (in Licht, Wärme, mechanische Energie usw.) zum überwiegenden Teil ab und erhält nach diesem 5_____ in der Spannungsquelle wieder neue Energie.

Студенту может быть предложена готовая грамматическая форма слова (как это показано в примере выше) или ее нужно будет образовать в зависимости от контекста предложения из начальной формы слова. Например, употребить существительное в нужном падеже, употребить нужную форму глагола, исходя из неопределенной формы, употребить прилагательное, согласовав его с существительным, к которому оно относится. При выполнении упражнения студенту необходимо также обосновать свой выбор или объяснить образование грамматической формы, ссылаясь на изученные правила.

Примерами таких упражнений являются:

Упражнение 5.

Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа:

Bewegte Ladungsträger bilden einen elektrischen Strom, ebenso wie bewegte Luft- oder Wasserteilchen als Luft- oder Wasserstrom gelten. Je nach der Fähigkeit der Stoffe, den elektrischen Strom zu leiten, werden sie in Leiter, Nichtleiter und Halbleiter unterteilt.

Zu den Leitern … die Elektronenleiter oder Leiter der 1. Klasse (alle Metalle, Kohle) und Ionenleiter oder Leiter der 2. Klasse (Säuren, Basen, Salzlösungen).
1. gehörte
2. gehören
3. hat gehört
4. gehört

Упражнение 6.

Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа:

Артикль – это одна из служебных частей речи, используемая в составе именной группы (словосочетания, в котором главное слово — существительное или его грамматический аналог) для выражения ряда языковых значений, в том числе категории определённости — неопределённости и указывающая на род, число и падеж существительного.

Выберите правильный артикль:

Viele Haushaltsgeräte werden durch ... elektrischen Strom betrieben.
1. den
2. dem
3. die
4. das

Упражнения на выбор синонимов или антонимов включают такие задания, как изменить предложение, употребив синоним или антоним вместо выделенного слова.

Упражнение 7.

Измените предложение, подобрав синоним к выделенному слову:

1) Elektrische Energie ist eine **veredelte** Energieform.

a) umgewandelte b) sparsame c) adlige

2) Die Menschheit hat viele Maßnahmen zur gesteigerten **Erzeugung** elektrischer Energie gefördert.

a) Vorrat b) Produktion c) Verwendung d) Umwandlung

3) Die **Steigerung** der Produktion in Industrie ist ohne den elektrischen Strom nicht denkbar.

a) Ersetzung b) Erhöhung c) Verbreitung d) Tempo

4) In der Natur gibt es viele **latente** Energiequellen.

a) reiche b) bekannte c) teure d) geschlossene

5) Erst in späterer Zeit **gewann** man Energie aus Brennstoffen.

a) nutzen b) brauchen c) erzeugen d) entwickeln

Таким образом, благодаря многократному повторению лексических единиц, употреблению их в схожих или разных контекстах, студент запоминает новую профессиональную лексику, может распознать ее в предложенном тексте.

Следующим этапом освоения профессиональной лексики является работа с текстами общенаучной и профессиональной направленности.

Студент должен освоить следующие виды чтения: чтение с полным пониманием содержания, просмотровое чтение, поисковое чтение. Во время чтения студент находит изученные термины и речевые конструкции в тексте, что помогает ему понять общее содержание или отдельные части текста.

При просмотровом чтении студенту предлагаются такие упражнения, как выбрать соответствующий заголовок из предложенных, соотнести текст с картинкой (например, при описании электрических приборов, электрических схем, разного вида строительных конструкций, строительной документации).

При поисковом чтении студент должен найти в тексте определенную информацию, определить, какой части текста соответствует информация, является ли информация истинной или ложной и т.д. Например, при изучении темы «Elektrotechnik» студентам могут быть предложены упражнения:

Упражнение 8.

Определите, является ли информация

а) истинной б) ложной в) в тексте нет информации:

1) Es gibt fünf Arten der Gleichstromgeneratoren, die nach der Schaltung von Anker und Feldwicklung benannt sind.

2) Man induziert Wechselstrom nicht nur in einem homogenen Magnetfeld.

3) Die Richtung des Stroms wird nach der Dreifingerregel für die linke Hand bestimmt.

4) Außenpolmaschinen sind den Gleichstromgeneratoren gleich.

Упражнение 9.

Определите, какой части прочитанного текста соответствует информация

1 2 3 4:

1) Ohne elektrische Energie ist das Leben in unserer Zeit fast unmöglich.

2) Industrie braucht riesige Mengen der Energie.

3) Heute verwendet die Menschheit neue Energiequellen.

4) Die Aufgaben der Elektrotechnik sind vielfältig.
5) Der Mensch wandelt in der Natur vorkommenden Energiearten in Gebrauchsenergie.

Упражнение 10.

Закончите предложения, используя содержание прочитанного текста:

1) In einem homogenen Magnetfeld wird ... .
2) Man unterteilt Gleichstromgeneratoren nach der Schaltung von Anker und Feldwicklung in folgende Gruppen: ... .
3) Man nennt Gleichstrom so, weil ... .
4) Nach der Dreifingerregel für die rechte Hand bestimmt man ... .
5) Im oberen Schleifenstück ... .
6) Beim fremderregten Generator wird ... .
7) Im schematischen Bild des Generators ist ... .

После чтения и перевода текста студенту предлагаются речевые упражнения, которые включают такие задания, как «Согласитесь с высказыванием или опровергните его»; «Ответьте на вопросы»; «Исправьте неверные утверждения»; «Оцените информацию, приведенную в тексте».

Далее студентам предлагаются творческие задания: «Составьте диалог, используя информацию, приведенную в тексте», «Обоснуйте выбор материалов для строительства здания», «Опишите особенности внутреннего интерьера» и.т.д.

Таким образом, активизация и усвоение лексических единиц профессиональной направленности происходит поэтапно: от тренировки в речевом контексте, в процессе узнавания в тексте и затем при воспроизведении в схожих или новых профессиональных контекстах.

Список литературы

1. Козик П.Я., Павлович Т.С. Обучение лексике в рамках курса "Иностранный язык (профессиональная лексика)" // Вестник Полесского государственного университета. Серия общественных и гуманитарных наук. – 2009. – № 1. – С. 80-83.

2. Проценко О.Н. Возможные методы обучения профессиональной военной лексике в военном командном вузе в рамках курса "Иностранный язык" // Актуальные проблемы филологии и методики преподавания иностранных языков. – 2021. – Т. 15. – С. 234-241.

3. Чеснокова Н.Е. Обучение профессиональной иноязычной лексике студентов технических специальностей на основе упражнений со списком слов // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2018. – №8 (197). – С. 87-91.

УДК 378

ПАТРИОТИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ СТУДЕНТОВ ВУЗА НА ЗАНЯТИЯХ ПО ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ

А.Н. Корниенко, А.В. Орлов

Рубцовский индустриальный институт (филиал)

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», г. Рубцовск

Аннотация: Современная российская образовательная система уделяет значительное внимание патриотическому воспитанию как важной составляющей образовательного процесса. В статье рассматриваются особенности интеграции патриотического воспитания в занятия по иностранным языкам в вузе, подчеркивается роль преподавателя, определяются методы и приемы, позволяющие формировать гражданско-патриотическое сознание у студентов. Приведены конкретные примеры и рекомендации на основе научных публикаций и исследований.

Ключевые слова: патриотическое воспитание, иностранный язык, образовательный процесс, гражданско-патриотическое сознание, студенты вузов.

PATRIOTIC EDUCATION OF UNIVERSITY STUDENTS IN FOREIGN LANGUAGE CLASSES

A.N. Kornienko, A.V. Orlov

Rubtsovsk Industrial Institute (branch) of Polzunov Altai State Technical University

Abstract: The modern Russian educational system pays considerable attention to patriotic education as an essential component of the educational process. The article discusses the peculiarities of integrating patriotic education into foreign language classes at universities, emphasizes the role of the teacher, and identifies methods and techniques that help to develop civic and patriotic consciousness among students. The article provides specific examples and recommendations based on scientific publications and research.

Key words: patriotic education, foreign language, educational process, civic-patriotic consciousness, university students.

В условиях обострения общественно-политической ситуации в мире возрастает важность патриотического воспитания молодежи. В число приоритетных задач высшего образования в России входят формирование патриотических ценностей у студентов, укрепление их национальной идентичности и воспитание чувства гражданской ответственности. Обучение иностранным языкам в вузе, с одной стороны, направлено на развитие навыков межкультурного общения, но, с другой стороны, предоставляет уникальные возможности для формирования патриотического сознания через сравнение и осознание культурных и исторических особенностей своей страны. Целью статьи является исследование возможностей использования иностранного языка в качестве инструмента патриотического воспитания студентов вузов в России.

Патриотизм как общественный феномен, имеющий морально-нравственное значение, изучают многие науки: социология, педагогика, психология, демография, этика и другие. Патриотизм ассоциируется с преданностью своей стране и ее ценностям. В научном обороте существует множество определений патриотизма, в которых раскрывается его влияние на

характер общественных процессов в стране и сплоченность нации. В 5-ом издании “Словаря по этике” под редакцией И.С. Кона дается следующее определение: “Патриотизм (греч. patre – родина) – общественный и нравственный принцип, характеризующий отношение людей к своей стране, которое проявляется в определенном образе действий и сложном комплексе общественных чувств, обычно называемом любовью к родине” [1].

Основы патриотического воспитания направлены на формирование у студентов уважения к историческому наследию, культурным традициям и национальным ценностям. При этом следует отметить, что патриотизм не должен быть узким и ограниченным, а должен восприниматься в контексте международного сотрудничества и культурного обмена. На занятиях по иностранному языку, например, студенты могут сравнивать традиции и обычаи своей страны с культурами стран изучаемого языка, постигая, таким образом, самобытность своего народа и осознавая принадлежность к нему. Работы Д.А. Григорьевой, Н.П. Ивановой, Е.Е. Кувшиновой и др. свидетельствуют о том, что занятия, сфокусированные на культурных различиях и особенностях иностранных культур, позволяют не только повысить эффективность изучения языка, но и способствуют личностному росту, помогая вузовской молодежи утвердиться в своих культурных корнях и укрепить национальное самосознание [2; 3; 4].

Изучение литературы по проблеме исследования [2-12] показало, что патриотически ориентированное образование средствами иностранного языка предусматривает разработку и внедрение соответствующего содержания обучения, формирующего у студентов любовь к родине, уважение к ее историческому прошлому, гордость за культурные и технические достижения своей страны, верность и любовь к малой родине. Для этого необходимо подбирать темы и тексты, отражающие исторически значимые события, масштабные достижения страны в технике, культуре и других сферах, учитывая при этом ценность языкового материала, его информативность и новизну.

Для успешного патриотического воспитания студентов посредством иностранного языка используются разнообразные методы и приемы. Л.М. Михайлова указывает на важность переводческих заданий, направленных на осмысление текстов, связанных с российской культурой и историей [5]. С.А. Романов рекомендует интегрировать патриотические темы в образовательный процесс, обсуждая достижения России в науке, культуре и искусстве [6]. Т.В. Сидорова считает включение национальных тем в содержание занятий по иностранным языкам необходимым элементом патриотического воспитания [7]. А.В. Жуков отмечает важную роль дискуссий, касающихся международных вопросов, а также роли своей страны на мировой арене[8].

Важную роль в формировании патриотического сознания студентов играет преподаватель, обеспечивая поддержку и развивая интерес к национальной культуре средствами иностранного языка. Е.С. Кузнецов отмечает, что преподаватель должен выступать как наставник, передавая патриотические ценности через образовательные материалы и задания [9].

Ученые подчеркивают, что эффективность патриотического воспитания студентов средствами иностранного языка зависит от создания специальных педагогических условий, к которым они относят: изучение родной культуры через призму иностранного языка [10], использование визуальных образов и аутентичных текстов, связанных с патриотической тематикой [11], включение обучающихся в проектную деятельность, интеграцию аудиторной и внеаудиторной деятельности, информационно-аналитическое и организационное сопровождение [12] и др.

Опираясь на анализ теоретической литературы и практических разработок по проблеме исследования, а также на собственный опыт патриотически ориентированного образования средствами иностранного языка, считаем необходимым сделать акцент на личностной составляющей патриотически направленного языкового материала как одного из важных условий повышения эффективности такого образования. Выбор ситуаций общения на основе патриотической тематики и личностного интереса студентов (“Моя малая родина”, “Моя семья”, “Отношения с родителями”, “Друзья в моей жизни”, “Будущее России в моем видении” и др.) повышает их заинтересованность предметом, стимулирует языковую активность. Интеграция личностной и патриотической направленности содержания, индивидуально-творческий подход, а также широкое использование коммуникативно-личностно-деятельностных форм и методов обучения (диалог, диспут, ролевые и деловые игры и др.) в процессе изучения иностранного языка в вузе способствуют, по нашему мнению, не только совершенствованию иноязычной коммуникативной компетенции, но и становлению нравственной зрелости студента как личности и патриота.

Особое место среди коммуникативно-личностно-деятельностных методов обучения занимает метод проектов, определяемый как способ достижения дидактической цели через детальную разработку проблемы, которая должна завершиться вполне реальным, осязаемым результатом, оформленным тем или иным способом. Е.С. Полат акцентирует внимание на следующих требованиях к использованию метода проектов:

1. Наличие значимой в исследовательском творческом плане проблемы/задачи, требующей интегрированного знания, исследовательского поиска для ее решения.

2. Практическая, теоретическая, познавательная значимость предполагаемых результатов.

3. Самостоятельная (индивидуальная, парная, групповая) деятельность учащихся.

4. Структурирование содержательной части проекта (с указанием поэтапных результатов).

5. Использование исследовательских методов, предусматривающих определенную последовательность действий: определение проблемы и вытекающих из нее задач исследования; выдвижение гипотезы их решения; обсуждение методов исследования; обсуждение способов оформления

конечных результатов; сбор, систематизация и анализ полученных данных; подведение итогов, оформление результатов, их презентация; выводы, выдвижение новых проблем исследования [13].

Н.Ю. Пахомова пишет, что учебный проект с точки зрения учащихся – это деятельность, направленная на решение интересной проблемы, сформулированной самими учащимися в виде цели, а результат этой деятельности (т.е. найденный способ решения проблемы) носит практический характер, имеет важное прикладное значение и, что весьма важно, интересен и значим для самих открывателей [14]. Учебный проект с точки зрения учителя – это интегративное дидактическое средство развития, обучения и воспитания, которое позволяет не только вырабатывать и развивать специфические умения и навыки, связанные с планированием и организацией своей деятельности, но также может способствовать достижению воспитательных целей, к которым относится воспитание гражданской ответственности и патриотических установок у студентов.

Целесообразность применения проектного метода в целях воспитания патриотических качеств личности обусловлена также тем фактом, что даже самые продуманные учебные пособия, в содержание которых включен патриотически направленный языковой материал, не могут оставаться актуальными в течение длительного времени по причине динамичности, свойственной современным культурам. Очевидно, что подготовка проекта, связанного с изучением какого-либо культурного события или социальной проблемы, требует меньше временных и интеллектуальных затрат, нежели написание учебного пособия. Разрабатывая проект, студенты могут находить такую информацию, которая соответствует настоящему моменту и вызывает у них живой интерес.

Учитывая обозначенные возможности метода проектов, мы включили в содержание обучения программу проектов по выбору, в которую входят лингвистические, предметные и социокультурные проекты [15]. Для решения задач патриотического образования можно выделить такие тематические направления проектной деятельности, как:

1) проекты о социальной природе культуры. Проекты такого рода помогают студентам понять, что поведение людей обусловлено элементами культуры, к которой они принадлежат, и осознать собственную идентичность. Пример: “Traditions and customs” (Традиции и обычаи).

2) проекты страноведческого характера. Дают возможность ознакомиться с культурным своеобразием своей страны и стран изучаемого языка. Примеры: “British royalty” (Британская королевская семья), “Regions of Russia” (Регионы России).

3) проекты об участии России в прогрессивных международных организациях и проектах, деятельность которых направлена на решение общечеловеческих проблем. Способствуют осознанию роли России в современном мире. Примеры: “International Space Station” (Международная

космическая станция), “BRICS: yesterday, today, tomorrow” (БРИКС: вчера, сегодня, завтра).

4) проекты, посвященные изучению малой родины. Воспитывают любовь и бережное отношение к родному краю. Примеры: “My hometown in photos” (Мой город в фотографиях), “The story of my street” (История моей улицы).

5) проекты, связанные с культурным наследием своей страны. Способствуют глубокой интеграции знаний о своей отчизне. Примеры: “Victory Day: 80th Anniversary” (День Победы: 80-я годовщина), “Yuri Gagarin: the first man in space” (Юрий Гагарин: первый человек в космосе).

6) проекты, связанные с изучением семейных ценностей и традиций. Направлены на формирование положительного отношения к традиционным семейным ценностям, воспитывают уважение к старшим поколениям. Примеры: “Family heirloom” (Семейная реликвия), “Family values” (Семейные ценности).

Каждое проектное задание имеет свой паспорт, в котором обозначена тема, описывается его возможный продукт/продукты и рекомендуемое содержание. В качестве примера приведем паспорт проектного задания “Traditions and customs” (Традиции и обычаи).

Project suggestion: «Traditions and customs».

End products: A detailed visual presentation, including slides with images, descriptions, and explanations of selected traditions and customs from different cultures.

Written Report: A written report summarizing the research on various global traditions, categorized by region and theme.

Interactive Component: A Q&A session or quiz to engage the audience with interesting facts about the customs studied.

Optional Elements: Bringing in artifacts, traditional clothing, or food samples related to specific customs (if feasible) to provide a sensory experience.

Contents:

1) **Introduction**
   - Purpose and scope of the project.
   - Importance of traditions and customs in preserving cultural heritage.
   - Definitions of "traditions" and "customs."
2) **Research and Background**
   - Explanation of how geography, history, and religion influence traditions.
   - Differences between local, regional, and global customs.
3) **Examples of Traditions and Customs by Region**
   - **Asia**: Explore customs like Diwali (India) or Lunar New Year (China).
   - **Africa**: Community celebrations or rituals unique to various tribes.
   - **Europe**: Christmas, Midsummer festivals, and regional holidays.
   - **America**: Thanksgiving (USA), Carnival (Brazil), and Day of the Dead (Mexico).
   - **Russia:** Maslenitsa, Ivan Kupala, Easter celebrations, Spitting or touching wood etc.

4) **Themes in Traditions and Customs**
   - **Rites of Passage**: Birth, marriage, and funeral traditions.
   - **Festivals and Holidays**: Key celebrations tied to seasons, religion, or history.
   - **Traditional Dress and Food**: The role of clothing and cuisine in customs.
   - **Art, Music, and Dance**: Cultural expressions and their meanings.
5) **The Importance of Preserving Traditions**
   - The role of traditions in cultural identity and continuity.
   - Modern challenges like globalization impacting customs.
6) **Conclusion**
   - Summary of key findings.
   - Reflection on the importance of respecting cultural diversity.
   - Consideration of how customs may evolve over time.
7) **References**
   - List of resources, articles, and books on the study of traditions and customs.

В заключение отметим, что занятия по иностранному языку в вузе могут стать эффективным инструментом патриотического воспитания, способствующим формированию у студентов национальной гордости и уважения к культурному наследию России. Преподаватели иностранных языков играют значимую роль в этом процессе, предлагая материалы, задания и обсуждения, направленные на развитие патриотических установок. Посредством изучения иностранных языков студенты не только расширяют кругозор, но и формируют важные ценностные установки, ориентированные на гражданскую ответственность и уважение к культурному наследию своей страны.

Список литературы

1. Словарь по этике / Под ред. И.С. Кона. – 5-е изд. – М.:Политиздат, 1983. – 445 с.

2. Григорьева, Д.А. Формирование межкультурной коммуникативной компетенции курсантов посредством иностранного языка в процессе обучения в военном вузе /Д.А. Григорьева, Л.М. Салатова, Ю.В. Баканова, О.А. Брагина // Педагогический журнал. – 2023. – Т. 13 № 9А. – С. 371-379.

3. Иванова, Н. П. Методы формирования патриотического сознания в процессе обучения иностранным языкам. // Журнал педагогики. – 2020. – №5(2). – С. 23-30.

4. Кувшинова, Е.Е. Изучение культур как способ обогащения владения иностранным языком // Мир науки, культуры, образования. – 2024. – №3 (106). – С. 92-95.

5. Романов, С.А. Интеграция патриотических тем в образовательный процесс на занятиях иностранным языком // Образовательные технологии. – 2019. – №3(5). – С. 56-60.

6. Михайлова, Л.М. Использование переводческих заданий в воспитании патриотизма // Научные исследования в образовании. – 2019. – №7(4). – С. 145-151.

7. Сидорова, Т.В. Национальные темы в обучении иностранным языкам как средство патриотического воспитания // Журнал гуманитарных исследований. – 2017. – №6(4). – С. 101-104.

8. Жуков, А.В. Воспитание патриотизма в высших учебных заведениях // Вопросы образования. – 2017. – №12(3). – С. 89-97.

9. Кузнецов, Е.С. Роль преподавателя в формировании патриотического сознания у студентов // Педагогический журнал– 2017. – №4(1). – С. 78-85.

10. Азарова, Т.А. Гражданско-патриотическое воспитание молодежи / Т.А. Азарова, Л.В. Калашникова // Научный альманах. – 2022. – № 11–1 (97). – С. 10–13.

11. Тетерский, С.В. Воспитание образами, или образный подход к воспитанию: Учебное пособие // Электронное периодическое издание «Воспитание школьников». – 2019. – № 2. – 145 с.

12. Гревцева Г.Я. Педагогические условия воспитания патриотизма обучающихся: теоретический и практический аспекты // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование. Педагогические науки». – 2023. – Т. 15, № 3. – С. 18–31.

13. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: Учеб. пособие / Е.С. Полат, М.Ю. Бухаркина, М.В. Моисеева, А.Е. Петров; Под ред. Е.С. Полат. – М.: Издательский центр «Академия», 2002. – 272с.

14. Пахомова Н.Ю. Метод учебного проекта в образовательном учреждении: Пособие для учителей и студентов педагогических вузов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: АРКТИ, 2005. – 112с.

15. Корниенко, А. Н. Содержание профессионально-ориентированного обучения экономистов иностранному языку на основе метода проектов // Вестник алтайской науки. – 2014. – Вып. 2/3. – С. 110–116.

УДК 008+719

ОХРАНА ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ. ТЕНДЕНЦИИ И ПРОБЛЕМЫ

А.И. Сиянов, Р.В. Панихин

Лысьвенский филиал «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Аннотация. В статье рассмотрены основные тенденции и проблемы в сфере регулирования охраны объектов культурного наследия. Отмечается, что тенденции охватывают как решение назревших проблем, так и решение сопутствующих вопросов

Ключевые слова: объекты культурного наследия, культурные памятники, государственное регулирование, общество, государство

PROTECTION OF CULTURAL HERITAGE SITES TRENDS AND CHALLENGES

A.I. Siyanov, R.V. Panikhin

Lysva Branch of Perm National Research Polytechnic University

Abstract. The article discusses the main trends and problems in the field of regulation of the protection of cultural heritage sites. It is noted that the trends cover both the solution of current problems and the solution of related issues

Keywords: cultural heritage sites, cultural monuments, state regulation, society, state

Введение

Объекты культурного наследия хранят историю и национальную самобытность народа. Вопросы сохранения и охраны таких объектов важны для обеспечения прав граждан РФ на возможность иметь доступ к культурному наследию своей страны и народа.

Актуальность исследования определяется значимостью культурного наследия для нации и народа. Однако статистика свидетельствует о том, что культурные объекты, которые должны охраняться государством, подвергаются нападению, вандализму и уничтожению.

Около 24 тысяч объектов из 150 000 находятся в неудовлетворительном состоянии. Не всегда вред культурным объектам наносятся намерено: иногда такие объекты разрушаются в ходе строительных работ либо локальных военных конфликтов.

Методика исследований

В качестве методики исследований выполнен анализ факторов, которые оказывают влияние на состояние объектов культурного наследия. На основании проведенного сравнения и с учетом действующей законодательной базы разработаны конкретные предложения и сформулированы принципы решения проблемных вопросов.

Обсуждение результатов

В России гарантируется сохранность объектов культурного наследия народов в интересах настоящего и будущего поколений.

Федеральный закон «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» определяет конституционное право каждого гражданина на доступ к культурным объектам, и что важно на реализацию каждой народности сохранять свои национальные самобытные ценности, выраженные в культурных материальных памятниках [1].

В последние годы государство стало более активно вовлекаться в охрану и сохранение культурного наследия. Это проявляется в увеличении финансирования и создании новых институтов для защиты культурных объектов.

В этом направлении разрабатываются механизмы взаимодействия между государством и населением: граждане могут использовать цифровые сервисы, чтобы иметь доступ к сведениям об объектах.

Другой тенденцией можно обозначить реализацию «практики грантовой поддержки проектов в отношении культурного наследия, положено начало

применению механизмов государственно-частного партнерства» [2].

Также проходит активная работа в направлении музеефикации, когда культурный объект превращается в парковые ансамбли, заповедники и т.д. Наглядными примерами являются объекты культурного наследия Пермского края [3]:

– мемориальный ансамбль п. Октябрьский, посвященный памяти павшим в годы Великой Отечественной войны;

– церковь Введенская, расположенная по адресу с. Мостовая, д. 38;

– церковь Никольская, расположенная по адресу с. Тюш, ул. Партизанская, д. 1.

Во многих округах России разрабатываются перспективные планы присвоения существующим объектам, имеющим огромную историческую ценность, статуса объекта культурного наследия.

На рис. 1 показан план реализации программы на примере города с численностью жителей 50 тысяч человек.

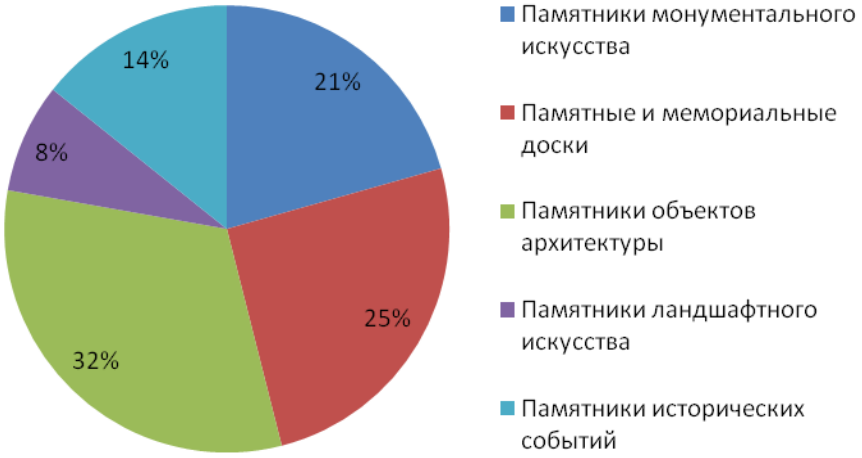


Рис. 1 – План реализации городской программы по присвоению существующим объектам статуса культурного наследия

В ряде нормативных документов четко прописаны границы (рис. 2):

– территории объекта;

– земельного участка, на котором находится объект;

– зоны охраняемого природного ландшафта;

– охранной зоны объекта;

– зоны регулирования застройки и хозяйственной деятельности.

Рис. 2 – Границы объекта культурного наследия

Все объекты культурного наследия имеют определенную ценность и разделены по категориям в зависимости от уровня значимости.

На рис. 3 показана структурная схема объектов.

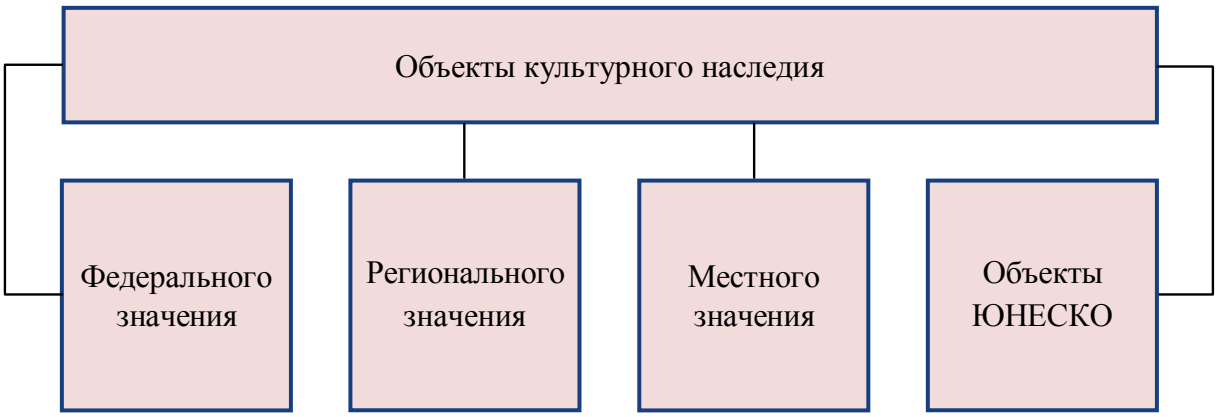


Рис. 3 – Структурная схема объектов культурного наследия

Важным вопросом является сохранение культурной ценности многоквартирных домов (МКД), в которых могут находиться квартиры бывших писателей, поэтов, музыкантов, ученых. В данный момент разрабатываются такие нюансы как проведение капремонта таких МКД (например, должно ли в финансировании таких капремонтов участвовать Министерство культуры).

Стоит отметить, что проведение работ по ремонту приводит к затратному процессу и правовой неопределенности. Основная цель заключается в

упрощении процедур и снижении бюрократической и финансовой нагрузки на собственников и пользователей [4].

Главной мерой по охране объектов культурного наследия является административное наказание. Согласно закону [1], штрафы за нарушение законов в области культурного наследия за последнее время значительно увеличились. Однако административные наказания не всегда способствуют исправлению ситуации в лучшую сторону. Как правило, если субъектом преступления становится крупная организация, то административный штраф не является большой проблемой для решения вопроса – организация оплачивает санкции и продолжает свою деятельность. Поэтому возможным вариантом ужесточения наказания могла бы стать уголовная ответственность, которая определена статьей 243 УК РФ: согласно статье, наказуемый может лишиться свободы до 3 либо до 6 лет.

Существует проблема в части разграничения преступлений, которые классифицируются ч.2. ст. 243 УК РФ и ч.2. ст. 164 УК РФ. Если первое определяет причинение ущерба ценных объектов и памятников культуры, то вторая статья относится к хищению предметов, которые имеют особую ценность. Предмет преступления один и тот же, субъект преступления также совпадает, но разнятся мотивы и цель. Статья 243 также имеет схожие признаки классификации преступления со ст. 167, которая регламентирует наказание за умышленное уничтожение или повреждение чужого имущества, а также со ст. 214, которая определяет наказания за вандализм. Более того, есть сходство и со статьями 244, 259, 261, 262.

Заключение

На основе анализа законодательных норм, определения ключевых различий и юридической консультации можно предложить изменения в законодательстве, которые помогут разграничить преступления, указанные в статьях 243, 164, 247, 259, 261 и 262 УК РФ. В частности, важно обособить признаки квалификации преступления ст. 243 УК РФ от других смежных видов преступления, определить более точно предмет преступления и мотивы (они могут быть политическими, экономическими, идеологическими, личными и т.п.).

Таким образом, государственное регулирование в сфере охраны объектов культурного наследия движется в направлении современных тенденций. Можно отметить, что тенденции охватывают как решение назревших проблем, так и решение вопросов, связанных с разграничением уголовной ответственности по ст. 243.

Список литературы

1. Федеральный закон «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» от 25.06.2002 N 73-ФЗ (последняя редакция).

2. Верховинская, Л. В. Особенности реализации государственной политики

в области охраны объектов культурного наследия: к постановке проблемы. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-realizatsii-gosudarstvennoy-politiki-v-oblasti-ohrany-obektov-kulturnogo-naslediya-k-postanovke-problemy?ysclid=lx3md2p5r7807895889 (дата обращения: 05.11.2024).

3. Объекты культурного наследия, расположенные на территории Октябрьского городского округа Пермского края. – URL: https://www.oktyabrski-pk.ru/obshchestvo/kultura/obekty-kulturnogo-naslediya-raspolozhennye-na-territorii-oktyabrskogo-gorodskogo-okruga-permskogo-kr (дата обращения: 05.11.2024).

4. Актуальные вопросы государственной охраны объектов культурного наследия. – URL: http://council.gov.ru/activity/activities/roundtables/144243/ (дата обращения: 05.11.2024).

УДК 373.1

ГЕЙМИФИКАЦИЯ В ОБРАЗОВАНИИ: ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО МИРА ДЛЯ МОТИВАЦИИ И ОБУЧЕНИЯ ДЕТЕЙ

А.С. Шевченко, М.А. Долматова, С.Е. Исмагулов

ФГБОУ ВО “Югорский государственный университет”, Россия, г. Ханты-Мансийск

Аннотация: Робототехническое образование становится все более популярным среди детей. Внедрение геймификации, которая представляет собой увлекательный и погружающий опыт, может значительно стимулировать интерес и мотивацию молодых учеников к изучению данной захватывающей области. Геймификация привлекает детей не только через игровые элементы, но и посредством повышения их игрового статуса и возможности развития навыков в увлекательной форме. Это является важным фактором для вовлечения детей в учебный процесс, который они будут воспринимать как увлекательный и познавательный.

Ключевые слова: робототехника, образование, дети, геймификация, увлекательность, погружение, мотивация, интерес, игровые элементы, статус.

GAMIFICATION IN EDUCATION: APPLICATION OF THE ROBOTICS WORLD FOR MOTIVATING AND TEACHING CHILDREN

A.S. Shevchenko, M.A. Dolmatova, S.E. Ismagulov

Yugra State University, Russia, Khanty-Mansiysk

Abstract: Robotics education is becoming increasingly popular among children. The integration of gamification, which provides an engaging and immersive experience, can significantly stimulate interest and motivation in young students to explore this exciting field. Gamification attracts children not only through game elements but also by enhancing their gaming status and the opportunity to develop skills in a fun way. This is crucial for engaging children in the learning process, making it enjoyable and educational.

Keywords: robotics, education, children, gamification, engagement, immersion, motivation, interest, game elements, status.

Вовлечение детей через игровые элементы и повышение их игрового статуса не только дает им возможность получить знания о робототехнике [1], но и развить навыки решения проблем, творческого мышления и коллаборации.

Такие навыки являются важными для успеха в будущем, поэтому геймификация играет важную роль в формировании этих умений у детей. Кроме того, геймификация способствует развитию у детей усидчивости, уверенности и желания постоянно совершенствовать свои знания и навыки.

Исследование актуально, так как необходимо понять, как геймификация может улучшить процесс обучения робототехнике у детей. С учетом концепции повышения игрового статуса, а также предоставления ачивок и карт прогресса, важно проанализировать, как эти методы могут стимулировать интерес учеников и повысить их активность в образовательном процессе. Использование геймификации в робототехническом образовании предоставит новые возможности для обучения, развития и взаимодействия детей, а также поможет им узнать и понять мир робототехники через увлекательный и интерактивный опыт обучения. Таким образом, геймификация является важным и эффективным средством привлечения и вовлечения детей в учебный процесс робототехники.

Геймификация – это подход, используемый для мотивации учеников через игровые элементы. Основная концепция заключается в привлечении внимания детей к изучаемому материалу за счет создания ярких и интересных моментов, таких как повышение игрового статуса и награды. Данный подход используется в робототехническом образовании для мотивации учеников к изучению и выполнению лабораторных работ, а также для поддержания интереса к обучению.

Геймификация – это метод обучения, основанный на применении игровых элементов для стимулирования учебного процесса. Он направлен на создание мотивации у учеников через привлекательные игровые моменты, такие как повышение игрового статуса и получение наград. В контексте робототехнического образования геймификация используется для того, чтобы ученики, начиная с первоначального уровня, могли повышать свой статус, изучая новый материал и выполняя лабораторные работы, и в конечном итоге достигнуть максимального игрового статуса «Суперкомпьютера с Искусственным Интеллектом».

Принципы геймификации основаны на использовании игрового подхода для мотивации учеников. Преимущества такого подхода включают увлекательную форму обучения, развитие соревновательности и творческого мышления, а также повышенную мотивацию к изучению материала.

Геймификация способствует активному участию детей в образовательном процессе и созданию стимулов для достижения поставленных целей.

Геймификация играет важную роль в поддержке формирования положительной образовательной среды, способствует раскрытию потенциала учеников, и дает возможность применять полученные знания на практике. Этот метод позволяет студентам вовлекаться в обучение более эффективно, стимулируя их интерес и мотивацию.

В результате геймификации, обучение становится увлекательным и интерактивным процессом, который способствует оптимальному усвоению

материала и развитию учебных навыков. Кроме того, геймификация содействует сотрудничеству и командной работе, что является важными аспектами в современном образовании. В целом, геймификация представляет собой эффективный инструмент для повышения мотивации и интереса учеников к учебному процессу, а также для достижения успешных результатов в обучении робототехнике.

Концепция робототехнического мира, который представлен на рисунке 1, представляет собой образовательную среду, где ученики вовлечены в изучение робототехники и программирования. Они начинают на стадии «Гайки», где приобретают начальные навыки в области робототехники, и постепенно повышают свой игровой статус, осваивая разнообразные навыки и технологии.

Рис. 1 – Карта для наклеивания ачивок и повышения игрового статуса

Концепция робототехнического мира направлена на развитие интереса к науке, технике и созданию условий для интеллектуального развития детей. В рамках концепции робототехнического мира ученики проходят через несколько стадий развития, начиная от основных знаний и навыков в области робототехники до углубленного изучения и творческого применения полученных знаний. Это позволяет каждому ребенку развиваться в соответствии с индивидуальными способностями и интересами, постепенно повышая свой игровой статус в захватывающем робототехническом мире.

Механизм повышения игрового статуса предусматривает выполнение лабораторных работ, самостоятельных заданий и участие в групповых проектах в рамках образовательной программы. Путем освоения новых знаний и умений, ученики могут постепенно повышать свой игровой статус. Ребята активно взаимодействуют с роботами, изучают различные аспекты робототехники и узнают о последнем слове в технологиях. Эта система стимулирует активность и прогресс учеников и помогает им активнее участвовать в учебном процессе, развивая свои навыки и интерес к обучению.

Максимальный уровень игрового статуса, достигаемый учениками, является «Суперкомпьютер с ИИ». Достигнув такого уровня, ученики могут с гордостью смотреть на свой путь развития и достижения в робототехническом мире. Это становится дополнительным источником мотивации для дальнейшего обучения и творческого применения полученных знаний. Таким образом, повышение игрового статуса стимулирует интерес учеников и мотивирует их продолжать свое обучение в захватывающем и ярком робототехническом мире.

Эта система обеспечивает множество ярких геймификационных моментов, которые делают процесс обучения увлекательным и захватывающим. Ученики могут участвовать в увлекательных заданиях, соревнованиях и проектах, где они могут проявить свои знания и навыки. Они могут соревноваться с другими учениками и совместно работать в команде для достижения общей цели. Вся эта активность помогает детям развиваться, открывать свой потенциал и достигать высоких результатов в робототехническом мире.

Система повышения игрового статуса в робототехническом мире создает положительное обучающее окружение, где ученики чувствуют себя важными и востребованными [2]. Они видят свой прогресс, развивают свои навыки и становятся уверенными в своих силах. Это позволяет им не только активнее участвовать в образовательном процессе, но и успешно применять свои полученные знания в реальной жизни. Робототехнический мир открывает перед учениками неограниченные возможности для развития и реализации их идей.

Выводящая интеллектуальная система робототехнического мира обеспечивает эффективное и интерактивное обучение, которое активизирует мышление и развивает творческое мышление учеников. Разнообразные задания и проекты требуют от них применять свои знания и идеи, чтобы решать задачи и преодолевать трудности. Это помогает им развиваться как индивидуумы и приобретать не только робототехнические навыки, но и навыки решения проблем, коммуникации и работы в команде.

Все эти преимущества робототехнического мира, его системы повышения игрового статуса и разнообразные геймификационные моменты делают обучение робототехнике увлекательным и захватывающим опытом. Дети узнают, что могут достичь больших результатов, если будут усердно работать и применять свои знания на практике. Робототехнический мир открывает перед детьми бесконечные возможности для реализации их творческих и инженерных идей.

Система наград и достижений включает в себя ачивки [3] и уровни статуса, которые мотивируют детей к активной учебной деятельности. Ачивки представляют собой награды за определенные действия, которые ребенок может получить и наклеить на специальную карту прогресса. На рисунке 2 представлен пример ачивки. Это создает дополнительный стимул для учеников и помогает им чувствовать себя участниками игрового процесса в образовательной среде.

Рис. 2 – Пример ачивки-наклейки

Ачивки имеют важное значение в геймификации образовательного процесса, поскольку они помогают детям увидеть результаты своих усилий. Получая награды за выполнение определенных задач и действий, ученики могут оценить свой прогресс и достижения. Это не только поддерживает интерес к учебе, но и развивает самооценку учащихся, помогая им осознать свои успехи в обучении. Специальная карта прогресса используется для визуального отслеживания достижений учеников в системе геймификации. На этой карте отображается прогресс студентов, что позволяет детям и их родителям видеть и ценить улучшения в их игровом статусе, что дополнительно мотивирует учеников на участие в образовательном процессе.

Экономический баланс системы геймификации [4] включает в себя 14 доступных ачивок и 6 уровней статуса, которые могут стимулировать учеников к активной учебной и творческой деятельности. Такой баланс предоставляет разнообразные награды и поощрения за учебные достижения, что способствует мотивации учеников к активному участию в учебном процессе и достижению поставленных целей. Система геймификации в образовании поощряет активность и творческую деятельность учеников через доступные ачивки и уровни статуса. Эти механизмы мотивируют учеников прилагать дополнительные усилия для достижения высоких результатов и создания творческих проектов. Таким образом, система стимулирует учеников к активной учебной и творческой деятельности, что способствует их личностному и интеллектуальному развитию. Распределение достижений и уровней статуса в системе геймификации обеспечивает справедливость и равные возможности для всех учеников. Экономический баланс гарантирует, что каждый ученик может достичь успеха и получить вознаграждение за свои усилия, независимо от личных обстоятельств. Такая система равноправно поощряет и поддерживает учеников в их образовательном процессе, обеспечивая равные возможности для всех участников.

В целях обеспечения максимальной мотивации и разнообразия вознаграждений, система геймификации предлагает широкий спектр доступных

ачивок и уровней статуса, которые способствуют активизации учеников в учебном и творческом процессах. Например, помимо уже представленных 14 доступных ачивок, система может включать в себя еще более 20 новых ачивок, которые отражают разные виды учебных достижений. Кроме того, уровни статуса могут быть расширены, чтобы предоставить ученикам больше возможностей для развития и продвижения. Вместо 6 уровней статуса, система может включать до 12 уровней, каждый из которых со своими уникальными призами и поощрениями.

Система геймификации также может включать в себя дополнительные интерактивные возможности, которые позволяют ученикам выражать свою творческую индивидуальность. Например, ученики могут создавать и настраивать свои собственные персонажи, обмениваться виртуальными товарами или даже строить виртуальные миры. Эти возможности дают ученикам большую свободу самовыражения и позволяют им воплощать свои идеи в интерактивной среде.

Система геймификации также может быть расширена, чтобы включить междисциплинарные вызовы и задания, которые требуют от учеников применять знания и навыки из разных областей. Например, ученики могут быть попрошены решить комплексную задачу, которая требует знания математики, логики и творческого мышления. Эти междисциплинарные задачи стимулируют учеников расширять свои границы и развивать навыки, которые применимы в реальном мире.

Все эти расширения и улучшения в системе геймификации создают более разнообразные возможности для учеников, способствуют их личностному и интеллектуальному развитию, а также укрепляют их обучающую мотивацию. Экономический баланс системы гарантирует, что каждый ученик получает справедливое вознаграждение за свои усилия и имеет равные возможности для достижения успехов в учебном процессе. Это способствует формированию устойчивой и сильной учебной культуры, где каждый ученик получает поддержку и признание за свои достижения. Такая система геймификации создает благоприятную среду для учебы и развития учеников, что обеспечивает равные возможности для всех участников образовательного процесса.

В заключение, хотелось бы сказать, что проводимое исследование показало, что геймификация в образовании с применением робототехнического мира действительно способна мотивировать и обучать детей. Результаты показали, что использование ярких картинок, повышение игрового статуса, ачивок и прогрессивной системы повышения уровня стимулировали интерес и активность учеников в изучении материала и выполнении заданий. Более конкретно, геймификация не только позволяет детям получать знания, но и развивает их творческое мышление, улучшает коммуникационные навыки и стимулирует сотрудничество в групповых заданиях.

Выводы исследования подтвердили, что использование геймификационных моментов в образовании способно улучшить уровень мотивации и эффективности обучения детей. Ученики, участвующие в

программе, продемонстрировали больший интерес к учебному процессу, усвоили более глубокие знания и демонстрировали большие успехи в выполнении заданий. Более того, геймификация способствует развитию самодисциплины и саморегуляции, что является важными навыками для успеха в современном обществе.

Перспективы развития геймификации в образовании выглядят обнадеживающе, особенно в контексте использования робототехнического мира. Дальнейшее развитие и усовершенствование игрового статуса, ачивок и прогрессивной системы стимулирования учеников позволит повысить эффективность образовательного процесса и увеличить интерес детей к учебе. Кроме того, внедрение новых технологий и инноваций в образование, таких как виртуальная реальность и искусственный интеллект, расширит возможности геймификации и поможет создать еще более привлекательные и эффективные учебные среды.

В целом, геймификация в образовании является перспективным и передовым подходом, способствующим развитию учебного процесса и повышению успехов обучающихся. Она обладает потенциалом для создания мотивации, интереса и энтузиазма у детей, что имеет существенное значение для их личностного и умственного развития. Поэтому внедрение геймификации следует продолжать и дальше исследовать возможности ее применения в различных образовательных ситуациях.

Список литературы

1. Алексеев А.П., Богатырев А.Н., Серенко В.А. Робототехника Учебное пособие для 8–9 классов средней школы. – М.: «Просвещение», 1993. – 155с.

2. Чоу, Ю-Кай. Система мотивации «Октализ»: основные принципы и применение. – URL: https://dtf.ru/gamedev/1074587-oktaliz-yu-kai-chou-vvedenie (дата обращения: 13.09.2024).

3. Геймификация в образовании: что это, плюсы и минусы, технологии, примеры, виды. – URL: https://www.ranepa.ru/blog/obrazovanie-i-samorazvitie/geymifikatsiya-v-obrazovanii-chto-eto-plyusy-i-minusy-tekhnologii-primery-vidy/?utm_source=google.com&utm_medium=organic&utm_campaign=google.com&utm_referrer=google.com (дата обращения: 20.10.2024).

4. Экономический баланс игры. – URL: https://vk.com/@atmosfera_ooo-ekonomicheskii-balans-v-igrah-upravlenie-resursami-kak-kluch?ysclid=m38a2y0mwc159824978 (дата обращения: 20.09.2024).

Научное издание

СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ: ПРОБЛЕМЫ, СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

XIV Всероссийская научно-практическая конференция

22-23 ноября 2024 г.

Режим доступа:

https://www.rubinst.ru/sites/default/files/files/science/conference_materials/technical_collection-2024.pdf