

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



20
2022
ЧАСТЬ II

16+

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 20 (415) / 2022

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

Жураев Хусниддин Олтинбоевич, доктор педагогических наук (Узбекистан)
Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук
Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук
Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук
Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)
Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук
Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук (Казахстан)
Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук (Азербайджан)
Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук
Бердиев Эргаш Абдуллаевич, кандидат медицинских наук (Узбекистан)
Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук
Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук
Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук
Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук
Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук
Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук
Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения
Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук (Казахстан)
Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)
Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)
Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук
Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук
Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук
Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук
Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук
Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук
Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук
Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук
Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук
Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук
Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук
Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук (Казахстан)
Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии (Казахстан)
Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук
Рахмонов Азиз Боситович, доктор философии (PhD) по педагогическим наукам (Узбекистан)
Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук
Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук
Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)
Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук
Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры
Фозиллов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук (Узбекистан)
Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук
Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)
Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)
Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)
Ахмеденов Кажмурат Максutowич, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)
Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)
Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)
Буриев Хасан Чутбаевич, доктор биологических наук, профессор (Узбекистан)
Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)
Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)
Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)
Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Досманбетов Динар Бакбергенович, доктор философии (PhD), проректор по развитию и экономическим вопросам (Казахстан)
Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)
Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)
Кадыров Кутлуг-Бек Бекмуратович, кандидат педагогических наук, декан (Узбекистан)
Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)
Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Кыят Эмине Лейла, доктор экономических наук (Турция)
Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)
Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)
Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)
Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)
Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)
Узаков Гулом Норбоевич, доктор технических наук, доцент (Узбекистан)
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры (Россия)
Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)
Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)
Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)
Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)

На обложке изображен *Борис Павлович Белоусов* (1893–1970), советский химик, биохимик.

Родился в 1893 году и был шестым ребёнком в семье банковского служащего Павла Николаевича и Натальи Дмитриевны.

Детство его было бурным: старший брат увлекался революционными идеями и вовлёк младших в свою деятельность. Их всех арестовали, даже двенадцатилетнего Бориса — в камере он спал в обнимку с плюшевым медведем... Но освободили, когда семья согласилась уехать в эмиграцию. В Швейцарии Белоусовы тоже общались с революционерами. Сохранилось даже воспоминание Бориса Павловича о том, как он играл в шахматы с Лениным. Но с тех пор, к счастью, партийная политика его не интересовала — только химия.

В Цюрихе Борис прослушал полный университетский курс химии, но не смог выкупить диплом из-за отсутствия средств.

В 1914 году возвратился в Россию, однако в действующую армию не попал из-за недостатка веса. Поступил на работу в химическую лабораторию завода Гужона (завод «Серп и молот»). Занимался разработками в области военной химии — разумеется, под грифом «секретно». Двигалась вверх и военная карьера: Белоусов получил звание комбрига (почти генерала). И чудом уцелел в период массовых арестов и расстрелов 1937–1938 годов, когда вокруг него погибли многие.

С 1923 года по рекомендации академика П. П. Лазарева преподавал химию в Высшей военно-химической школе РККА. С 1933 года работал старшим преподавателем Академии химической защиты им. С. К. Тимошенко. В последующие годы работал в закрытом медицинском институте. Никто, кроме ближайших сотрудников, о нём не знал, да и сам он не любил общаться с людьми. Но именно в этот период, когда его жизнь из бурной стала тихой и одинокой, он совершил своё открытие.

Как военный химик Б. П. Белоусов занимался разработкой способов борьбы с отравляющими веществами, составов для противогазов, газовых анализаторов, препаратов, снижающих воздействие радиации на организм.

В живых организмах происходит немало циклических, повторяющихся процессов, таких как сердцебиение: пока мы живём, сокращения нашего сердца постоянно повторяются. Такие же повторяющиеся процессы в живых клетках есть и на химическом уровне. Например, все биохимики знают про цикл Кребса, без которого невозможно дыхание: лимонная кислота претерпевает много химических превращений, в результате которых выделяется углекислый газ и возникают некоторые важные вещества, а в итоге снова образуется та же лимонная кислота, и всё повторяется сначала.

Но процессы в живых организмах — отдельная история. А можно ли устроить такой же повторяющийся процесс «на колёнке», в пробирке? Большинство учёных считало, что невозможно: в классической химии процессы в заданной системе

всегда идут в одном направлении — к положению химического равновесия.

Но Белоусов считал, что невозможное возможно, и в 1951 году это показал. Он взял раствор, в котором было смешано несколько компонентов, прежде всего та же лимонная кислота. Туда же Белоусов добавил бромат калия — известный окислитель, серную кислоту и, главное, соль металла церия. (Кстати, с этим металлом мы часто встречаемся: сплав церия используется в зажигалках для высекания искры.)

Можно было ожидать, что этот раствор будет постепенно менять цвет, ведь у соединений церия есть две формы, и бесцветная форма под действием окислителя переходит в жёлтую. Удивительным было другое: в смеси у Белоусова жёлтый раствор затем снова становился бесцветным. А затем снова жёлтым. А затем снова бесцветным... И так много раз. Как маятник в часах.

Так была открыта колебательная реакция, которая является одной из первых работ в области нелинейной химической динамики. Поначалу химику никто не поверил, на него смотрели как на фокусника. Ни один научный журнал не брался напечатать статью о его чудесных «химических часах».

Опубликовать свой результат Белоусов смог лишь спустя годы, в крошечном ведомственном сборнике. И его открытие имело все шансы на забвение.

Но история снова сделала неожиданный поворот.

Исследованием механизма реакции Белоусова заинтересовался Симон Шноль. Оскорблённый непризнанием, Белоусов не хотел никак участвовать в дальнейшей работе над этой темой, но был не против того, чтобы над ней работали другие. И Шнолю удалось привлечь молодёжь, прежде всего талантливого студента Жаботинского. Анатолий Маркович Жаботинский многое развил и улучшил в постановке опыта. Он показал, что лимонную кислоту можно заменить некоторыми другими кислотами, церий — другими металлами. Но главное, чего он достиг, — это построение химической и математической модели.

Именно поэтому класс колебательных реакций называют реакцией Белоусова — Жаботинского. Впоследствии эта работа была признана как научное открытие и занесена в Государственный реестр открытий СССР под № 174. Однако Белоусов и Жаботинский работали в разных институтах и не встречались. Уже после смерти Белоусова Жаботинский получил за открытие колебательных реакций Ленинскую премию — самую почётную в Советском Союзе.

Белоусов не успел получить ни премий, ни признания. Он умер через год после выхода на пенсию, забытый всеми, кроме коллег. И даже те из ученых-химиков, кто вряд ли вспомнит фамилию Белоусов, точно знают, что такое ВZ-реакция. А значит, память всё-таки осталась.

Екатерина Осянина, ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Гатиатуллин А. Р.

Процессы гидратации портландцемента. Влияние наномодифицирующих добавок на процессы гидратации портландцемента73

Дмитриев А. Л., Митасов А. В.

Смарт-стекло в системе умного дома.....76

Дубовой Д. Е., Коняев В. Н.

Об осуществлении входного контроля строительных материалов, поступающих на строительную площадку79

Ерёмин П. С.

К вопросу о недостатках конструктивных решений, обеспечивающих устойчивость к прогрессирующему обрушению покрытий одноэтажных зданий со стальным каркасом81

Мадиева Д. У.

Строительство на вечномерзлых грунтах86

Михайлов Д. А.

Роботизация ремонта трещин в стяжке87

Неберова Д. Р.

Моделирование железобетонной балки, усиленной ФАП-ламинатом, в программном комплексе Abaqus 91

Нехорошков И. В.

Концепция развития трамвайной сети г. Астрахани97

Никитчин А. А., Кадукова М. И.

Анализ требований нормативной документации для проведения мониторинга деформаций при строительстве зданий и сооружений..... 100

Федорова М. А.

Возможность применения взрывоустойчивого каркаса промышленного здания из металлических панелей 103

Филимонова Е. С.

Анализ напряженно-деформированного состояния монолитной плиты перекрытия с пустотообразователями по системе Cobiax на основании различных расчетных моделей 107

Филимонова Е. С.

Анализ рекомендуемой методики расчета для монолитных плит перекрытия с различными типами пустотообразователей по системе Cobiax..... 109

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Байжарикова М. А., Бейшен Е. М., Исаев С. М., Ильяс Д. Д., Тургали Ж. Р., Жаксылыкова Г. Е.

Исследование процесса передачи тепла между потоками биореакторов в трехступенчатой биогазовой установке..... 113

Белоусова Ю. О., Полякова Т. И.

Алгоритм выбора оптимальной системы электронного документооборота..... 118

Быков А. С.

Разработка медицинской экспертной системы на основе байесовских моделей..... 120

Вишневецкая А. А., Аверченко А. П.

Проектирование компьютерной сети 123

Вишневецкая А. А., Аверченко А. П.

Агрегация каналов 125

Волкова Н. И.

Возможности использования технологии OCR в мобильных поисковых системах 127

Исаков Д. И.

Подходы к реализации алгоритмов машинного обучения в парадигме квантовых вычислений..... 129

Мельникова В. С.

Прогнозирование сегмента LTV в индустрии мобильных игр..... 132

Мышева О. А.

Исследование эффективности методов борьбы с альтернативным мнением в социальных сетях 137

Невретдинова Д. Ф.

Электронный дневник в сфере дополнительного образования..... 140

Обухов К. О.

Сравнительный анализ систем
производственного планирования в разрезе
работы с альтернативными цепочками
производственных операций 143

Полякова Т. И., Белоусова Ю. О.

Создание методики выбора
инфотелекоммуникационной платформы
управления складским комплексом 147

Рыбаков А. В.

Автоматизированная система генерации
текстур 150

Хоменко Т. В., Курина Д. П.

Основные понятия и прогноз развития
интернет-эквайринга 154

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Процессы гидратации портландцемента. Влияние наномодифицирующих добавок на процессы гидратации портландцемента

Гатиатуллин Айрат Рустемович, студент
 Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Portland cement hydration processes. Influence of nanomodifying additives on the processes of hydration of Portland cement

Giatatullin Airat Rustemovich, student
 Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (St. Petersburg)

В данной статье рассмотрены и сформулирован процесс гидратации портландцемента, влияние наномодифицирующих добавок на процессы гидратации портландцемента. Анализ кинетики гидратации по величине тепловыделения в цементных системах.

Ключевые слова: портландцемент, процесс гидратации, наномодифицирующие добавки, влияние добавок на портландцемент.

Введение

Цемент является одним из важнейших строительных материалов. Его изготавливают на крупных механизированных и автоматизированных заводах. По производству цемента наша страна занимает одно из ведущих мест в мире. Из числа цементов разных видов наиболее важное значение имеет портландцемент. Это основной материал современной строительной индустрии. Из него возводят бетонные и железобетонные конструкции самых разнообразных зданий и сооружений. Жилищно-гражданское, промышленное, сельскохозяйственное, гидротехническое, горное, дорожное, ирригационное вот неполный перечень видов строительства, где с успехом применяют бетон и железобетон на портландцементе. По масштабам производства и применения портландцемент занимает первое место среди вяжущих материалов. Портландцементом (ПЦ) называют гидравлическое вяжущее вещество, получаемое путем совместного тонкого измельчения клинкера и гипса и твердеющее в воде и на воздухе. Клинкер получают в результате обжига до спекания

сырьевой смеси состава, обеспечивающего преобладание силикатов кальция. Гипс вводят в состав портландцемента для регулирования сроков схватывания. Его содержание должно быть не более 3.5% по SO. Возможно использование природного гипсового камня, фосфогипса и борогипса. Наряду с портландцементом выпускают портландцемент с минеральными добавками. Последний в отличие от портландцемента содержит определенное количество активных минеральных добавок: гранулированных доменных и электротермофосфорных шлаков — до 20%, добавок осадочного происхождения и глиежей — до 10%, прочих активных минеральных добавок — до 15%.

Процесс гидратации портландцемента

В отечественном бетоноведении принята трехстадийная схема гидратационного твердения портландцемента, которая в общих чертах согласуется с кинетикой нарастания структурной прочности твердеющего материала, имеющей три характерных участка

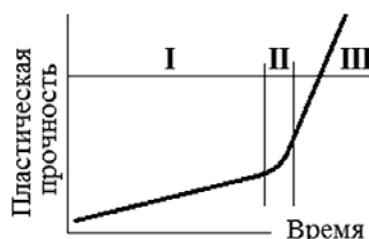


Рис. 1. Нарастание структурной прочности бетонной смеси

На начальном этапе происходит растворение (гидролиз) цементных минералов, выделение мелкого гидросиликата в виде оболочки экранирующего цементные зерна, определяющего тем самым индукционную стадию, или стадию замедленного твердения (I). Постепенное поглощение воды гидратными оболочками, возникновение и повышение осмотического давления приводит в итоге к разрушению оболочек (период II) и наступлению третьей стадии (III) — облегчению доступа воды вглубь цементных зерен, интенсификации гидратации цемента, ускорения роста кристаллогидратов, формирования сростка и твердения бетона. Опуская критику данной точки зрения, рассмотрим позицию в области твердения цемента западных исследователей.

За рубежом также популярна и широко используется кристаллизационная схема твердения цемента. Если в отечественных разработках в качестве оценочного критерия для описания структурообразующего процесса, действия тех или иных факторов и прочих задач в теории бетоноведения часто используется кинетика пластической прочности, то в зарубежных работах — калориметрическая кривая (динамика скорости тепловыделения), имеющая два характерных пика, соответствующих

слабо выраженному начальному («мере свободной извести») и основному экзотермическому эффекту. Опираясь на данную калориметрическую методологию (рис. 2), гидратационный процесс разделяют на 5 функционально отличных стадий (S_I, S_{II}, \dots, S_V):

S_I — период немедленного взаимодействия при соприкосновении химически активных реагентов;

S_{II} — стадия, соответствующая так называемому скрытому периоду, при котором скорость реакции практически равна нулю;

S_{III} — интервал ускоряющейся со временем реакции гидратации;

S_{IV} — стадия резко снижающейся интенсивности взаимодействия;

S_V — период предельного замедления гидратационного процесса. Таким образом, в укрупненном виде весь гидратационный процесс «можно разделить на три периода S_1, S_2 соответствуют периоду индукции S_3 — периоду ускорения S_4, S_5 — периоду затухания»

При этом первые два периода «очень важны в связи с практическим использованием цемента»

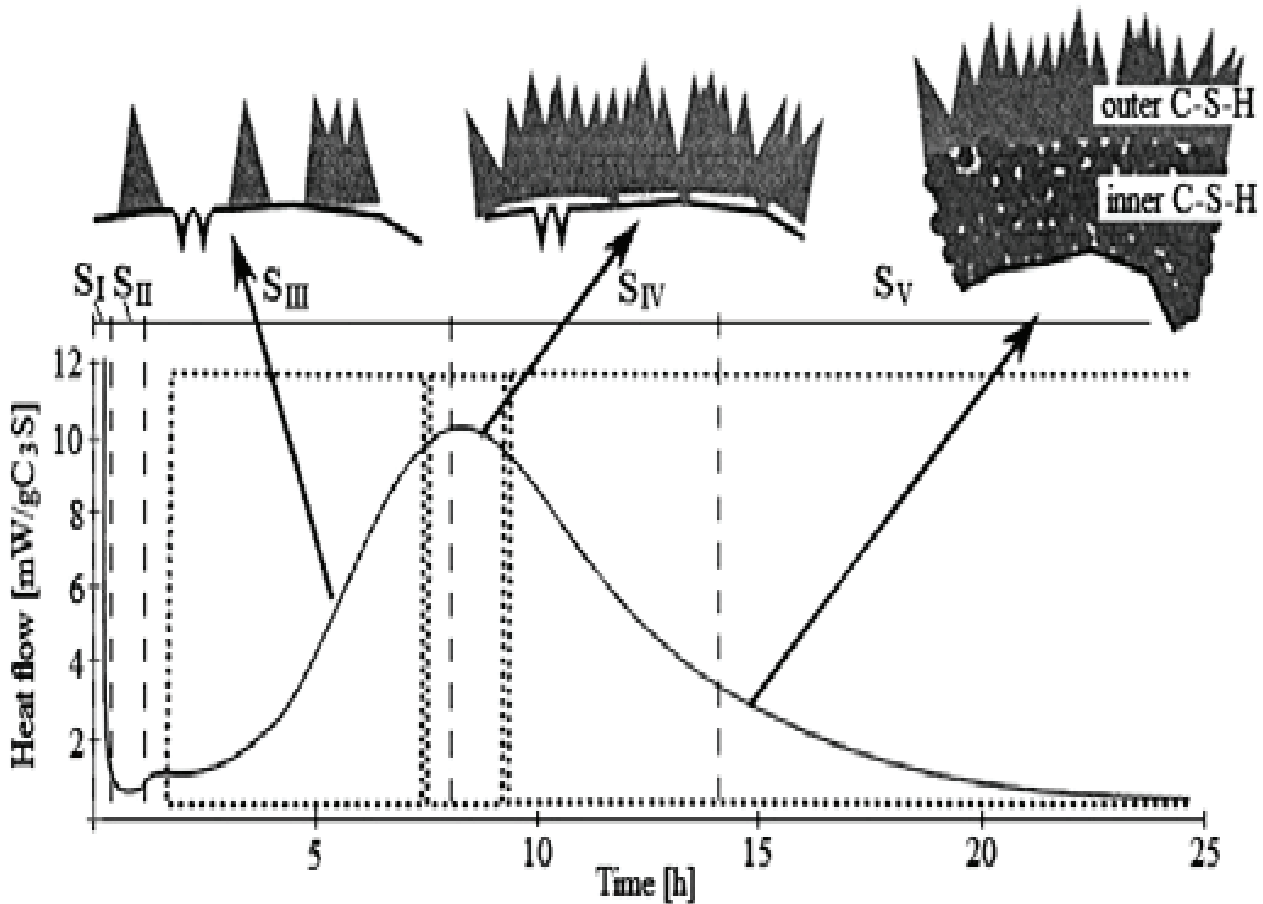


Рис. 2.

Основной фазой гидратации портландцемента является алита, она содержит в себе основные свойства и является «символом» портландцемента. Этот процесс можно описать следующей формулой:



Если условия обычные — 70% C_3S , затвердение происходит за 28 суток. Окончательная гидратация портландцемента наступает через год. Схема аналогична и при гидратации второго силиката

портландцемента — белит (СЭ5), но в этом случае процесс протекает медленнее, за те же 28 дней, процент гидратации –30.

Влияние наномодифицирующих добавок на процессы гидратации портландцемента

На современном этапе развития строительной индустрии актуальной проблемой является повышение реологических и эксплуатационных свойств бетонов. Решением которой может служить, как рациональный подбор компонентов, так и модифицирование композита. Многие ученые проводили исследования кремнеземсодержащих нанодобавок в технологии цементных бетонов. Применение нанодобавок требует особого

внимания к таким особенностям, как: воздействие на физико-механических показатели цементных бетонов, взаимодействие с пластифицирующими добавками, совместимость с цементом при процессах гидратации и равномерное распределение по объему композита.

В проводимых экспериментах использовались материалы: портландцемент класса ЦЕМ I 32,5 Н, суперпластификатор на основе полимера эфира поликарбоксилатов (СП) «Штайнберг GROS-63 МА», нанокремнезем (НК) «HDK Wacker» с содержанием аморфного кремнезема 99,8%, удельной поверхностью 150 м²/г и средним размером первичных частиц 5–50 нм.

Анализ кинетики гидратации проведен по величине тепловыделения в цементных системах (рис. 3).

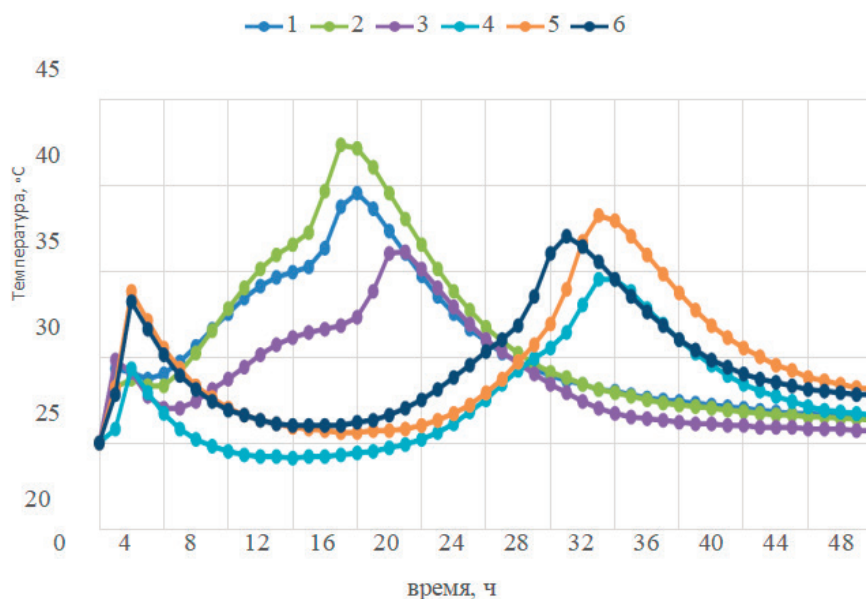


Рис. 3. Температура при гидратации портландцемента с нанокремнеземом и суперпластификатором: 1 — ПЦ (контрольный состав), 2 — ПЦ+НК (0,05 мас.%), 3 — ПЦ+НК (0,1 мас.%), 4 — ПЦ+СП, 5 — ПЦ+СП+НК (0,05 мас.%), 6 — ПЦ+СП+НК (0,1 мас.%)

В преиндукционный период у составов с НК и СП за счет образования дополнительной реакционноактивной поверхности цемента повышаются температуры при гидратации — до 30–35 °С. Стоит подчеркнуть, что комплексное использование НК и СП приводит к значительной разнице в температурах.

В рассматриваемых составах значительные изменения происходят в индукционный и постиндукционный периоды. Адсорбированные оболочки из полимерных цепей суперпластификатора на поверхности цемента препятствуют доступу воды и замедляют образование ионов Ca²⁺ в жидкой фазе цементного теста. Введение НК в составы с СП приводит к ускорению протекающих реакций и активному взаимодействию с ионами Ca²⁺ и OH⁻ в жидкой фазе. Это приводит к сокращению индукционного периода и увеличению температур при гидратации, свидетельствующем о более активном взаимодействии модифицированных цементных систем.

В результате проведенных исследований тепловыделения, можно сделать следующие выводы:

— совместное введение НК и СП приводит к дезагрегации частиц цемента в жидкой фазе и активному взаимодействию, которое проявляется в повышении температуры гидратации;

— использование СП в исследуемых составах приводит к временному замедлению процесса гидратации;

— активное совместное влияние НК и СП на процессы, которые протекают в цементных составах на начальных стадиях твердения и гидратации, приводят к изменению физико-механических показателей модифицированного цементного камня.

Выводы

1. Если условия обычные — 70% С3S, затвердение происходит за 28 суток. Окончательная гидратация портландцемента наступает через год. Схема аналогична и при гидратации второго силиката портландцемента — белит (СЭ5), но в этом

случае процесс протекает медленнее, за те же 28 дней, процент гидратации – 30.

2. Определено, что объединение суперпластификатора и нанокремнезема в качестве добавки ускоряет гидратацию

цемента благодаря диспергации цементного зерна суперпластификатором и взаимодействию нанокремнезема с портландитом с формированием дополнительных гидросиликатов кальция.

Литература:

1. Зозуля П. В. Фазовые равновесия и клинкерообразование при обжиге портландцементных сырьевых смесей: Учеб. пособие/ ЛТИ им. Ленсовета. — Л., 1987.— 88 с.
2. Казанская Е. Н. Образование гидратных фаз портландцементного камня: текст лекций/ ЛТИ им. Ленсовета. — Л., 1990.— 50 с.
3. Тейлор Х. Химия цемента. Пер. с англ. — М.: Мир, 1996.— 560 с.
4. Рамачандран В., Фельдман Р., Бодуэн Дж. Наука о бетоне. Пер. с англ. — М.: стройиздат, 1986.— 278 с.
5. Бутт Ю. М., Сычев М. М., Тимашев В. В. Химическая технология вяжущих веществ. — М.: Высш. школа, 1980.— 472 с.
6. Гидросиликаты кальция. Синтез монокристаллов и кристаллохимия. В.В.Илюхин, В. А. Кузнецов, А. И. Лобачев, В. с. Бакшутов. — М.: Наука, 1979.— 184 с.
7. Мчедлов-Петросян О. П. Химия неорганических строительных материалов. — М.: Стройиздат, 1988.— 304 с.
8. Чернышов Е. М., Артамонова О. В., Славчева Г. с. Прикладные нанотехнологические задачи повышения эффективности процессов твердения цементных бетонов // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. 2017. № 1. С. 25–41. DOI: dx.doi.org/10.15828/2075–8545–2017–9–1–25–41
9. Хозин В. Г., Хохряков О. В., Низамов Р. К., Кашапов Р. Р., Баишев Д. И. Опыт наномодификации цементов низкой водопотребности // Промышленное и гражданское строительство. 2018. № 1. С. 53–57.
10. Тюкавкина В. В., Касиков А. Г., Гуревич Б. И. Структурообразование цементного камня, модифицированного добавкой нанодисперсного диоксида кремния // Строительные материалы. 2018. № 11. С. 31–35.

Смарт-стекло в системе умного дома

Дмитриев Александр Львович, старший преподаватель;
Митасов Артемий Владимирович, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье авторы пытаются найти применение смарт-стекла в системе умного дома.

Ключевые слова: смарт-стекло, «умное стекло», экстерьер, интерьер, жилищное строительство, умный дом.

Актуальность — использование умного остекления в рамках модификации умных домов. Исследование возможностей применения смарт-стекла в умном доме.

Смарт-стекло — модификация существующего стеклянного оборудования, способного менять прозрачность при различных условиях. В работе рассматривается концепция интеграции в систему умного дома. Установлено, что с течением научно-технического прогресса и технология умного дома совершенствуется, расширяя и обогащая свой функционал. В этот функционал может войти и умное остекление.

Сегодня невозможно представить себе современную квартиру или дом без массы сложных электронных устройств. Телевизор, система безопасности, кондиционер и других электронных устройств. Однако управление устройствами часто становится проблемой. Первые «умные дома» появились у богатых американцев в 1950-х годах. Изначально такие системы предназначались для загородных домов. Концепция умного дома была сформулирована в 1970-х годах. Умный дом — это комплекс архитектурных и дизайнерских решений, взаимно связанных с автоматизированными инженерными и инфор-

мационными системами и системами безопасности, обеспечивающих комфортную и безопасную среду для жителей дома. Интеллектуальные системы были изначально созданы для экономии государственных ресурсов, что очень дорого в некоторых странах и регионах. [2]

Только интеллектуальная домашняя система может круглосуточно смотреть на все инженерные работы в доме и декомпенсировать все оборудование, участвующее в обеспечении жизни человека, в единый комплекс. В каждом современном доме имеется и работает большое количество оборудования, обеспечивающего жизнь, комфорт, комфорт, связь и безопасность владельца. Удобство заключается в том, что даже в отсутствие человека умный дом оптимально сохранит в доме постоянный микроклимат. Интеллектуальная домашняя система будет постоянно контролировать все инженерные коммуникации в доме и не допускать возгорания, утечки газа или утечки воды. Умный дом — это прежде всего интеллектуальная система автоматизации для управления всей инженерной связью современного здания. Каждый в своем доме, квартире или офисе хочет чувствовать себя комфортно и безопасно. Ин-

теллектуальная домашняя система ориентирована на эти основные задачи. Интеллектуальная автоматизация позволяет человеку централизованно настраивать те, которые им удобны — светлые помещения, температуру воздуха, влажность воздуха и обеспечивать собственную безопасность. [1]

Система Умный дом может включать в себя такие объекты автоматизации как управление инсоляцией (освещением), климатом, вентиляцией, видеонаблюдением и т. д.

Общая схема системы управления (иллюстрирована на рис. 1):

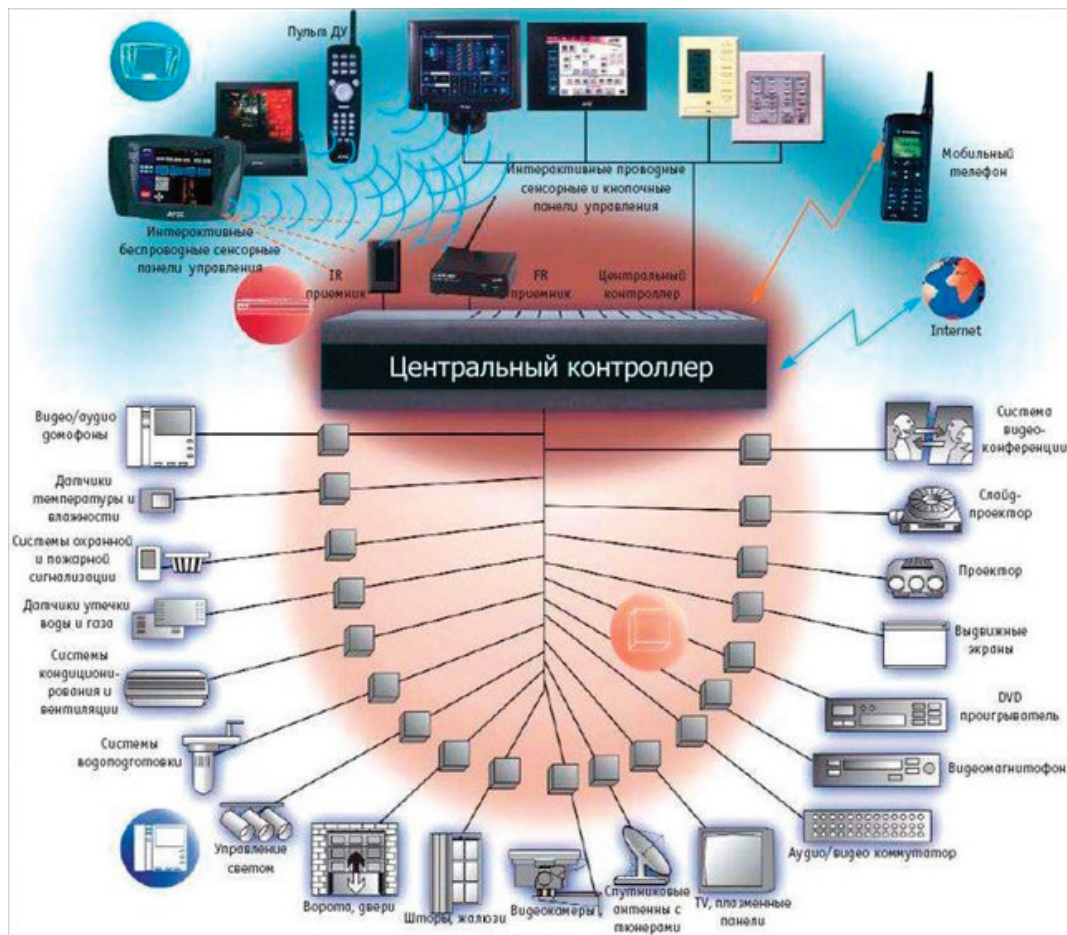


Рис. 1. Схема системы управления «умным домом»

Понятие «умный дом» означает управление системой жизнедеятельности автоматическими устройствами. Поэтому концепция делится на несколько аспектов.

Прежде всего, это эффективная потребляемая энергия, вода и другие ресурсы.

Так же система дает возможность организовать охранную деятельность, так как применяется к видеонаблюдению и сигнализации, в нее также входит система тревоги, которая позволяет контролировать доступ к квартире.

Третья часть — обеспечение безопасности на техническом уровне. Ее создают датчики пропуска воды и система защита от короткого замыкания. То есть пользователи этой технологии могут автоматически управлять работой всех элементов инженерных систем.

Четвертый элемент умного дома — это возможность повышения комфорта, т. е. автоматизации действий.

Например, можно автоматически включать свет, стиральную машину и стиральную машину даже в том случае, если вы находитесь на другой стороне города, используйте смарт-

фоны и планшеты. Часто система самостоятельно следит за сохранением заданных параметров [3].

Любая подсистема «умных» зданий либо работает полностью в автономном режиме, фиксируя свои мероприятия в журнале событий, либо ведет оперативное взаимодействие с оператором с запросом подтверждения мероприятий. Например, в случае возникновения пожара в здании система автоматически инициирует вызов команды пожара или выдает сообщение пожара на пульт руководителя. Решение на вызов пожарных в третьем случае примет оператор. Компоненты для «умного дома» производят огромное число предприятий. На рынок в последнее время выходят российские Smart-системы, цена которых гораздо дешевле, чем импортные. Впрочем, качество на данный момент чуть отличается от аналогов из зарубежных стран в худшую сторону. [2]

После ясности концепции «Умный дом» необходимо знать, как работает технология смарт-стекла. Уникальность этой технологии состоит в том, что, используя достаточно малый электрический ток, пользователь с легкостью реагирует на элек-

трическую прослойку с помощью трансформации стеклянной конструкции (будь это окно или перегородка) из совершенно прозрачной к матовой. Когда прекращается подача электроэнергии, молекулы слоя электрохрома очень быстро изменяют упорядоченную позицию на хаотическую, делая стекла молоко-матовыми, создавая в помещении приватную атмосферу.

Основным элементом структуры является полиэтиленовая матрица жидких кристаллов, дополненная слоями про-

водной пленки с двух сторон, а потом полиэтиленовая полиэтиленовая полимерная пленка (представлена на Рис. 2). Smart Film — полиэтилентерефталатная (полимерная) пленка состоит: (*) — Два внешних полимерных слоя, покрытые прозрачным проводящим покрытием. Проводящее покрытие нанесено лицевой стороной во внутрь. (**) — Внутренний слой жидкокристаллических капелек окружен матрицей полимера. [4]

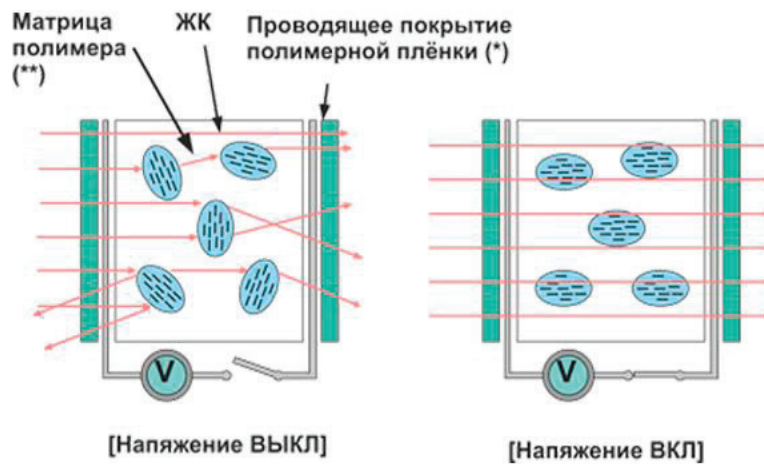


Рис. 2. Принцип действия смарт-стекла. [4]

Технология смарт-стекла бывает трех видов:

1. Полимерный жидкокристаллический слой. В полимерном жидком кристалле смесь кристаллов жидкого полимера диспергируется в жидкое полимерное вещество, а затем затвердевает. В этом процессе жидкие кристаллы становятся несовместимы с твердым полимером и формируют вкрапления в полимере, что приводит к изменению свойств смарт-стекла. Без напряжения кристаллы жидкости не упорядочены, что вызывает рассеяние параллельных световых лучей и создание непрозрачной матовой белой структуры. При подаче напряжения на токопроводящие слои жидкие кристаллы принимают положение, перпендикулярное плоскости электропроводного слоя и обеспечивают прозрачность стекла. [5]

2. На взвешенных частицах. Создается триплекс, в котором между двумя слоями стекол помещается тонкая пленка слоистых материалов стержнеобразных по структуре частиц, взвешенных в жидкости. Если напряжение не приложено, взвешенные частицы расположены в хаотичном порядке и поглощают свет, таким образом, что стекло приобретает темно-синий, серый или даже черный оттенок в зависимости от компонентов частиц. При подаче напряжения, взвешенные частицы выравниваются и стекло становится прозрачным. Отличием данного стекла является то, что оно оптически прозрачно абсолютно в любом состоянии. [5]

3. Электрохромный слой. Электрохромный слой в данной технологии состоит из напыления ионов лития. Прозрачность материалов регулируется подачу напряжения, а также кон-

троль количества пропускаемого светового и теплового излучения, состояние меняется между цветной, полупрозрачной и прозрачной прозрачностью. Поддача напряжения необходима только для изменения степени прозрачности, а для поддержания достигнутого состояния электропитание не требуется. [5]

Каждый из них имеет определенные преимущества и недостатки, поэтому имеют разные сферы использования. Поэтому ареал применения стекла с контролируемой прозрачностью довольно широк: от кабинетов до автомобильных стекольных тонировок. [5]

Существуют смарт-стекла, регулируемые пультом управления. Автоматика позволяет менять оттенок поверхности, так как при повышении яркости солнечного цвета поверхность темнеет. Переключение между режимами занимает буквально несколько десятков секунд.

Таким образом, система умного дома может самостоятельно регулировать светопропускание стеклянных элементов в доме (стеклопакеты, стеклянные двери). Для обеспечения доступа умного дома к смарт-стеклу можно соединить умное остекление и блок управления реле, управляемой через беспроводную связь (Wi-Fi, Ethernet, ZigBee и др.). Такое реле будет регулировать подачу электрического тока, тем самым регулировать светопрозрачность конструкции.

Также можно сгенерировать примерный сценарий для умного дома, при каких условиях будет регулироваться работа смарт-стекла:

— Для стеклопакета: с 22:00 до 6:00 окна становятся матовыми для обеспечения приватности и препятствования проникновению света в помещение для обеспечения здорового сна;

— Для стеклянных дверей: при включении света в ванной комнате или санузле дверь становится матовой для обеспечения приватности.

Литература:

1. Гордюшина О. С., Кувшинова О. А. Концепция умного дома, режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_38693336_87788369.pdf (дата обращения 22.03.2022)
2. Серебряник И. А., Дружинина Т. Я. Интеллектуальные системы в российских домах («умный дом»): роскошь или возможность экономии, Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_16213667_10610787.pdf (дата обращения 22.03.2022)
3. Крюкова А. А., Шматок К. О. «Особенности развития концепции »умный дом«: российский и зарубежный опыт», режим доступа: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_39560503_48137338.pdf (дата обращения 22.03.2022)
4. Никитина О. С., Харебин И. И., Кузнецова Ю. В. «Умные стекла» с изменяемой прозрачностью. Технология «smart-glass»: https://elibrary.ru/download/elibrary_27676111_83457009.pdf (дата обращения 07.02.2022);
5. Донцова А. Е., Калинина А. В. Стекло с управляемой прозрачностью (smart window) в гражданском строительстве», режим доступа: https://alfabuild.spbstu.ru/userfiles/files/AlfaBuild/AlfaBuild_2018_6/7_6.pdf (дата обращения 07.02.2022).

Об осуществлении входного контроля строительных материалов, поступающих на строительную площадку

Дубовой Дмитрий Евгеньевич, студент магистратуры;
 Коняев Владислав Николаевич, студент магистратуры
 Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье авторы рассказывают о процессе осуществления входного контроля строительных материалов, поступающих на строительную площадку в рамках осуществления строительного контроля на строительном производстве.

Ключевые слова: строительный контроль, входной контроль, строительные материалы, организация строительного производства.

Роль строительного контроля в процессе входного контроля строительных материалов на строительной площадке

В ходе строительного производства по сооружениям объектов капитального строительства и реконструкции непременно возникает важный вопрос — контроль поступающих строительных материалов на строительную площадку.

Для чего это осуществляется? В соответствии с п. 9.3 СП 48.13330.2019 [1], строительный контроль осуществляется с целью оптимизации, оценки качества и соответствия нормативным требованиям строительно-монтажных работ, рабочей, технической и исполнительной документации. Для этого представители строительного контроля выполняют следующие функции на объекте капитального строительства и реконструкции в соответствии с таблицей 1 [2].

Таблица 1. Перечень функций строительного контроля

Перечень функций по нормативной документации	Перечень функций, предлагаемый компаниями по осуществлению строительного контроля	Перечень функций, реализуемый на практике
Входной контроль проектной документации	Входной контроль проектной документации	---
Освидетельствование геодезической разбивочной основы	Геодезический контроль и освидетельствование геодезической разбивочной основы	---
Входной контроль оборудования и материалов	Входной контроль оборудования и материалов	Входной контроль оборудования и материалов
Операционный контроль	Операционный контроль	Операционный контроль
Приемочный контроль	Приемочный контроль	Приемочный контроль

Таблица 1 (продолжение)

Перечень функций по нормативной документации	Перечень функций, предлагаемый компаниями по осуществлению строительного контроля	Перечень функций, реализуемый на практике
Испытания и опробования технических устройств	Испытания и опробования технических устройств	Участие в процедурах приемки законченного строительством объекта, его отдельных сооружений и систем
Взаимодействие с органами государственного строительного надзора	Взаимодействие с органами государственного строительного надзора	---
---	Лабораторный контроль качества	---
---	Подтверждение выполненных физических объемов СМР	Подтверждение физических объемов выполненных СМР
---	Контроль состояния пожарной безопасности	---
---	Контроль состояния охраны труда	---
---	Контроль выполнения графика производства работ	---
---	Контроль состояния охраны окружающей среды	---
---	Проверка готовности организаций к выполнению работ	Проверка организационно-технической готовности подрядных организаций
---	---	Выдача и контроль за ходом устранения замечаний к качеству выполняемых работ

При входном контроле проверяют:

- наличие и полноту сопроводительных документов поставщика — производителя (паспорта, сертификаты и т. п.), подтверждающих количество и качество поставляемых строительных материалов;
- внешний вид и состояние упаковки, наличие маркировки;
- соответствие фактических показателей (характеристик) закупленных материалов указанным в сопроводительной документации и соответствие требованиям нормативной документации, а также;
- соответствие поставщика *вендор-листу* (перечню отобранных компаний-поставщиков) организации Заказчика.

В случаях возникновения сомнений в достоверности показателей, указанных в сопроводительной документации, и качестве поставленных материальной-технических ресурсов,

проводятся контрольные измерения и испытания соответствующих показателей качества [3].

Методы и средства выполнения контрольных измерений и испытаний должны соответствовать требованиям нормативной документации, стандартов, технических условий, паспортов, сертификатов и (или) технических свидетельств на продукцию. В случае выполнения контроля и испытаний привлеченными аккредитованными лабораториями, следует проверить соответствие применяемых ими методов контроля и испытаний установленным стандартами и (или) техническим условиям на контролируруемую продукцию [3].

Результатом процесса входного контроля строительных материалов являются *акт о результатах проведения входного контроля на соответствие техдокументации* и записями в журнале входного контроля (журнал верификации закупленной продукции в соответствии с ГОСТ 24297–2013 [4]) на бумажных или электронных носителях.

Литература:

1. СП 48.13330.2019. Свод правил. Организация строительства. СНиП 12–01–2004.
2. К вопросу о функциональных задачах служб строительного контроля, Зубов А. В., Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Том: 2, Год: 2018 Страницы: 180–187.
3. Регламент по контролю качества строительства генподрядными организациями на объектах ПАО «Газпром»
4. ГОСТ 24297–2013 Верификация закупленной продукции.
5. СТО Газпром 2–2.2–860–2021 Положение об организации строительного контроля заказчика при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте объектов ПАО «Газпром».

К вопросу о недостатках конструктивных решений, обеспечивающих устойчивость к прогрессирующему обрушению покрытий одноэтажных зданий со стальным каркасом

Ерёмин Павел Сергеевич, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассмотрены различные варианты конструктивных решений по усилению устойчивости покрытий одноэтажных зданий со стальным каркасом к прогрессирующему обрушению. Сделаны выводы о недостатках каждого решения, предложены варианты дальнейшего развития исследований по теме.

Ключевые слова: строительство, проектирование, здания и сооружения, прогрессирующее обрушение, узлы соединения стальных конструкций.

За последние двадцать лет в нормативную документацию по всему миру стали включать требования о необходимости расчёта зданий на устойчивость к прогрессирующему обрушению. Данные меры связаны с большим количеством аварий, где разрушение какого-либо одного элемента или узла конструкции вело к цепной реакции, приводящей в итоге к полному разрушению здания, с соответствующими людскими и материальными потерями.

В нашей стране основными документами, обосновывающими необходимость и регламентирующими данный вид расчёта, являются соответственно ГОСТ 27751–2014 и СП 385.1325800.2018. Согласно первому документу, расчёт на прогрессирующее обрушение необходимо производить для зданий и сооружений класса КС-3, а также зданий и сооружений класса КС-2 с массовым нахождением людей [1], вне зависимости от того, является рассматриваемое здание вновь возводимым или проходящим реконструкцию. Под обозначенные выше требования попадает довольно большое количество зданий, что делает проблему прогрессирующего обрушения довольно массовой и актуальной.

Что касается конструктивных решений по покрытиям одноэтажных зданий со стальным каркасом (которые в инженерной практике встречаются достаточно часто), то в СП 385.1325800.2018 с учётом изменений № 1 и № 2 приведён всего один пункт (9.4.1), касающийся устойчивости данного типа зданий к прогрессирующему обрушению: для повышения устойчивости к прогрессирующему обрушению одноэтажных каркасных зданий при соответствующем обосновании следует устанавливать конструкции, обеспечивающие перераспределение усилий после локального разрушения одного из несущих элементов каркаса [2]. Данная формулировка довольно размытая и не содержит конкретных рекомендаций по применению каких-либо конструктивных мероприятий, предотвращающих неблагоприятное развитие аварийной ситуации.

Более конкретные указания даны в п. 6.4 пособия к СП 385.1325800.2018 [3]. В нём рекомендуется устанавливать по продольным рядам колонн дополнительные неразрезные подстропильные фермы. Однако данное решение, как указано в самом пособии, не обеспечивает устойчивость при разрушении угловой колонны, а также может вызывать проблемы с освобождением температурных деформаций.

В инженерной практике встречается иное решение, схожее с тем, которое дано в пособии, но при этом позволяющее минимизировать температурные деформации и при добавлении до-

полнительных связей обеспечить устойчивость покрытия при выключении из работы угловой колонны. Рассмотрим это решение на примере здания пролётом 30 м со стропильными фермами и связями из гнутосварных профилей квадратного и прямоугольного сечения, которое уже прошло расчёт и подбор сечений на действие основных нагрузок, возникающих в стадии нормальной эксплуатации (рис. 1,2).

Суть озвученного выше решения заключается в формировании между поперечными стропильными фермами дополнительных продольных ферм, которые при возникновении аварийной ситуации воспримут вес покрытия (рис. 2).

Нижним поясом данных ферм служат неразрезные связи того же сечения, что и нижний пояс основной фермы, верхним поясом являются неразрезные прогоны. Раскосы выполнены из прокатных труб и крепятся шарнирно.

В качестве возможного сценария начала прогрессирующего обрушения примем следующие наиболее вероятные ситуации: выключение из работы рядовой или угловой колонны. Расчёт будем производить в программном комплексе ЛИРА-САПР в квазистатической постановке. Нормативные нагрузки определены в соответствии с СП 385.1325800.2018 и СП 20.13330.2016 [4] и представлены в таблице 1.

Параметры конструктивной проверки заданы в соответствии с СП 16.13330.2017 [5], коэффициент условий работы γ_c принят равным 1,1.

Результаты расчёта представлены на рис. 2 (коэффициенты использования по первой группе предельных состояний) и рис. 3 (перемещения по оси Z). Слева приведена схема с убранный угловой колонной, справа — с рядовой.

По результатам расчёта видно, что принятое решение удовлетворяет требованиям нормативной документации.

Для обеспечения неразрезности поясов дополнительных ферм необходимо предусмотреть жёсткие узлы сопряжения прогонов с верхними поясами основных стропильных ферм. Для этого достаточно обеспечить неразрезность прогона над опорой и выполнить жёсткое сопряжение в месте, где в стадии нормальной эксплуатации не возникает значительного по величине изгибающего момента, поскольку узел сопряжения в основном предназначен для восприятия значительных продольных усилий, возникающих при аварийной ситуации (рис. 6).

Обеспечение неразрезности нижнего пояса дополнительных ферм производится за счёт его соединения с пластинами, приваренными к нижнему поясу главных ферм, на болтах

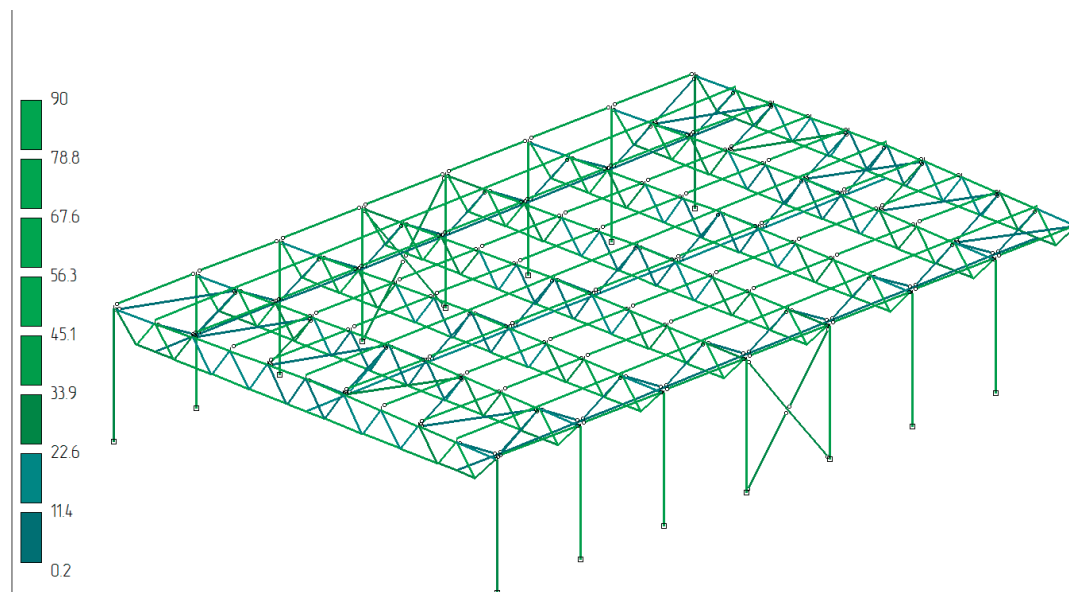


Рис. 1. Результаты расчёта каркаса по первой группе предельных состояний в стадии нормальной эксплуатации

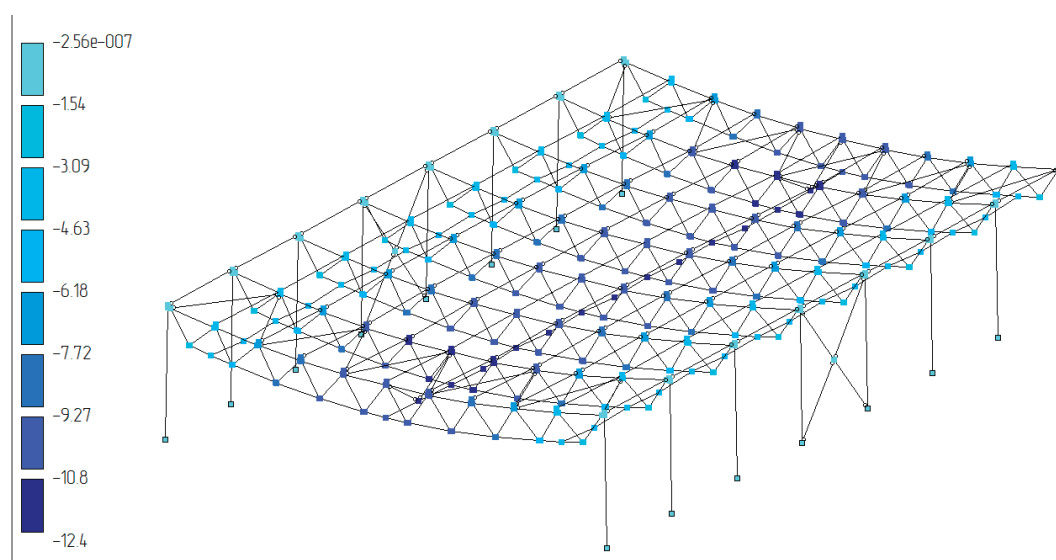


Рис. 2. Результаты расчёта каркаса по перемещениям в стадии нормальной эксплуатации

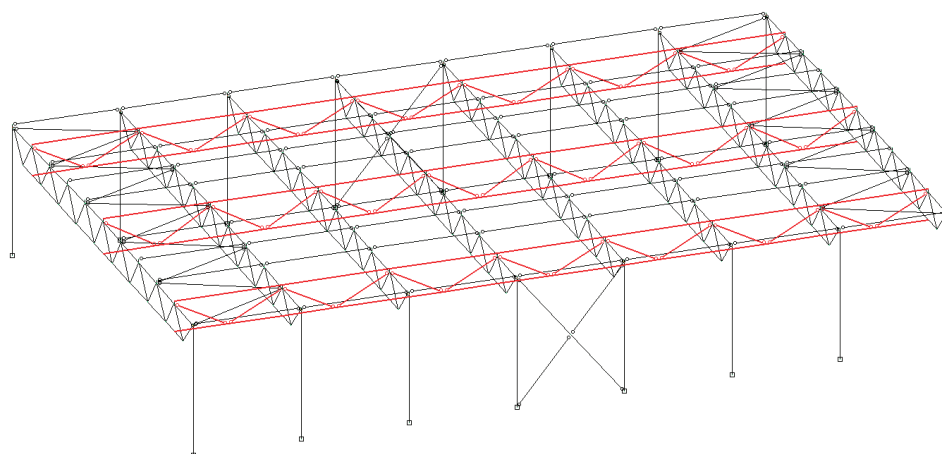


Рис. 3. Дополнительные продольные фермы (выделены красным)

Таблица 1. Принятые в расчёте нагрузки

№ п.п.	Нагрузка	Тип нагрузки	Нормативная величина нагрузки, кг/м ²	Доля длительности	Нормативная величина нагрузки с учётом длительности, кг/м ²
1	Собственный вес	Постоянная	Определяется автоматически	1	Определяется автоматически
2	Вес конструкций покрытия	Постоянная	60*	1	60*
3	Снеговая нагрузка	Кратковременная	150	0,5	75

* — принято условно по наиболее часто встречающимся значениям в каталогах различных производителей

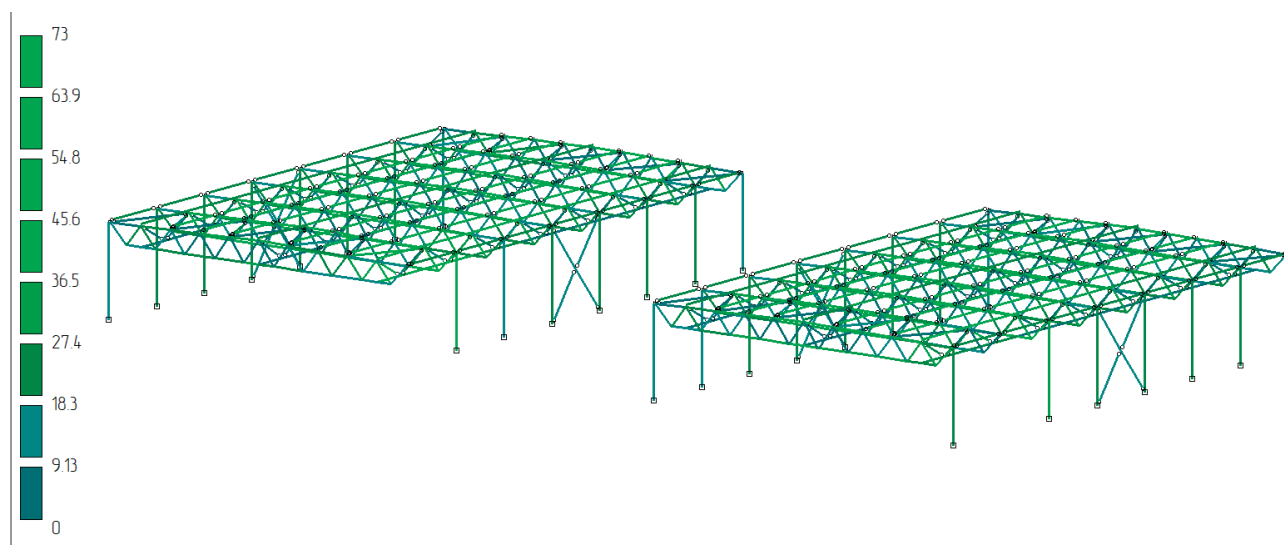


Рис. 4. Результаты проверки элементов каркаса по первой группе предельных состояний при прогрессирующем обрушении

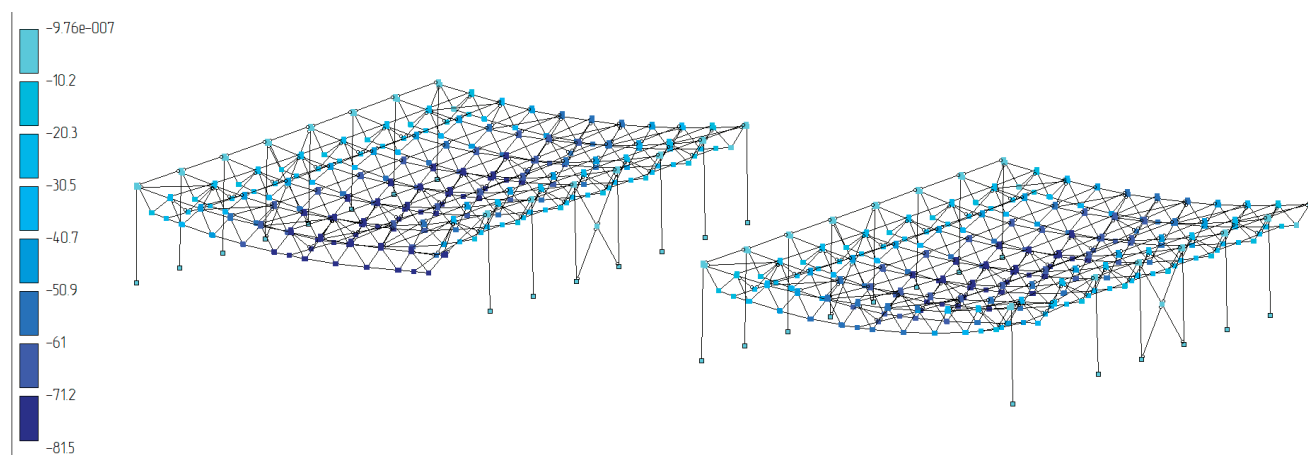


Рис. 5. Результаты проверки элементов каркаса по перемещениям при прогрессирующем обрушении

с контролируемым натяжением. Такое решение позволяет обеспечить устойчивость стенок трубы при возможной аварийной ситуации (рис. 7).

На рисунках 6 и 7 можно заметить дополнительные фанки в местах крепления раскосов к поясам ферм. Они необходимы для обеспечения местной устойчивости поясов. При различных сценариях прогрессирующего обрушения, осо-

бенно когда происходит разрушение пояса фермы в пределах наиболее напряжённой панели, происходит значительное перераспределение усилий между поясами и раскосами основных стропильных ферм. Сжимающие и растягивающие усилия в раскосах значительно увеличиваются, что может привести к потере местной устойчивости стенок пояса (см. рис. 8).

Узел крепления неразрезных прогонов к верхнему поясу стропильных ферм

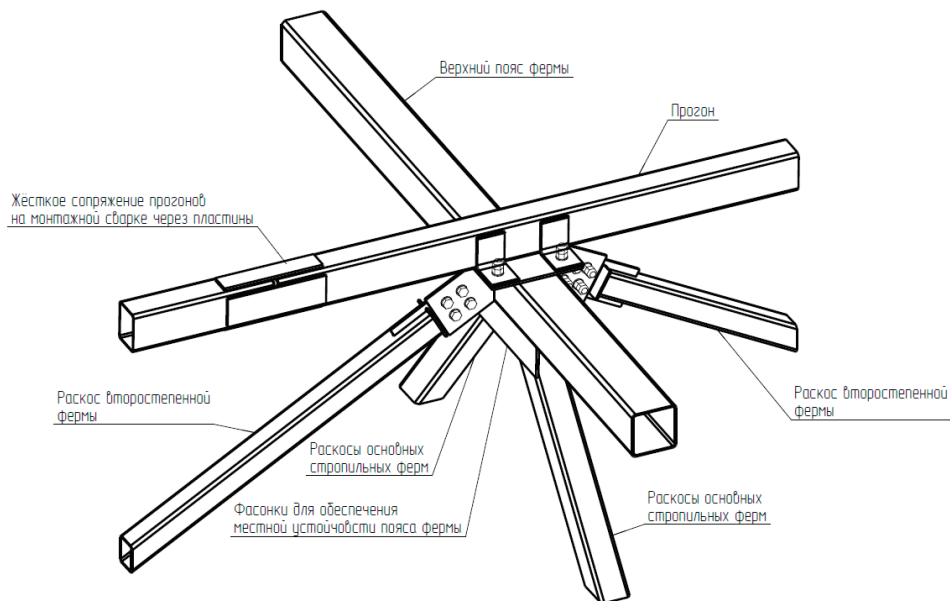


Рис. 6. Конструкция узла крепления неразрезного прогона к верхнему поясу фермы

Узел крепления неразрезных связей к нижнему поясу стропильных ферм

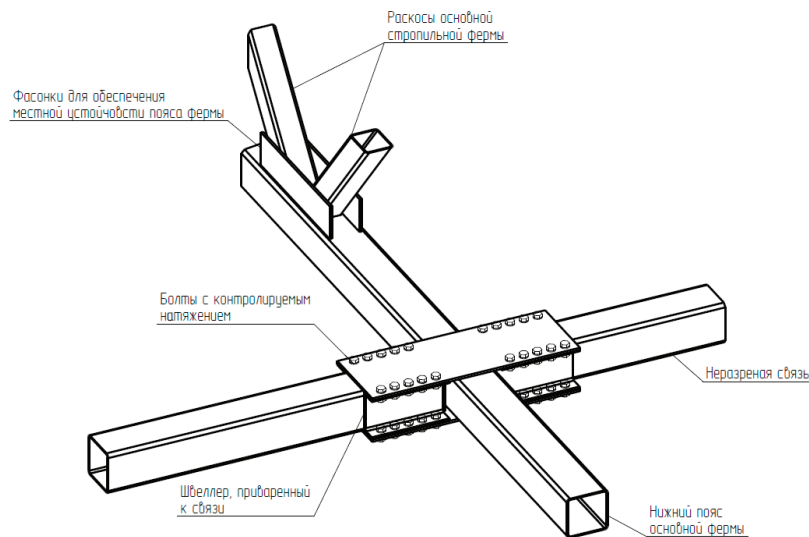


Рис. 7. Конструкция узла крепления неразрезных связей к нижнему поясу фермы

Для более равномерного распределения усилий и подкрепления пояса наиболее простым вариантом является установка фасонки, о которых было сказано выше.

У представленного в данной работе решения по увеличению устойчивости конструкции покрытия к прогрессирующему обрушению можно выделить следующие достоинства:

1. Меньшая металлоёмкость по сравнению с вариантом, который предлагает пособие к СП 385.1325800.2018;

2. Возможность освобождения температурных деформаций;

3. Высокая несущая способность при прогрессирующем обрушении (максимальный коэффициент использования по первой группе предельных состояний для рассматриваемого примера составил 73%, максимальные перемещения — 82 мм);

К основным недостаткам представленного решения можно отнести следующие:

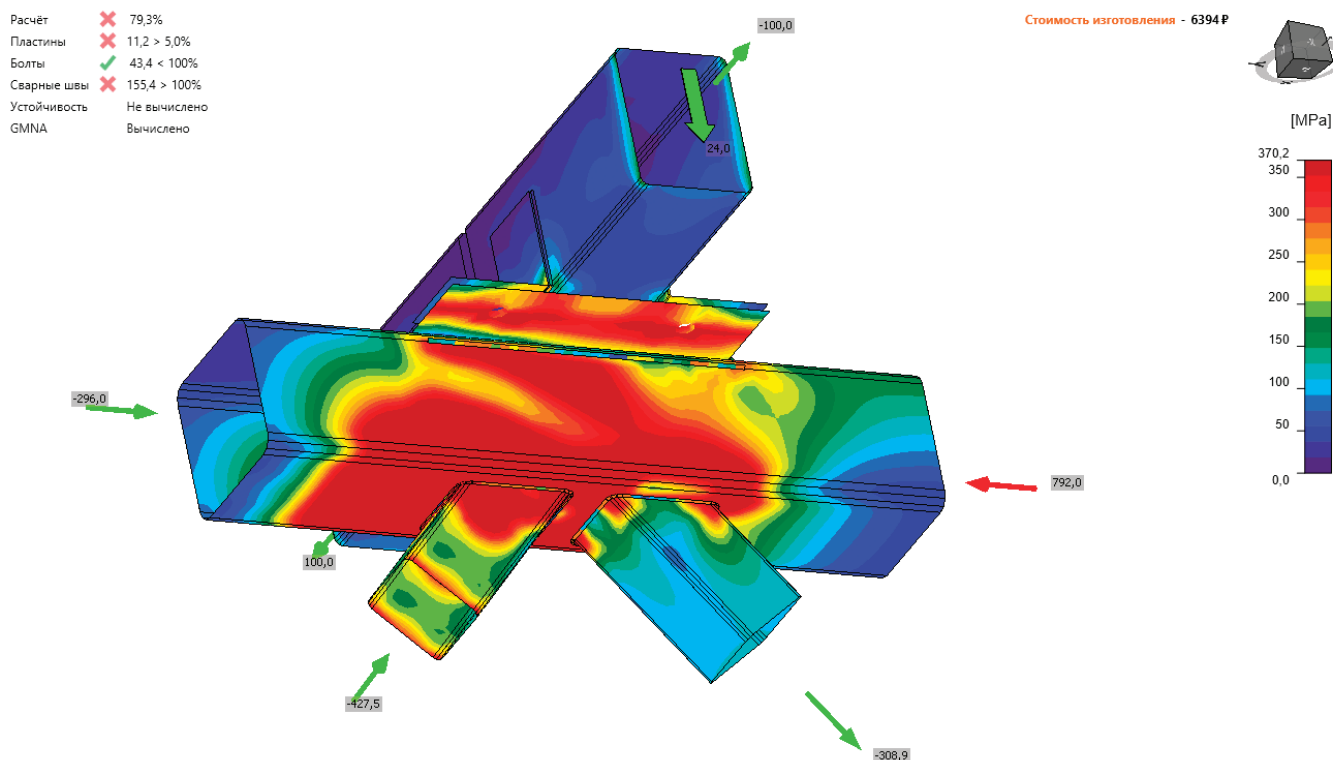


Рис. 8. Расчёт узла крепления прогонов к верхнему поясу в программном комплексе IdeaStatics на усилия, возникающие при выключении из работы рядовой колонны

1. Усложнение конструкции узлов, что ведёт к дополнительным расчётам и увеличению расхода материалов на них;
2. Узлы, обеспечивающие предложенные мероприятия по усилению сложны в монтаже, особенно узел, подобный тому, что приведёт на рис. 7.

Резюмируя вышеизложенную информацию, можно сделать следующие выводы:

1. Нормативная документация по теме содержит довольно малый объём информации о конструктивных решениях, предотвращающих развитие прогрессирующего обрушения;
2. Предлагаемые в нормативной документации и инженерной практике решения не задействуют в работе конструкции после удаления одного из элементов стандартные, либо неким образом усиленные узлы соединения элементов конструкции покрытия, хотя учёт этого мог бы позволить исключить введение в конструктивную схему дополнительных элементов;
3. Предлагаемые решения значительно усложняют монтаж несущих конструкций, увеличивают металлоёмкость здания в

целом и как следствие ведут к удорожанию процесса строительства.

В качестве дальнейшего развития рассматриваемой темы можно выделить следующие этапы исследований: анализ других вариантов усиления устойчивости покрытия к прогрессирующему обрушению. В частности, можно рассмотреть введение по рядам колонн дополнительных связей, которые при удалении одной из колонн будут работать как всякая система. Помимо этого, для снижения металлоёмкости необходимо рассмотреть работу металла в пластической зоне. Учёт пластики в физически и геометрически нелинейной постановке позволит более полно использовать несущую способность элементов конструкции.

Также целесообразным будет учёт работы стандартных узлов соединения элементов покрытия, что, возможно, позволит отказаться от введения в схему дополнительных элементов и воспринять возникающие при аварийной ситуации усилия за счёт узлов.

Литература:

1. ГОСТ 27751–2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения.
2. СП 385.1325800.2018 Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения (с Изменениями № 1, 2).
3. Пособие по проектированию мероприятий по защите зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения (Часть 2).
4. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07–85* (с Изменениями № 1, 2, 3).
5. СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23–81*» (с Поправками, с Изменениями № 1, 2, 3).

Строительство на вечномёрзлых грунтах

Мадужева Диана Умаровна, студент

Научный руководитель: Преснов Олег Михайлович, кандидат технических наук, доцент

Красноярский институт железнодорожного транспорта — филиал Иркутского государственного университета путей сообщения

В работе представлено понятие вечномёрзлых грунтов, основные положения проектирования оснований и фундаментов на грунтах данного типа, их основные конструктивные решения и характерные особенности. Разобрано строительство оснований и фундаментов по двум принципам.

Ключевые слова: фундамент, вечномёрзлые грунты, вечная мерзлота, подземные конструкции, проектирование, грунт.

Вечная мерзлота является довольно сильным природным образованием из-за наличия в них ледоцементных связей при сохранении отрицательных температур. Однако, когда пористый лед оттаивает, по мере развития зон структурные ледоцементные связи разрушаются в лавине, почва орошается талой водой и в результате термического оседания древних вечных мерзлых почв превращается в сжиженную массу, которая не может обеспечить геологическую стабильность построенных зданий и сооружений. [1] Важность изучения этого вопроса обусловлена тем, что на сегодняшний день научные методы позволяют надежно строить здания и сооружения на многолетних почвах, а также использовать искусственное замораживание почвы при строительстве и добыче полезных ископаемых. [2]

Норд и северо-восток РФ — это на 60% земли, которые присутствуют в состоянии нескончаемой мерзлоты. В следствие этого построение оснований на вечномёрзлом грунте — нештучный вопрос. Строительство домов на этих типах основ настоятельно просит долговременного подготовительного шага до прибора фундамента. [3]

Более сложными шагами постройки в грозных погодных критериях считаются земельные работы и построение оснований. Фундамент — это значимая доля всякого сооружения. От его работы находится в зависимости надежность функционирования всего сооружения. Осадки и просадки оснований ведут к образованию трещинок, отклонению опор от вертикали и в последних случаях к потере стойкости и обрушению опор. Фундаменты обязаны быть крепкими, устойчивыми, нетяжелыми и не материалоемкими, например как залегающие грунты как правило некрепкие. [4] Построение фундамента, способного гарантировать прочность сооружения, считается важным, но недостающим условием. Потому что промерзлые грунты считаются достоверным базой лишь только в том случае, когда присутствуют в расчетных негативных температурах. В следствие этого потребуется поддержание природных температурных режимов грунта, а чем какого-либо другого их снижение. Для сего используется систему мер по управлению температурным режимом. Все события возможно поделить на события строительного и эксплуатационного периодов. Во время постройки на выполнение дел оказывают благоприятное воздействие надлежащие моменты: оттаивание промерзлых грунтов с июня по август этап, присутствие термокарстов, выпадение осадков и вызванные ими паводки, невысокие негативные температуры зимой, основательное сезонное вымерзание грунтов, воспитание наледи. [5]

При строительстве на многолетнемёрзлых грунтах в зависимости от конструктивных и технологических индивидуальностей

домов и сооружений, инженерно-геокриологических критерий и способности целенаправленной конфигурации качеств грунтов причины используется раз из надлежащих основ применения многолетнемёрзлых грунтов в качестве причины сооружений:

– принцип I — многолетнемёрзлые грунты причины применяются в промерзлом состоянии, сохраняемом в процессе постройки и в направлении всего периода эксплуатации сооружения;

– принцип II — многолетнемёрзлые грунты причины применяются в оттаянном или же оттаивающем состоянии (с их подготовительным оттаиванием на расчетную глубину до начала построения сооружения или же с допущением их оттаивания в этап эксплуатации сооружения). [6]

Принцип I идет по стопам использовать, в случае если грунты причины возможно сберечь в промерзлом состоянии при экономически целесообразных расходах на события, обеспечивающие сбережение такового состояния. На участках с твердомерзлыми грунтами, а еще при увеличенной сейсмичности региона идет по стопам брать на себя, как правило, внедрение многолетнемёрзлых грунтов по принципу I. При строительстве на пластично-мерзлых грунтах идет по стопам предугадывать события по снижению температуры грунтов до поставленных расчетом значений, а еще принимать во внимание в расчетах причин пластические деструкции данных грунтов под нагрузкой сообразно указаниям. Принцип II идет по стопам использовать при наличии в основании скальных или же иных малосжимаемых грунтов, деструкция коих при оттаивании не выше максимально разрешенных значений для проектируемого сооружения, при несплошном распространении многолетнемёрзлых грунтов, а еще в тех случаях, когда по техническим и конструктивным особенностям сооружения и инженерно-геокриологическим условиям участка при сохранении промерзлого состояния грунтов причины не гарантируется требуемый уровень надежности постройки. [7]

Выбор принципа применения многолетнемёрзлых грунтов в качестве причины сооружений, а еще методик и средств, важных для обеспечения принятого в плане температурного режима грунтов, идет по стопам изготавливать на основании сравнительных технико-экономических расчетов. [8]

В заточение принципиально констатировать что прецедент, собственно что внедрение передовых способов постройки сооружений на промерзлых грунтах разрешает развивать северные ареалы РФ. Улучшение технологий и внедрение свежей техники стабилизации грунтов во время сезонных оттаиваний удешевляет строительство и увеличивает рентабельность объектов. [9] Принципиально делать независимо работающее ос-

нашение для термостабилизации оттаивающих грунтов, которое не настоятельно просит источников энергии. Вдали не все залежи нужных ископаемых разведаны и не закрыты. Ещё дли-

тельное время светит делать, наращивать и эксплуатировать транспортную сеть с искусственного происхождения сооружениями в грозных северных критериях [10].

Литература:

1. Механика грунтов, основания и фундаменты: учебник/Л. Н. Шутенко, А. Г. Рудь, О. В. Кичаеваидр.; под. ред. Л. Н. Шутенко; Харьков. нац. ун-тгор. хозваим. А. Н. Бекетова. — Харьков: ХНУГХим. А. Н. Бекетова, 2015.— 501 с. [<https://core.ac.uk/download/pdf/33758937.pdf>]
2. А. И. Бедов, В. В. Знаменский, А. И. Габитов Оценка технического состояния, восстановление и усиление оснований и строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений. Часть I. Обследование и оценка технического состояния оснований и А. И. Бедов, В. В. Знаменский, А. И. Габитов Оценка технического состояния, восстановление и усиление оснований и строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений. — Москва: АСВ, 2014.— 704 с. [<https://elima.ru/books/?id=1455>].
3. Макаров А. В., Тяг В. Ю., Журавлев А. В. Особенности строительства фундаментов в вечномёрзлых грунтах // Инженерный вестник Дона.— 2019. [http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_37_makarov_N1.pdf_08149576d5.pdf].
4. СП 25.13330.2012 Основания и фундаменты на вечномёрзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04–88. [<https://docs.cntd.ru/document/1200095519>].
5. Устройство оснований и фундаментов при использовании многолетнемерзлых грунтов по принципу II // Helpiks URL: <https://helpiks.org/4-17075.html> (дата обращения: 21.20.2020).
6. Саввина А. Е. Современные проблемы строительства и жизнеобеспечения: безопасность, качество, энерго- и ресурсосбережение: сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции. — Якутск: СевероВосточный федеральный университет имени М. К. Аммосова, 2014.— 501 с. [https://www.s-vfu.ru/universitet/rukovodstvo-i-struktura/institutu/iti/nr/sbornik_konf/Сборник_Современные%20проблемы%20строительства%20и%20жизнеобеспечения.pdf].
7. Цытович Н.А Основания и фундаменты: Краткий курс / Цытович Н.А, Березанцев В. Г., Далматов М. Ю. — М.: Книга по Требованию, 2012.— 382 с. [<https://dwg.ru/dnl/9998>].
8. Механика грунтов. Основания и фундаменты (в вопросах и от. ветях) [Текст]: учеб. пособие / Г. Г. Болдырев, М. В. Малышев. 4 е изд., перераб. и доп. — Пенза: ПГУАС, 2009.— 412 с. [[https://okhotin-grunt.ru/arhiv2/1%20\(25\).pdf](https://okhotin-grunt.ru/arhiv2/1%20(25).pdf)].
9. Способ укрепления грунтов основания зданий и земляного полотна линейных сооружений на вечномёрзлых грунтах: пат 2537437 Рос. Федерация: МПК E02D 27/35, E02D 17/20. [<https://findpatent.ru/patent/253/2537437.html>].
10. Способ устройства основания в вечномёрзлых грунтах: пат 2034955 Рос. Федерация: МПК E02D 3/12. [<https://www.freepatent.ru/patents/2034955>].

Роботизация ремонта трещин в стяжке

Михайлов Даниил Алексеевич, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В данной статье будет рассмотрен самый прогрессивный метод в ремонте трещин в стяжке, а именно роботизированное инъектирование.

Ключевые слова: деформации, мелкие трещины, крупные трещины, инъектирование, эпоксидные смолы, полиуретановые составы, роботизация.

Robotization of repair of cracks in the screed

Mikhaylov Daniil Alekseevich, student master's degree
Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (St. Petersburg)

This article will consider the most advanced method in repairing cracks in the screed, namely robotic injection.

Keywords: deformations, small cracks, large cracks, injection, epoxy resins, polyurethane compounds, robotization.

Актуальностью данной темы является своевременное устранение дефектов, с меньшими трудозатратами. Ведь от скорости ремонта стяжки зависят сроки сдачи объекта.

Технологии инъецирования бетона разработаны достаточно давно, но стали широко использоваться лишь с появлением расходных материалов с улучшенными характеристиками. Для увеличения эксплуатационного ресурса бетонных конструкций внедряются новые инновационные материалы.

Инъецирование — современный метод восстановления бетонных и полимерных покрытий, позволяющий произвести ремонт без демонтажа конструкции. Данная технология подразумевает закачку под давлением внутрь повреждений специальных составов.



Инъецирование бетона выполняется до полного заполнения поврежденного участка восстановительной смесью. Этот процесс отличается достаточной сложностью. Любое нарушение технологии или излишнее давление может стать причиной образования новых трещин. Заполнение вертикальных пустот производится последовательно снизу вверх, горизонтальных — справа налево. Хаотичность при выполнении работ не допускается. Оборудование отсоединяется только после прекращения процесса полимеризации состава.

Различают несколько материалов для восстановления полов.

1) Составы на основе эпоксидных смол



Материалы данной категории имеют двухкомпонентную основу и обладают улучшенными физическими и химическими свойствами. К их преимуществам относятся низкая вязкость и прекрасная адгезия с бетонной конструкцией. При использовании составов на основе эпоксидных смол восстановление бетонных оснований может производиться без предварительной грунтовки, что существенно ускорит процесс реставрации. Материалы данной категории не стекают с обработанных поверхностей, а после застывания приобретают устойчивость к химическим и механическим воздействиям. Дополнительное преимущество составов — отсутствие в них токсичных компонентов.

2) Полиуретановые составы

Составы на основе полиуретановых смол представлены широким ассортиментом продукции, позволяющей решать самые разнообразные задачи. Так же, как и эпоксидные смеси, они обладают низкой вязкостью, но при этом являются идеальным решением для инъектирования бетона, полимерных и бетонных полов в условиях повышенной влажности.

Полиуретановые материалы делятся на набухающие и вспенивающиеся, и при поступлении большого количества воды могут использоваться параллельно. Характер их действия неодинаков. Вспенивающиеся составы после реакции с водой образуют плотную пену с пористой структурой, а после полимеризации — приобретают необходимую эластичность. Набухающие составы используются для восстановления сухих и влажных покрытий.

ПенеСплитСил (PeneSplitSeal) система двухкомпонентных полиуретановых смол для инъекций в сухие и влажные трещины, включая подвижные, для их долговременной герметизации.

3) Составы на цементной основе

— ВАЙТМИКС. RF mikro. Характеристики: смесь высокомарочного портландцемента и прочих вяжущих с набором добавок без заполнителей. Применяется для заделки глубоких не активных, стабилизировавшихся трещин в железобетонных и кирпичных конструкция шириной раскрытия от 3мм, с применением инъекционного оборудования. Материал предназначен для наружных работ.

— Паколь — инъекционный Б (микроцемент быстротвердеющий для инъекционного заполнения внутренних пустот, сквозных трещин и других дефектов) увеличение несущей способности конструкций и повышается их стойкость к действию внешних атмосферных воздействий. Так же может применяться для остановки активных потоков грунтовых вод и укрепления грунтов;

— Паколь — инъекционный (микроцемент высокопрочный) для заполнения пустот, трещин, инъекционного укрепления грунтов и оснований фундамента, устройства ограждений котлованов, защитных экранов (завес), укрепления грунтов при строительстве подземных сооружений.

— Скрепа «М600 Инъекционная» — специально разработанная сухая смесь, состоящая из запатентованных активных химических добавок и тонкодисперсного портландцемента. Предназначена для заполнения швов, трещин, зазоров, пустот и полостей, размер которых превышает 0,4 мм. Инъецирование щелей между строительными элементами происходит с помощью растворонасоса. Смесь также можно применять для укрепления грунт

Перед началом восстановительных работ специалисты выполняют тщательное исследование бетонного покрытия, характера и площади повреждения. Это позволяет не только правильно подобрать материал, но и выявить причину образования трещин и внутренних пустот. После этого производится заделка трещин с использованием быстросхватывающегося раствора. Для инъектирования бетона используется специальное оборудование.

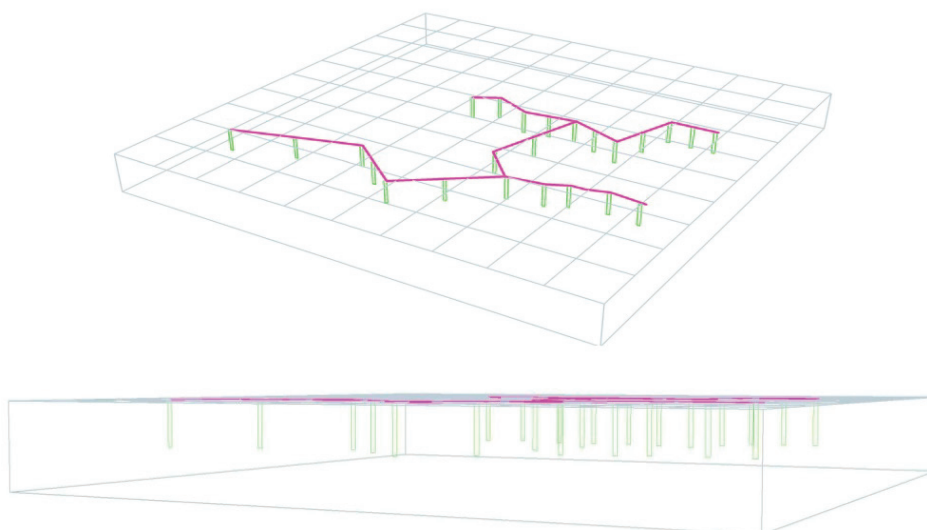
Чтобы ускорить данные работы и минимизировать трудозатраты, предлагаю внедрить роботизацию производственных процессов. Она заключается в том, что благодаря современным технологиям, может быть создан робот, который сканирует плоскость пола и выявляет дефекты.



Далее создается план, где видны повреждения.



Затем создается матрица, где автоматически предлагается расставить паркеры, также имеется возможность их переставить в модели.



В дальнейшем подбираются подходящие составы, и восстанавливается стяжка.

Заключение

Таким образом, можно сделать вывод, что инъектирование является самым прогрессивным методом. Полимерные составы заполняют даже микроскопические полости в бетоне, заполняя появившиеся дефекты. Это помогает предотвратить дальнейшее разрушение конструкции, вернуть ей прочность. Так же главными преимуществами инъектирования является:

- 1) Технология выполнения работы не требует больших трудозатрат
- 2) Полимерные составы можно использовать круглый год
- 3) Герметизация и гидроизоляция выполняются практически моментально

А роботизированное инъектирование помогает ускорить все эти процессы и уменьшить трудозатраты.

Литература:

1. Попов К. Н. Современные материалы для устройства полов. // Строительные материалы.— 2000 г.— № 3. — С. 2–4.СП 16.13330.2017 Стальные конструкции;

2. Шестопалов А. А. Технологии устройства бетонных полов. // Строительство. Новые технологии. Новое оборудование.— 2007 г.— № 10. — С. 37–41.
3. Зарубина Л. П. Современные методы в технологии отделочных работ. Устройство полов. // Методические материалы. — СПб. — ЦИПК — 1990 г.
4. Виды стяжек для покрытий полов жилых и общественных зданий Назыров Р. Р. В сборнике: современные технологии в мировом научном пространстве. сборник статей Международной научно-практической конференции: в 6 ч. 2017. С. 131–132.
5. Акмолаев К. А. и др. Самонивелирующиеся наливные смеси на основе гипсоцементно-пуццоланового вяжущего. // Строительные материалы.— 2002 г.— № 5. — С. 23.
6. Дмитрук О. Б. и др. Технология изготовления самонивелирующихся стяжек под полы. // Механизация строительства.— 1992 г.— № 3. — С. 13–18.
7. Устройство полов на основе гипсовых вяжущих. // Промышленно-строительное обозрение.— 2006 г.— № 8. — С. 74.

Моделирование железобетонной балки, усиленной ФАП-ламинатом, в программном комплексе Abaqus

Неберова Дарья Руслановна, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Для изучения процесса трещинообразования в балках с помощью численного моделирования нужно иметь модель, которая бы корректно отражала работу конструкции под нагрузкой. Таки образом, была поставлена задача по созданию такой модели.

В статье приводится описание процесса моделирования железобетонной балки, усиленной внешним ФАП-армированием в программе Abaqus. Для оценки корректности работы модели, сопоставляется характер распределения трещин с балкой, испытанной в лабораторных условиях. Сравнивается картина трещинообразования в балке с внешним армированием и без него.

Ключевые слова: моделирование, Abaqus, ФАП-ламинат, железобетонная балка, трещинообразование.

Введение

Применение фиброармированных полимеров (далее — ФАП) для усиления железобетонных конструкций находит широкое применение в строительстве. Это связано с их превосходными свойствами, такими как легкий вес, высокая прочность на растяжение и коррозионная стойкость. При этом, использование системы внешнего армирования, подразумевает под собой и более сложный характер работы под нагрузкой в целом всей конструкции.

Возможны различные сценарии разрушения усиленных балок: в результате разрыва ФАП, разрушения бетона, отслоение ламината у его концов от развития наклонных трещин и последующего дробления бетона в уровне защитного слоя, отслоение ламината в середине пролета от развития нормальной трещины и прочие [1]. Понять причины, по которым разрушение пошло по тому или иному сценарию, определить факторы, которые в большей или в меньшей степени повлияли на это — вот, что поможет спроектировать конструкцию, которая будет работать максимально эффективно.

Одним из главных путей к получению информации, позволяющей достичь вышесказанного, является проведение экспериментов, в том числе и численных с применением программ, таких как ABAQUS — многоцелевого конечно-элементного комплекса для инженерного анализа.

В данной работе ставится цель создать достаточно простую рабочую модель, которая бы позволяла проследить процесс развития трещин в балках с внешним армированием ФАП-ламинатом.

Расчетная схема балки

Для того, что можно было оценить корректность результатов численного исследования, моделируется балка, ранее испытываемая в лабораторных условиях [1]. Расчетная схема балки приведена на (рис. 1).

Механические свойства материалов, которые применялись в исследовании [1] представлены в табл. 1.

Прочие свойства, необходимые для численного моделирования балки, подбирались из литературных источников, а также, если определить их не представлялось возможным, принимались как средние для данных материалов. Далее будут представлены все свойства, заложенные в модели.

Для упрощения создания геометрии численной модели, фактические параметры балки, заносимые в программный комплекс, представлены ниже (рис. 2).

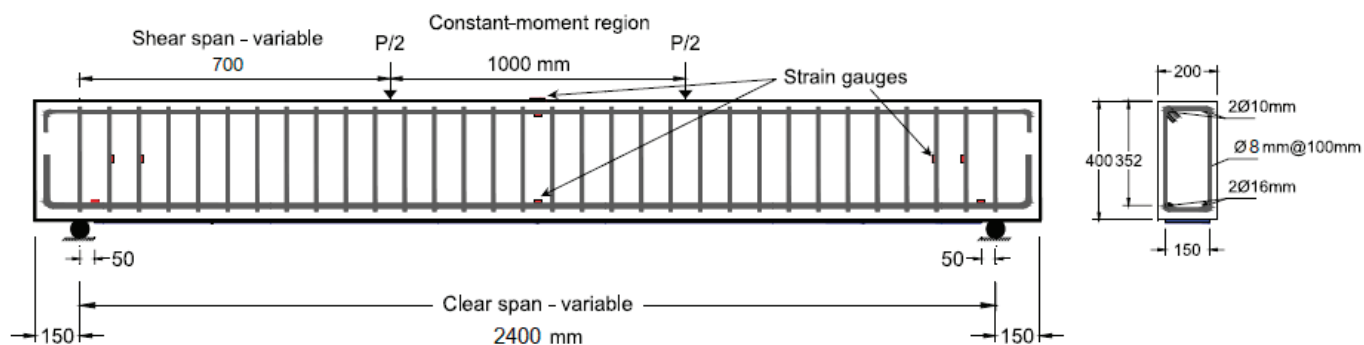


Рис. 1. Расчетная схема балки, испытываемой в [1]

Таблица 1. Механические свойства материалов из исследования [1]

Материал	Предел текучести, МПа	Предельное растягивающее напряжение, МПа	Модуль упругости, ГПа
Сталь (16 мм)	560	707	205
Сталь (10 мм)	500	574	200
Сталь (8 мм)	400	586	200
CFRP ламинат	-	986	95,8

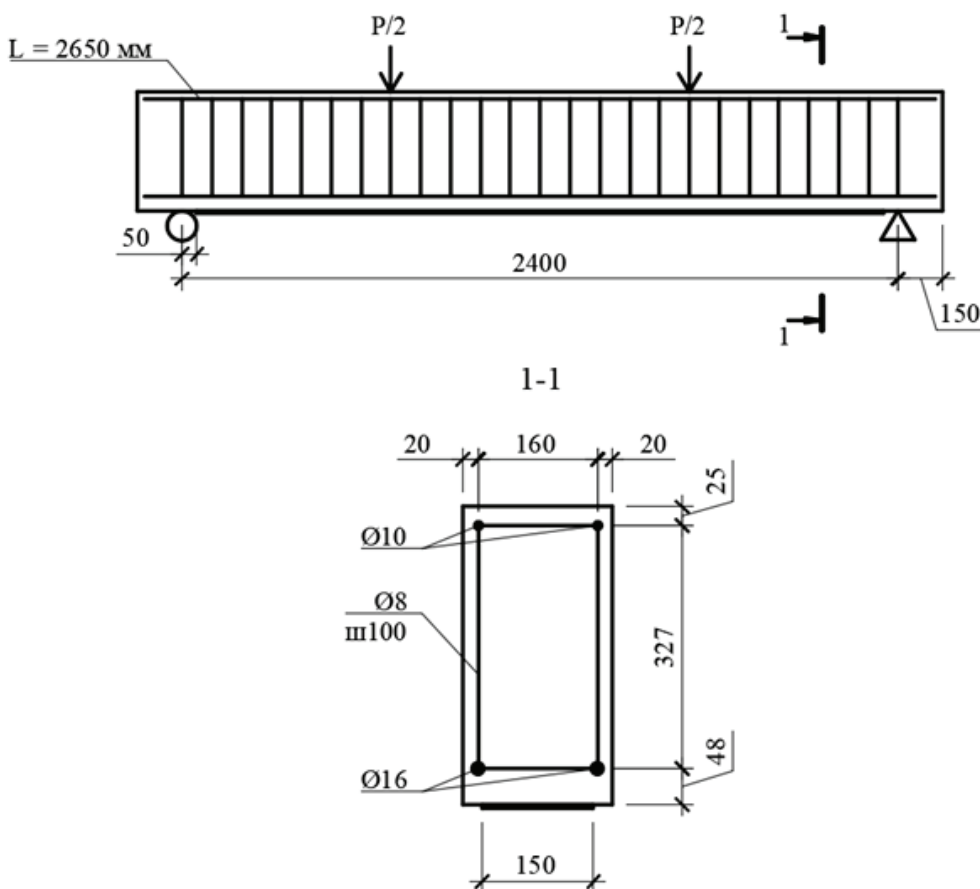


Рис. 2. Расчетная схема балки, разрез 1–1

Параметры защитного слоя приняты согласно [2], кроме толщины в растянутой зоне, она принята по схеме из эксперимента [1] (см. рис. 1). Длина продольной арматуры принята исходя из необходимой величины защитного слоя бетона согласно п. 3.92 [2].

Моделирование балки

В программном комплексе были созданы две модели балки: C2.0 — балка без внешнего армирования, S2.0 — балка, армированная ФАП ламинатом.

Моделирование начинается с создания геометрии (модуль «Part», кнопка «Create part»). Были созданы следующие объекты (табл. 2):

Таблица 2. Геометрические параметры элементов модели

Наименование элемента	Принятые имена	Тип тела	Размеры
Бетонная балка	Beam	deformable, solid	200x400x2700 (мм)
Стержень продольной арматуры, диаметром 10 мм	bar_10	deformable, wire	L = 2650 мм A = 78,5 мм ²
Стержень продольной арматуры, диаметром 16 мм	bar_16	deformable, wire	L = 2650 мм A = 201,1 мм ²
Хомут	stirrup	deformable, wire	160x327 (мм) A = 201,1 мм ²
Элемент передачи нагрузки/ опорный элемент	plate	deformable, solid	50x10x200 (мм)
ФАП ламинат	FRP	deformable, shell	150x1x2300 (мм)

Следующим этапом задаются свойства материалов (create property) в модули «Property». Необходимо задать объемный вес (General — Density), модули упругости (и сдвига для ФАП) и коэффициенты Пуассона (Mechanical — Elasticity) (табл. 3).

Таблица 3. Свойства материалов

Материал	Свойства			
	Density	Elastic	Plastic	
Сталь для арматуры	7,8x10 ⁻⁵ Н/мм ³	E = 200000 МПа ν = 0,3	Yield Stress (МПа)	
			560	Plastic Strain
			707	0,0222
Сталь для опорных элементов	7,8x10 ⁻⁵ Н/мм ³	E = 200000 МПа ν = 0,3	-	
ФАП	1,56x10 ⁻⁵ Н/мм ³	E1 = 95800 МПа E2 = 10000 МПа N = 0.25 G12 = 5000 МПа G13 = 5000 МПа G23 = 5000 МПа	-	
Бетон	2,5x10 ⁻⁵ Н/мм ³	E = 26600 МПа ν = 0,2	-	

Для того, чтобы получить картину трещинообразования бетона, необходимо вести критерии разрушения материала (Mechanical — Plasticity — Concrete Damaged Plasticity). Параметры бетона были приняты из [3] и представлены ниже в таблице 4.

Таблица 4. Свойства бетона

Material's parameters		Plasticity parameters	
		Dilation angle	31
Concrete Elasticity		Eccentricity	0.1
E (GPa)	26.6	fb0/fc0	1.16
	0.2	K	0.67
		Viscosity parameter	0
Concrete compressive behavior		Concrete compression damage	

Таблица 4 (продолжение)

Material's parameters		Plasticity parameters	
		Dilation angle	31
Yield stress (MPa)	Inelastic strain	Damage parameter C	Inelastic strain
15.3	0	0	0
19.2	4.8249E-05	0	4.8249E-05
22.5	0.000119844	0	0.000119844
25.2	0.000214786	0	0.000214786
27.3	0.000333074	0	0.000333074
28.8	0.000474708	0	0.000474708
29.7	0.000639689	0	0.000639689
30	0.000828016	0	0.000828016
29.7	0.001039689	0.01	0.001039689
28.8	0.001274708	0.04	0.001274708
27.3	0.001533074	0.09	0.001533074
25.2	0.001814786	0.16	0.001814786
22.5	0.002119844	0.25	0.002119844
19.2	0.002448249	0.36	0.002448249
15.3	0.0028	0.49	0.0028
10.8	0.003175097	0.64	0.003175097
5.7	0.003573541	0.81	0.003573541
Concrete tensile behavior		Concrete tension damage	
Yield stress (MPa)	Cracking strain	Damage parameter T	Cracking strain
3	0	0	0
0.03	0.001167315	0.99	0.001167315

Затем, в том же модуле, создаются сечения и присваиваются соответствующим элементам. Для листа ФАП задается составная структура функцией «Create Composite Layer». Задаем количество слоев — 4. Region — указываем элемент FRP (выделяем соответствующий элемент в области модели), толщину слоев назначаем 0,25 мм, назначаем углы 0, 45, -45, 90.

В модули «Assembly» производим сборку элементов модели. Функцией «Create Instance» добавляем элементы. Используем «Linear Pattern», «Translate Instance», «Rotate Instance», чтобы множить, перемещать и поворачивать элементы. Собранный модель представлена на рис. 3.

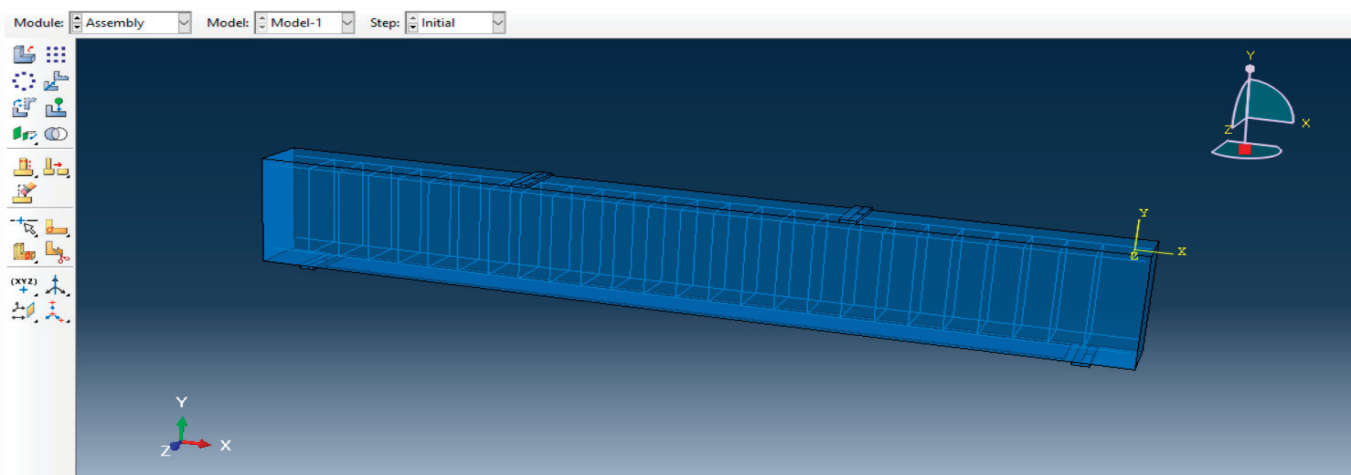


Рис. 3. Балка S2.0 в модуле Assembly

В модуле Step настраиваем процедуру расчета. Создаем новый шаг расчета (Create Step). Был выбран явный динамический анализ Dynamic, Explicit.

К выходным данным добавлены переменные *damaget* (разрушение по растянутым волокнам) / *demages* (разрушения по сжатым волокнам) (Field Output Manager — Edit — Failure/Fracture).

Модуль *Interaction* предназначен для задания взаимодействий между телами. Связь между бетоном и арматурой задавалась как *embedded region*. Тип взаимодействия между Бетон — ФАП — *tie*. Между бетоном и стальными брусками в нормальном направлении задана жесткая связь, в продольном направлении задан коэффициент жесткости 0,35.

В модуле «*Load*» были заданы условия опирания, нагрузка задана распределенной по поверхности стальных брусков и равна 12,3 МПа.

Каждый элемент модели в отдельности разбивался на сетку конечных элементов (модуль «*Mesh*»). Балка и стальные бруски имеют тип конечного элемента *C3D8R*, арматурные стержни — *T3D2*, ФАП ламинат — *S4R*.

Результаты расчета

На рис. 4 представлена фотография балки после натурного испытания [1]. На рис. 5 представлено разрушение по растянутому бетону балки, замоделированной в программном комплексе.



Рис. 4. Балка C2.0 при натурном испытании

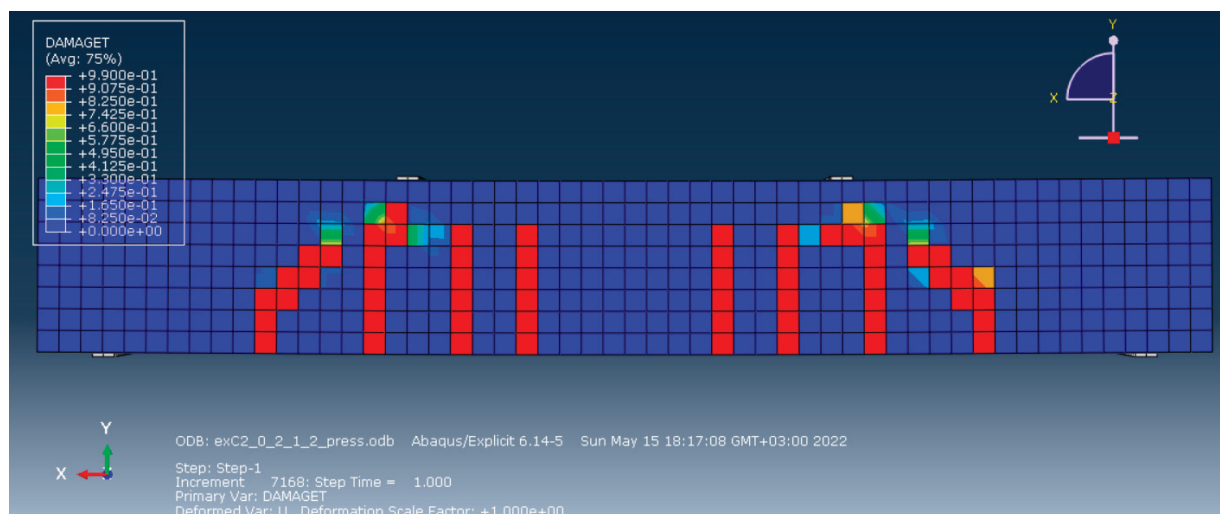


Рис. 5. Балка C2.0 в Abaqus

Характер распространения трещин схож. Имеются как нормальные, так и наклонные трещины, развитые по высоте сечения.

На рис. 6 представлена балка с усилением.

Характер распространения нормальных и наклонных трещин аналогичен, однако у растянутой грани балки наблюдается растрескивание бетона, что еще более наглядно можно увидеть на рис. 7.

Выводы

Полученная в результате моделирования железобетонной балки в программном комплексе Abaqus картина трещинообразования согласуется с результатами лабораторных испытаний. Учитывая тот факт, что большое количество параметров материалов были приняты самостоятельно, сходимость можно считать вполне удовлетворительной.

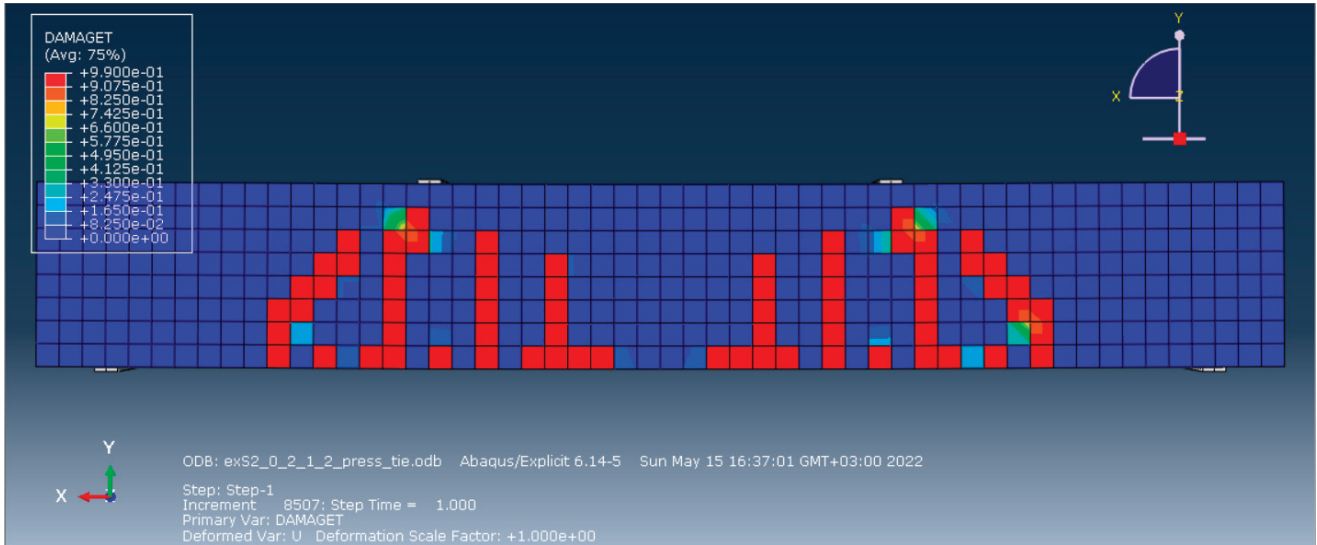
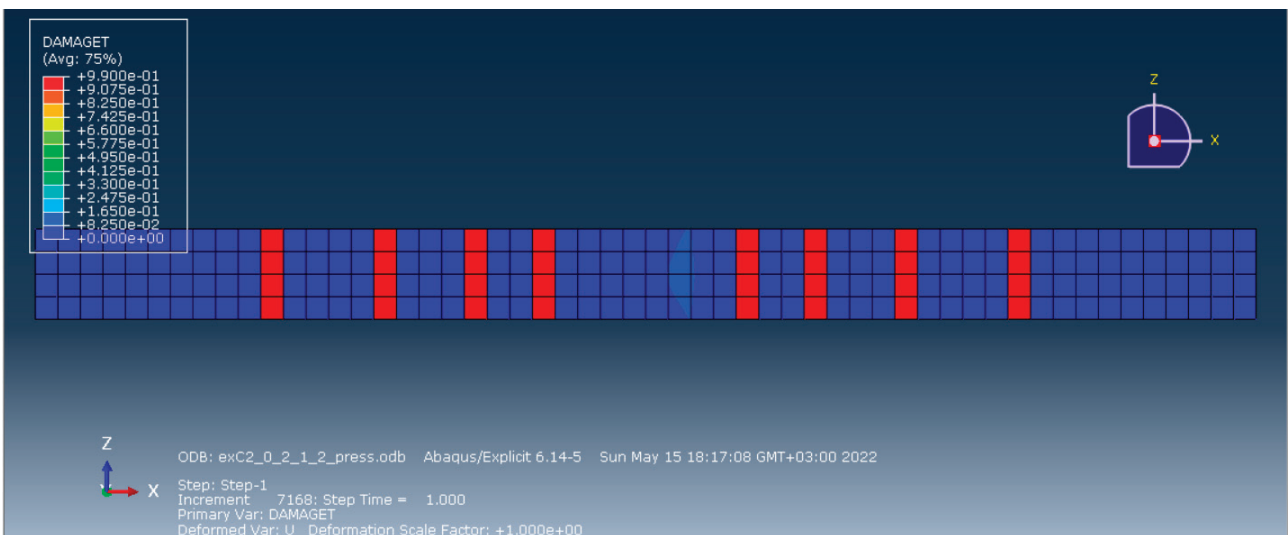


Рис. 6. Балка S2.0 в Abaqus

а)



б)

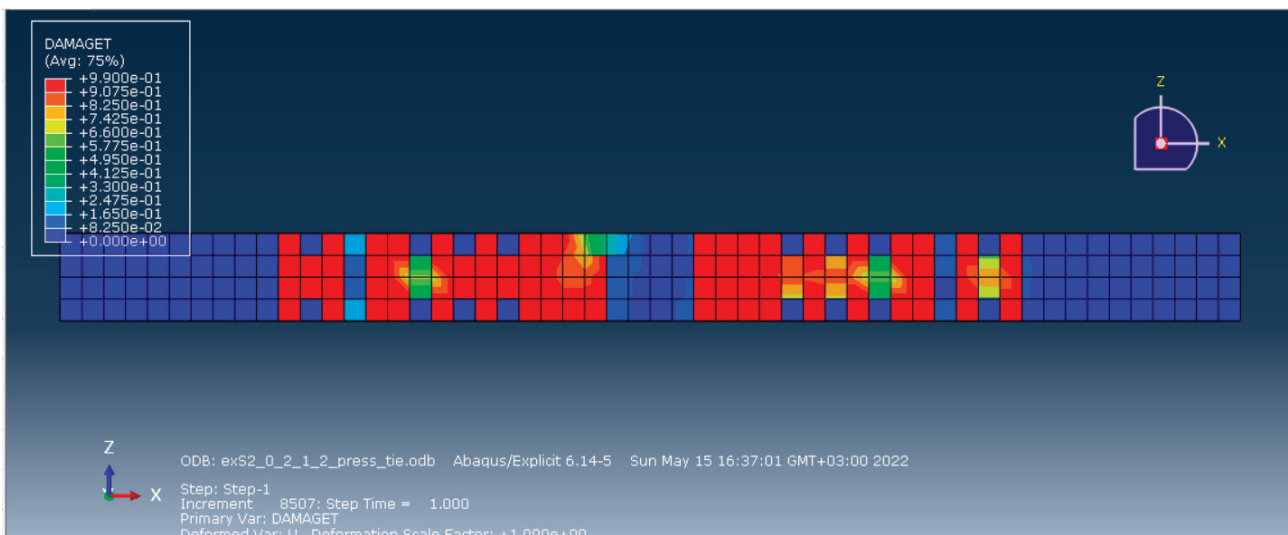


Рис. 7. Нижняя грань балки а) C2.0 и б) S2.0

Трещины в балке с усилением развились аналогично, что и в балке без усиления, кроме зоны вблизи растянутой грани бетона, где наблюдается большее дробление. Что, впрочем, можно объяснить обжатием бетона ФАП ламинатом.

Литература:

1. Al-Saawani, M. A. Effect of shear-span/depth ratio on debonding failures of FRP-strengthened RC beams / M. A. Al-Saawani, A. K. El-Sayed, A. I. Al-Negheimish. — Текст: непосредственный // Journal of Building Engineering.— 2020.— № 32.
2. Руководство по конструированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона (без предварительного напряжения) МОСКВА СТРОЙИЗДАТ 1978. — Текст: электронный // files.stroyinf.ru: [сайт]. — URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293855/4293855202.htm> (дата обращения: 16.05.2022).
3. Simplified Damage Plasticity Model for Concrete / M. Hafezolghorani, F. Hejazi, R. Vaghei, M. Jaafar. — Текст: непосредственный // Structural Engineering International.— 2017.— № 1. — С. 68–78.

Концепция развития трамвайной сети г. Астрахани

Нехорошков Илья Васильевич, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Городской общественный транспорт — важная составляющая часть городской инфраструктуры, обеспечивающая транспортную доступность и связность всех функциональных зон поселений и удовлетворяющая потребности населения в мобильности. Значительную часть пассажироперевозок в городах обеспечивает трамвай. В Российской Федерации трамвайный транспорт присутствует в 64 городах, и более 35% жителей России используют для перемещения трамвайные сети [2].

В течение последних лет в связи с существенным сокращением государственной поддержки в ряде регионов страны роль трамвайного транспорта снижается. За 25 лет в России перестали функционировать трамвайные пути во многих городах: в Воронеже, Иваново, Архангельске, Грозном, Дзержинске. В этом же ряду находится Астрахань, в которой в 2007 году было полностью прекращено движение трамвайного транспорта. Целью исследования является анализ влияния ликвидации трамвайного сообщения в Астрахани на **функционирование сети общественного транспорта**.

В истории развития трамвайного транспорта Астрахани можно выделить четыре этапа.

1 этап — Строительство (1900–1908). 24 июня 1900 года было закончено строительство первых трамвайных линий. Трамвайный маршрут огибал кремль с восточной и южной сторон: двигаясь в сторону Варвациевского канала, выходил на Александровский бульвар (ныне площадь Ленина), поворачивал у Крымской башни и шел в обратном направлении.

2 этап — Развитие (1908–1950). К 1908 году были проведены дополнительные трамвайные линии от Элинга до реки Царев, и от Больших Исад до Старого Кладбища. В последующие годы в связи с постройкой железной дороги Саратов-Астрахань были построены линии к железнодорожному вокзалу. К 1916 году подвижной состав насчитывал 45 моторных и 21 прицепной вагон.

3 этап — Реконструкция (1950–1991). На основе существующей схемы трамвайных путей в 50-х годах была произведена

капитальная реконструкция, был произведен ремонт старых и прокладывание новых линий. Из-за роста города кольцевая линия вокруг кремля потеряла актуальность, с части кольца (нынешняя ул. Ленина) была демонтирована, трамвай стал ходить по границам центра.

4 этап — Ликвидация (1991–2007). В связи с дефицитом бюджетных средств города, было принято решение о ликвидации трамвайных линий всего города. Полагалось, что основную задачу пассажироперевозок будет на себя брать троллейбус.

За период 2007–2022 гг. доля коммерческого общественного транспорта увеличилась, при этом доля муниципального транспорта снизилась. Коммерциализация общественного транспорта и отсутствие регулирования формирования маршрутной сети со стороны муниципальной власти снизила транспортную доступность ряда жилых районов, а именно: Трусовского, Советского и Ленинского. При этом маршрутные коммерческие такси используют только выгодные с точки зрения прибыли маршруты, при этом жители удаленных районов ощущают нехватку доступного общественного транспорта.

Ретроспективный анализ развития трамвайного транспорта в Астрахани показал, что в советский период трамвайные пути помимо центральной части города развивались с учётом фактора расположения промышленных предприятий и жилых массивов. Трамвайные линии соединяли между собой как жилые районы города, так и важные промышленные предприятия Завод им. Кирова (м-№ 3), Станкозавод, Холодильники Рыбокомбината (м-№ 3), Трикотажная фабрика, мясокомбинат (м-№ 4), завод им. Сталина и др. (Рис. 1)

В связи с прекращением работы ряда предприятий в 90-х пассажиропоток на этих направлениях резко снизился. В начале 2000-х в связи возросшим количеством индивидуального транспорта, движением трамвае по ул. Свердлова (р-н Больших Исад) значительно затруднило движение трамвайного транспорта.

Администрация города Астрахани выдвигала ряд инициатив по вопросам сохранения трамвайного транспорта: про-



Рис. 1. Схема трамвайной сети на 2007 г.

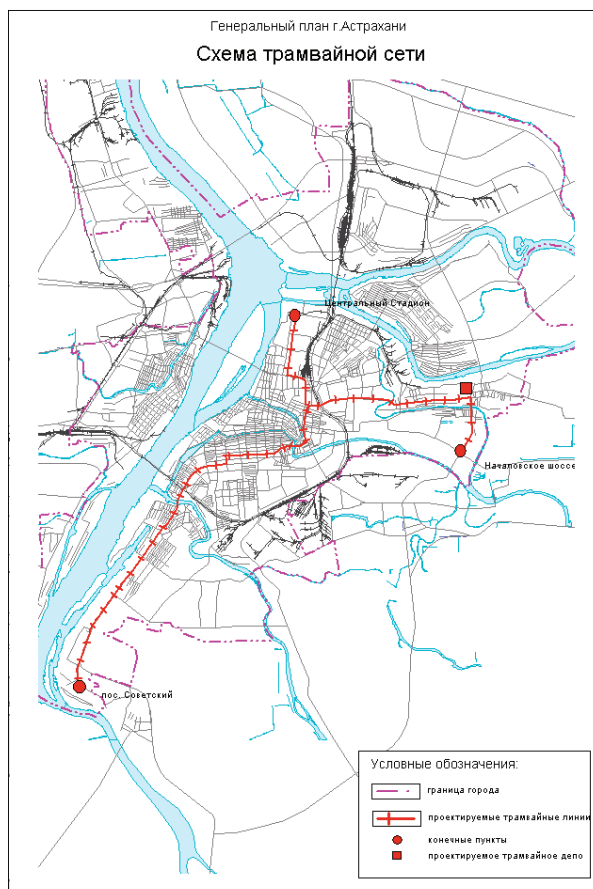


Рис. 2. Схема планируемой трамвайной сети по Генеральному плану 2025 ред. 2007 г.

ектное предложение нашло отражение в генеральном плане города от 2007 г. [1]. Проектом предлагалось оставить трамвайные линии, соединяющие пос. Советский, Аэропорт Наримановский и Астраханский железнодорожный вокзал, и небольшие участки Ленинского района. Также предполагалось перенести трамвайно-троллейбусный парк в район Судверфи им. Кирова, где в то время было расположено разворотное кольцо маршрута № 3. (см. рис 2)

Проводя анализ предложенной схемы, можно сделать вывод, так как Астрахань представляет собой разрозненную городскую агломерацию, предложенной инициативы астраханской Городской Думы было недостаточно, трамвайная сеть охватывала только центральные районы города, при этом не проводя пассажироперевозок с периферии города. Тем самым трамвай бы не пользовался бы большим спросом у горожан, и тенденция спроса снова бы переходила к маршрутному такси.

На данный момент в актуальной редакции генерального плана города Астрахани трамвайные линии были полностью исключены. С 2008 по 2017 года были демонтированы все линии трамвайных путей

Трамвай исторически сформирован как один из основных видов транспорта, который хорошо подходит как главный вид общественного транспорта для города с населением 524 тыс. чел, а его ликвидация негативно сказывается на транспортной сети города.

В графическом виде были сформированы предложения по развитию трамвайной сети (Рис. 3)

Концепцией строится на стратегии приоритета доступности жилых и общественных районов, для решения указанных проблем целесообразным является восстановление исторических трамвайных линий на отдельных участках улично-дорожной сети, и формирование новых линий для создания единого транспортного каркаса города, где основная нагрузка пассажиропотока приходится на трамвай.

Предлагается соединить трамвайными линиями периферийные районы с низкой или средней плотностью населения, расположенные далеко от центра города. Регулярное трамвайное сообщение сможет взять нагрузку пассажироперевозок и увеличить долю городского общественного транспорта. Формирование новых связей через железную дорогу, а так прокладывание линий через густонаселенные районы города должно решить проблему маятникового движения, система скоростного трамвая заставит горожан отказываться от личного транспорта в пользу общественного.

Заключение

На основе ретроспективного анализа формирования и развития транспортной сети города Астрахань и анализа действующей проектной документации по градостроительному пла-



Рис. 3. Концептуальное развитие трамвайной сети

нированию, сформулированы предложения по корректировке сети трамвайного движения города с учетом сложившейся функционально-планировочной структуры территории. Пред-

ставленные концептуальные предложения могут послужить основой для дальнейшей их проработки в документах территориального планирования города.

Литература:

1. Решение Городской Думы муниципального образования от 19.07.2007 № 82 «Об утверждении Генерального плана развития города Астрахани до 2025 года»
2. Институт проблем естественных монополий (ИПЕМ)-Техника железных дорог, № 1 (29) февраль 2015
3. © 2009–2018 Астраханское информбюро
4. ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова» (МГТУ), 455000, г. Магнитогорск, пр-т Ленина, 38, кафедра «Архитектурно-строительное проектирование» — Транспорт и градостроительство: системный подход Колкатаева Наталья Александровна; Карась Данила Евгеньевич

Анализ требований нормативной документации для проведения мониторинга деформаций при строительстве зданий и сооружений

Никитчин Андрей Андреевич, кандидат технических наук, доцент;

Кадукова Мария Ильинична, студент магистратуры

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (г. Санкт-Петербург)

При возведении зданий и сооружений неизбежно возникают деформации, для обеспечения безопасности и контроля процессов, необходимо выполнять мониторинг деформаций.

Мониторинг деформаций — это систематическое или периодическое наблюдение за деформационно-напряжённым состоянием конструкций, или деформациями зданий (или сооружений) в целом, за состоянием грунтов, оснований и подземных вод в зоне строительства, своевременная фиксация и оценка отступлений от проекта, требований нормативных документов, сопоставление результатов прогноза взаимного влияния объекта и окружающей среды с результатами наблюдений с целью оперативного предупреждения или устранения выявленных негативных явлений и процессов [1].

Необходимость проведения наблюдений за перемещениями и деформациями возводимых зданий и сооружений возникает не только в целях совершенствования проектных решений, но и в целях определения количественных величин перемещений частей зданий в процессе их строительства с целью учета этих величин при выполнении разбивочных работ для смежных частей зданий, для монтажа конструкций и оборудования, а также для оценки в целом эксплуатационных свойств возведенных зданий. Кроме того, проведение мониторинга во время строительных работ требуется для обеспечения безопасности рабочим.

Рассмотрим некоторые виды объектов капитального строительства:

1. Аэродромы;
2. Подземные объекты;
3. Здания и сооружения;
4. Гидротехнические сооружения;
5. АЭС.

Вышеперечисленные виды капитального строительства имеют, свою особенность и регламентируется нормативными

документами, поэтому требования к видам, составу, методам и точности проведения работ по мониторингу на всех видах объектов различается.

Рассмотрим требования нормативной документации по геотехническому мониторингу для строительства зданий и сооружений. Геотехническим мониторингом называют комплекс работ, основанный на натуральных наблюдениях за поведением конструкций вновь возводимого или реконструируемого сооружения, его основания, в том числе грунтового массива, окружающего (вмещающего) сооружение, и конструкций сооружений окружающей застройки [1].

Целью геотехнического мониторинга является обеспечение безопасности строительства и эксплуатационной надежности объектов нового строительства или реконструкции и сооружений окружающей застройки за счет своевременного выявления изменения контролируемых параметров конструкций и грунтов оснований, которые могут привести к переходу объектов в ограниченно работоспособное или аварийное состояние [1].

При проведении геотехнического мониторинга решаются следующие задачи [2]:

1. Систематическая фиксация изменений контролируемых параметров конструкций сооружений и геологической среды;
2. Своевременное выявление отклонений контролируемых параметров (в том числе их изменений, нарушающих ожидаемые тенденции) конструкций строящегося (реконструируемого) объекта и его основания от заданных проектных значений, параметров грунтового массива и окружающей застройки;
3. Анализ степени опасности выявленных отклонений контролируемых параметров и установление причин их возникновения;
4. Разработка мероприятий, предупреждающих и устраняющих выявленные негативные процессы или причины, которыми они обусловлены.

При выполнении геотехнического мониторинга применяются следующие методы (*) [2]:

1. Визуально-инструментальные (наблюдения за уровнем подземных вод, состоянием конструкций, в том числе поврежденных, с фиксацией дефектов маяками или аналогичными устройствами, фотофиксация и др.);

2. Геодезические (фиксация перемещений марок и др.) с применением нивелиров, теодолитов, тахеометров, сканеров (в том числе оптических, электронных, лазерных и др.) и навигационных спутниковых систем;

3. Параметрические (фиксация напряжений в основании под подошвой фундамента, под пятой сваи, в несущих конструкциях и др.) с применением комплекса датчиков напряжений и деформации (в том числе струнных, тензометрических, оптиковолоконных, инклинометрических и др.);

4. Виброметрические (измерение кинематических параметров колебаний: виброперемещений, виброскоростей, виброускорений);

5. Геофизические (электромагнитные, сейсмические и др.).

Геодезические методы проведения мониторинга, являются доминирующими методами в комплексе геотехнического мониторинга. Геодезический мониторинг деформаций зданий и сооружений — это систематический контроль на основе гео-

дезических измерений состояния строительных конструкций, зданий и сооружений с целью оперативного предупреждения или устранения выявленных негативных явлений и процессов [3]. Целью геодезического мониторинга является своевременное выявление критических величин деформаций, установление причин их возникновения, составление прогнозов развития, выработка и принятие мер для устранения нежелательных процессов. Мониторинг деформаций возводимых зданий и конструкций является составной частью инструментального контроля точности и проводится геодезическими методами, инструментами и приборами в период возведения зданий и сооружений [4].

При ведении мониторинга геодезическими методами измеряются (отдельно или совместно) следующие параметры:

1. Вертикальные перемещения (осадки, вертикальные сдвиги, просадки, подъемы, прогибы и т. п.);
2. Горизонтальные перемещения (сдвиги);
3. Наклоны (крены).

При проведении геотехнического мониторинга с применением геодезических методов следует соблюдать требования ГОСТ 24846–2019. [5]

Класс точности измерений вертикальных и горизонтальных перемещений допускается устанавливать (таблица 1) [5]:

Таблица 1

Класс точности измерений	Допускается погрешность измерения перемещений, мм.	
	вертикальных	горизонтальных
I	1	2
II	2	5
III	5	10
IV	10	15

1. I — для зданий и сооружений: исторической застройки, аварийных, технически сложных, в отдельных случаях — уникальных, длительное время (более 50 лет) находящихся в эксплуатации, возводимых на скальных и полускальных грунтах;

2. II — в остальных случаях для зданий и сооружений;

3. III, IV — для земляных сооружений.

Проанализировав, объемы, сроки, периодичность и методы, в нормативных документах СП 22.13330.2011 и ТСН 50–302–2004 выявились некоторые различия в периодичности проведения работ, которые рассмотрены в таблицах 2 [2] и 3 [7]:

Таблица 2

Объемы, сроки, периодичность и методы	Геотехнический мониторинг			
	Вновь возводимых (реконструируемых) сооружений			Сооружения окружающей застройки
	оснований, фундаментов, конструкций	ограждающих конструкций котлована	массива грунта, окружающего сооружение	
Сроки выполнения работ	С начала строительства и не менее одного года после его завершения	С начала экскавации грунта в котловане и до завершения возведения подземной части сооружения	До начала строительства и не менее одного года после его завершения	До начала строительства и не менее одного года после его завершения
Периодичность фиксации контролируемых параметров	После возведения каждого 3–5 этажа, но не реже одного раза в месяц	Не реже двух раз в месяц	Не реже одного раза в месяц на этапе устройства подземной части сооружения	Не реже одного раза в месяц
Методы	Принимаются в зависимости от объема контролируемых параметров в соответствии с требованиями *			

Таблица 3

Наименование видов работ по мониторингу	Периодичность		
	В процессе ведения работ нулевого цикла	В процессе строительства надземных конструкций	В процессе эксплуатации
Визуальный контроль технического состояния конструкций соседней застройки; контроль состояния маяков и датчиков на трещинах	Не реже одного раза в месяц	Не реже одного раза в месяц	Не реже одного раза в квартал в течение первого года эксплуатации, далее не реже одного раза в год
Геодезические измерения деформаций сохраняемых конструкций и соседней застройки (осадок, кренов, горизонтальных смещений)	Не реже одного раза в неделю	Не реже одного раза в две недели	Не реже одного раза в месяц в течение первого года эксплуатации, далее — не одного раза в квартал
Контроль параметров колебаний грунта и окружающей застройки	Весь период производства работ		—
Фиксация уровня грунтовых вод по пьезометрам	Не реже одного раза в неделю	—	—
Контроль, за соблюдением технологического регламента работ нулевого цикла	Весь период производства работ	—	—
Геологический контроль забоя скважин при устройстве буровых свай	Весь период изготовления свай	—	—
Технический контроль, за состоянием возведенных конструкций нулевого цикла	Весь период ведения работ	—	—

Анализ нормативной документации показал, что требования к периодичности измерений различаются. В ТСН 50–302–2004 Санкт-Петербург, периодичность прописана для каждого вида и этапа работ. Главным отличием является то, что в Санкт-Петербурге геотехнический мониторинг зданий и сооружений в процессе ведения работ нулевого цикла нужно проводить каждую неделю, то есть чаще, чем в других регионах России.

Вывод: В статье рассмотрено понятие геотехнический мониторинга зданий и его состав работ. Главная цель геотехнического мониторинга обеспечение безопасности строительства и эксплуатационной надежности объектов.

Наиболее распространённые методы проведения геотехнического мониторинга является — геодезические. В его основу заложен систематический контроль на основе геодезических измерений состояния строительных конструкций, зданий и сооружений с целью оперативного предупреждения или устранения выявленных негативных явлений и процессов.

Также следует отметить, что в процессе анализа нормативной документации по геодезическому методу геотехнического мониторинга, выявлены несоответствие в нормативных документах, которые представлены выше по тексту в таблицах 2 и 3.

Литература:

1. Г35 Геотехнический мониторинг оснований и фундаментов зданий и сооружений. Учебно-методическое пособие к выполнению практических занятий, КР, КП студентами очной формы обучения для направлений подготовки 08.04.01 «Строительство» и 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» /Сост. Д. Д. Сабирзянов. — Казань: Изд-во Казанск. Гос. архит. -строит.ун-та, 2014.— 45 с.;
2. СП 22.13330.2011 (актуализированная редакция СНиП 2.02.01–83*) Основания зданий и сооружений. Минрегион России. М.2010 г.;
3. СТО НОСТРОЙ 2.1.198–2016;
4. СП 126.13330.2017 Геодезические работы в строительстве;
5. ГОСТ 24846–2019 Грунты;
6. СП 126.13330.2017 Геодезические работы в строительстве;
7. ТСН 50–302–2004 проектирование фундаментов СПб.

Возможность применения взрывоустойчивого каркаса промышленного здания из металлических панелей

Федорова Мария Алексеевна, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье предложен метод увеличения вариаций конструктивных решений зданий и сооружений, подверженных внешнему взрыву и располагающихся в местах со сложной транспортной логистикой. Рассмотрен вариант металлического каркаса из панелей, способных воспринимать постоянные, технологические, атмосферные, а также особые взрывные нагрузки.

Ключевые слова: взрывное воздействие, особые воздействия, взрывозащитные конструкции, металлический каркас, промышленное строительство.

При необходимости проектирования зданий с большими динамическими нагрузками, в том числе особыми взрывными и сейсмическими, предпочтение, по многим параметрам, отдается монолитным конструкциям из железобетона.

Существуют примеры, когда по тем или иным причинам строительство безопасных при внешних взрывных нагрузках зданий с применением железобетонных конструкций значительно осложнено или практически невозможно. Возникает необходимость возведения зданий и сооружений с применением металлического каркаса. В таком случае чаще всего применяется ограждающая конструкция из взрывозащитного фахверка, состоящая из профилированного листа, рассчитанная только на особые воздействия и больше не участвующая в работе каркаса.

Ввод дополнительных конструктивных элементов, не участвующих в работе каркаса при нормальных условиях эксплуатации, значительно увеличивает сечения элементов несущих конструкций, повышает металлоемкость, а значит и стоимость строительства.

В связи с этим возникла идея разработки металлического каркаса производственного здания, в котором взрывоза-

щитные ограждающие конструкции также принимают участие в работе каркаса на основные сочетания нагрузок.

Большая работа по разработке взрывоустойчивых металлических панелей была проделана в Британском Институте Стальных Конструкций (The Steel Construction Institute) [1]. Однако в докладе произведен анализ панелей, разработанных в целях усиления несущих конструкций, а также методы переоценки и укрепления уже существующих взрывозащитных конструкций.

Применяемые в практике взрывозащитные панели преимущественно изготавливаются из профилированного листа (рис 1) и не используются в качестве несущего элемента здания или сооружения [2]. По принципу работы эти панели аналогичны самому распространенному варианту устройства взрывозащитного фахверка.

Стандартная схема устройства взрывозащитного фахверка, применяемая при промышленной застройке, выглядит следующим образом (рис. 2).

Защита стен от взрывной нагрузки осуществляется за счёт установки профлиста и балочной системы. Направление рас-

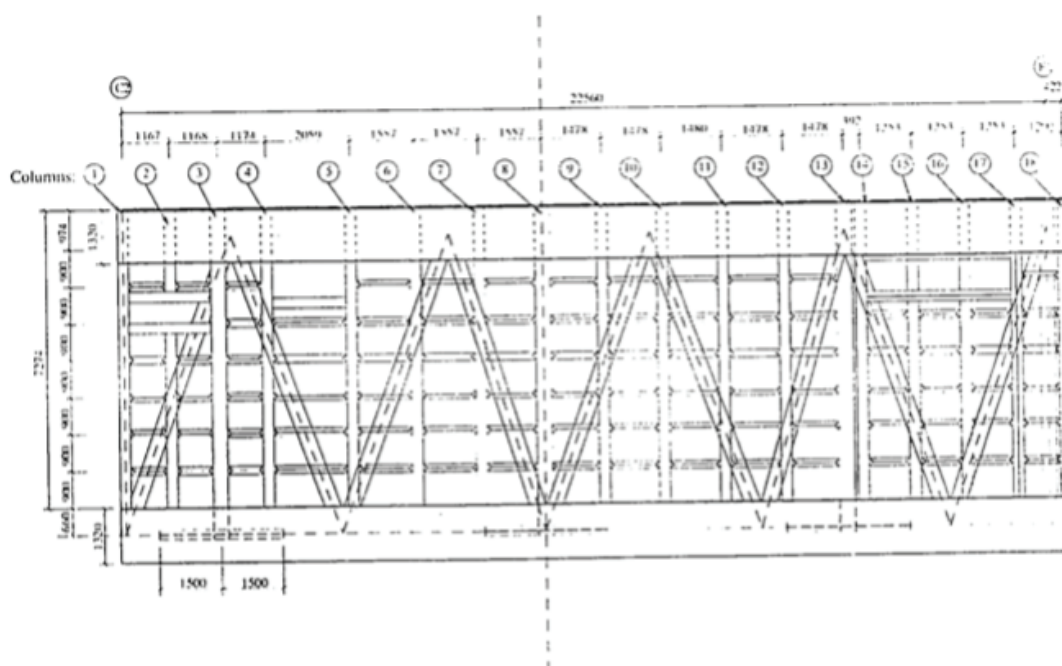


Рис. 1. Конфигурация панели из профлиста в качестве диафрагмы жесткости совместно с распорками

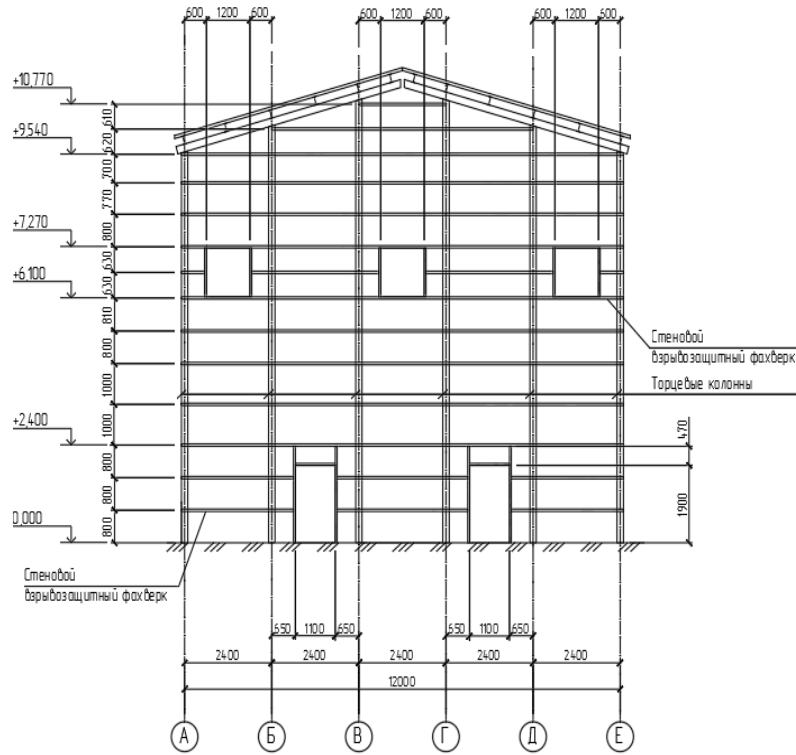


Рис. 2. Вариант схемы расположения балок взрывозащитного фахверка

кладки силовых полос профлиста выполняется в вертикальном направлении; балки фахверка, к которым прикрепляется профлист, раскладываются в горизонтальном направлении и крепятся к колоннам. Кровля защищается с помощью профлиста, прикреплённого к прогонам.

Возникла идея смоделировать каркас здания, в котором похожие по конструкции панели выполняют также функцию несущих элементов.

Вариант компоновки каркаса представлен на рис. 3.

Устойчивость здания в продольном и поперечном направлении обеспечивается раскреплением колонных вставок таврового сечения металлическими панелями, соединенными со вставками болтовыми соединениями по всей высоте конструкции (рис. 4).

Крайние панели, расположенные по торцам, дополнительно имеют ребра жесткости, приваренные к листовой части, что обеспечивает дополнительную устойчивость в плоскости рамы в поперечном направлении (рис. 4).

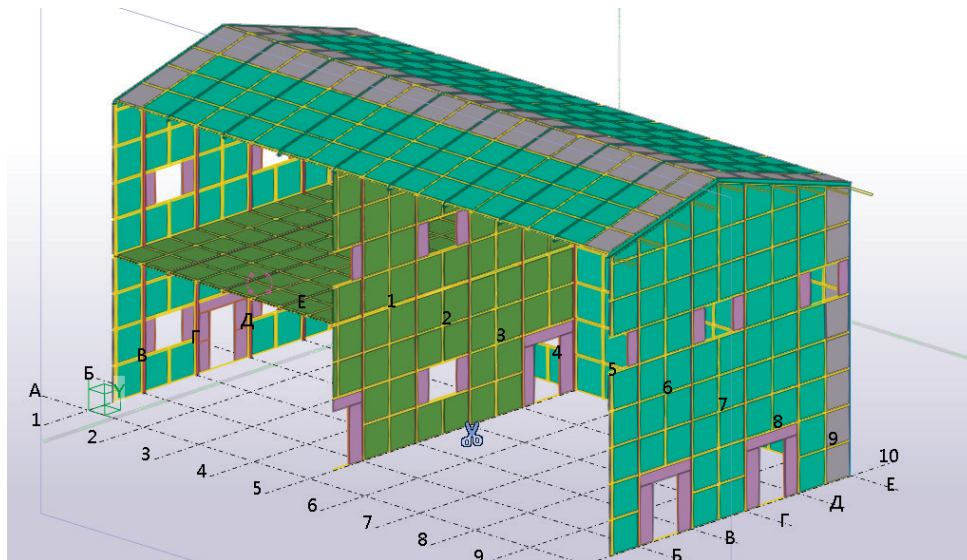


Рис. 3. 3D модель здания

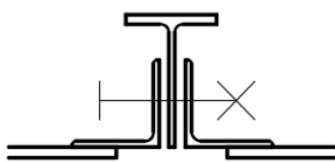


Рис. 3. Вставка таврового сечения между панелями

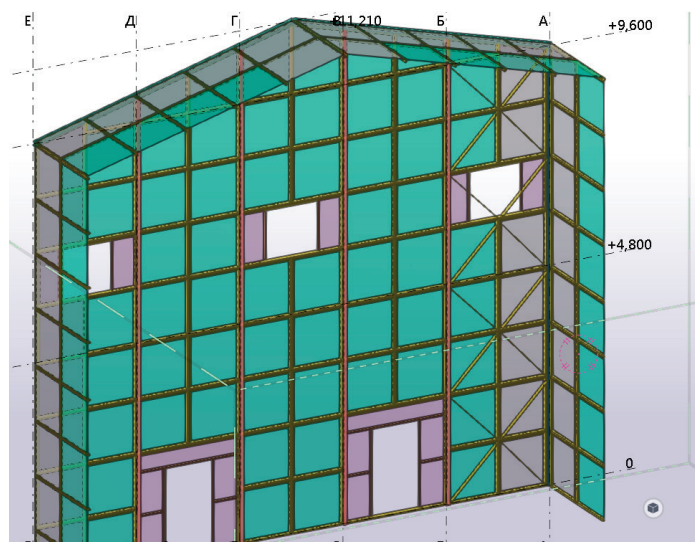


Рис. 4. Дополнительные ребра жесткости в торце здания

Жесткость диска покрытия достигается горизонтальными ребрами жесткости и соединением панелей между собой и между тавровыми вставками (рис. 5).

Взрывная нагрузка воспринимается металлическим листом и системой вертикальных и горизонтальных ребер жесткости на стенах и покрытии здания.

Чтобы провести комплексный анализ и оценить достоинства и недостатки каркаса здания с взрывозащитными метал-

лическими панелями, был проведен расчет производственного здания в двух вариантах взрывозащитного исполнения: с взрывозащитным фахверком и с каркасом из металлических панелей.

Геометрические характеристики каркаса приняты одинаковыми для двух типов схем. Для основных расчетов использован программный комплекс SCAD, реализующий метод конечных элементов. Расчет конструкций зданий выполнен на основное

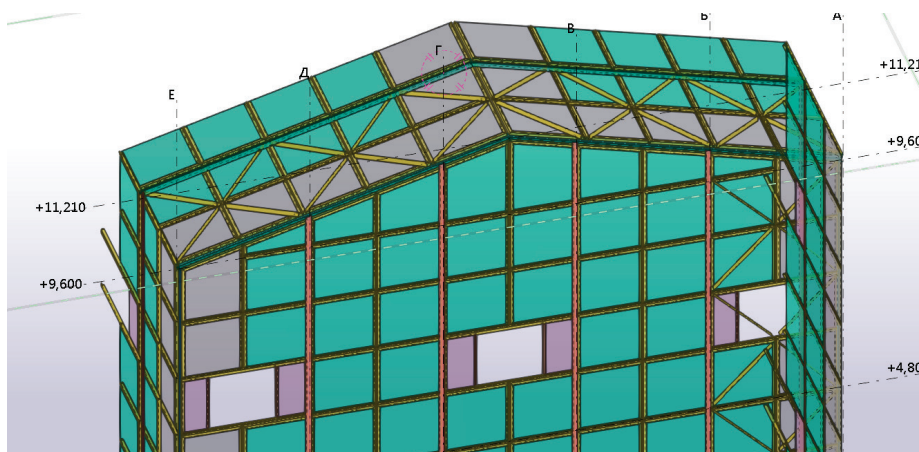


Рис. 5. Горизонтальные ребра жесткости на покрытии

и особое сочетание нагрузок. Расчет произведен с учетом пространственной работы несущего каркаса сооружений.

Для каркаса из взрывоустойчивых панелей также был проведен расчет по мембранным и изгибным напряжениям в упруго-пластической постановке в ПК Ansys.

Конечно-элементная модель сооружения для стандартной схемы и каркаса из панелей представлены на рис. 6 и 7 соответственно.

Модель каркаса из взрывозащитных панелей в объемных КЭ продемонстрирована на рис. 8.

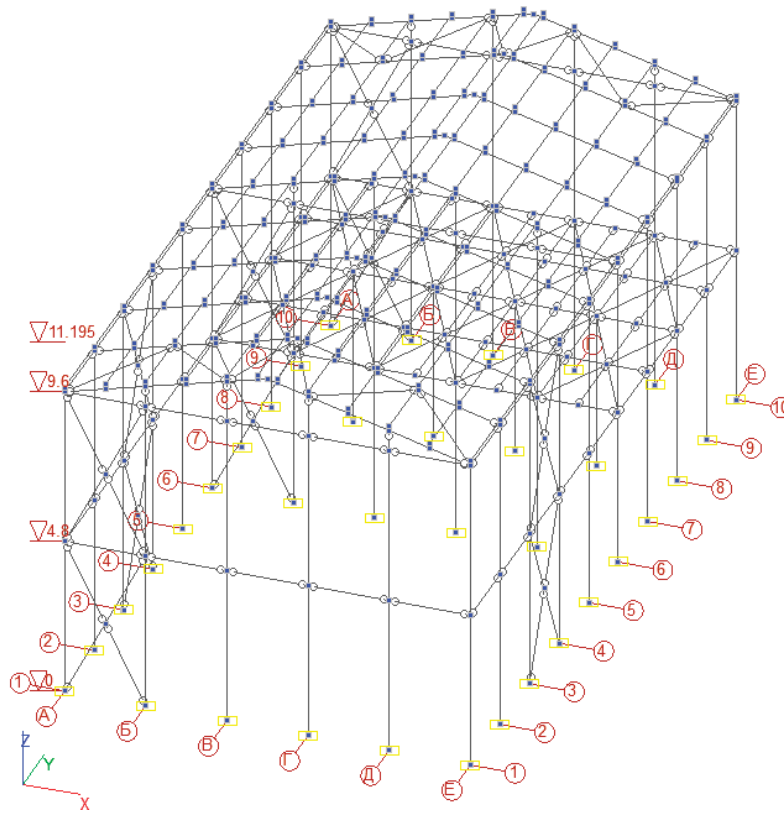


Рис. 6. Конечно-элементная модель здания с взрывозащитным фахверком

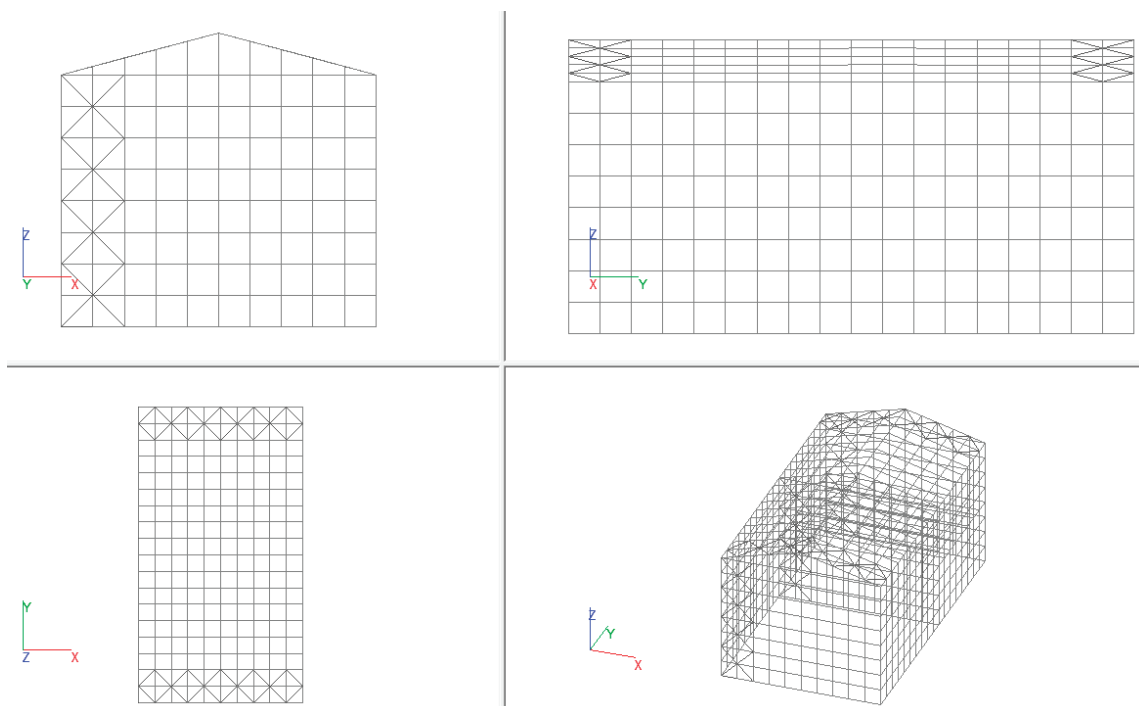


Рис. 7. Конечно-элементная модель здания из взрывозащитных панелей

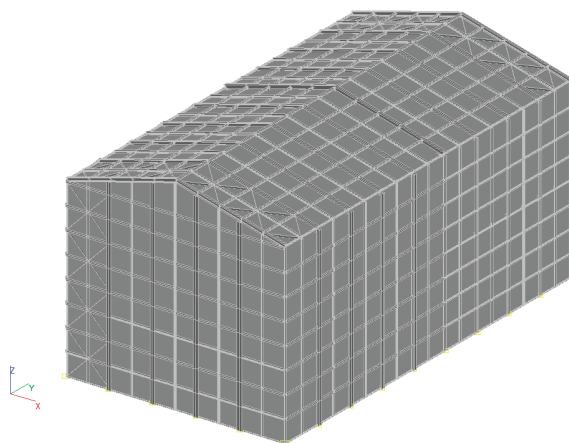


Рис. 8. Модель в объемных КЭ

После проведения расчетов, общая масса металла для здания с взрывозащитным фахверком, включая элементы самого фахверка и без учета соединений, составила 65,782 т. Масса элементов для сооружения из взрывоустойчивых панелей составила 59,778 т. Оба варианта удовлетворяют требованиям прочности и устойчивости по двум группам предельных состояний.

Как видно, вариант каркаса из взрывоустойчивых панелей выигрывает по металлоемкости на 9,13%. Также стоит отме-

тить, что модульное решение здание уменьшает продолжительность и затраты на строительство. Этот первичный результат делает обоснованным дальнейшее исследование, разработку и оптимизацию различных конструктивных вариантов металлических каркасов промышленных зданий из взрывоустойчивых панелей. Предложенный метод может быть рекомендован для разработки реальных проектных решений в зоне промышленной застройки.

Литература:

1. Structural strengthening of offshore topsides structures as part of explosion risk reduction methods / Fadi Hamdan // The Steel Construction Institute — 2006.
2. Blast and Fire Engineering for Topside Structures, Phase I / The Steel Construction Institute — 1991.

Анализ напряженно-деформированного состояния монолитной плиты перекрытия с пустотообразователями по системе Sobiax на основании различных расчетных моделей

Филимонова Екатерина Сергеевна, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассмотрено напряженно-деформированное состояние монолитной плиты перекрытия с пустотообразователями типа S-260 по системе Sobiax. Разработано несколько различных по трудоемкости создания моделей плиты перекрытия для сравнения результатов расчета. Произведено сравнение результатов с имеющейся теорией расчета монолитных плит перекрытия с неизвлекаемыми вкладышами-пустотообразователями.

Ключевые слова: монолитная плита перекрытия, неизвлекаемые вкладыши-пустотообразователи, система Sobiax, пространственная расчетная модель, метод конечных элементов.

В последние годы за рубежом активно развивалась технология Sobiax [4], которая позволяет облегчить плиту перекрытия с помощью внедрения в железобетонный массив арматурных модулей с пустотообразователями эллипсоидной или шаровидной формы из переработанного пластика. Но в нашей стране такая технология только начинает применяться — проводятся исследования по практическому применению изделий

в железобетонных плитах, разрабатывается нормативная документация.

В связи с этим, целью данного исследования является анализ напряженно-деформированного состояния плиты перекрытия с пустотообразователями по системе Sobiax.

Рассмотрим плиту перекрытия с геометрическими размерами в плане 9,1x9,1 м с высотой 400 мм, по контуру плита

оперта на стены и в центре на колонну, в качестве пустотообразователей взяты модули типа S-260, с шагом 350 мм.

При помощи программного комплекса SCAD смоделированы и рассчитаны четыре различные схемы рассматриваемой плиты перекрытия для сравнения результатов расчета:

1. Плита перекрытия с наличием пустот, образованная объемными конечными элементами (рис. 1);
2. Плита перекрытия с наличием пустот, образованная пластинчатыми и стержневыми элементами с приведенным эквивалентным сечением (рис. 2);
3. Плита перекрытия без пустот, образованная пластинчатыми конечными элементами с приведенной высотой сечения (объем пустот «размазан» в объеме тела железобетонной плиты) ($h=343$ мм);
4. Плита перекрытия без пустот, образованная пластинчатыми конечными элементами с фактической высотой сечения. Данную модель рекомендует использовать методика расчета пустотных плит перекрытия с неизвлекаемыми вкладышами-пустотообразователями.

В соответствии с пунктом № 6.2.6 СП 52–103–2007 [6] для более точной оценки распределения усилий в элементах конструктивной системы на первой стадии расчета принимаем приближенные значения нелинейных жесткостей с учетом условных понижающих коэффициентов. Для горизонтальных несущих элементов принимается понижающий коэффициент равный 0,3.

При анализе напряженно-деформированного состояния выяснилось, что каждая смоделированная схема плиты перекрытия дают одинаковый характер результатов: верхние при-

опорные зоны испытывают растяжение, нижние — сжатие; в середине пролета верхние зоны плит испытывают сжатие, нижние — растяжение; максимальные прогибы образуются в серединной части пролета.

Сравнение напряженного состояния в схемах производилось в нескольких локациях, а именно: места крепления плиты перекрытия к стене и к колонне, места фактического или предполагаемого изменения сечения со стороны опирания на стену и колонну, серединная часть пролета.

За эталонную схему для сравнения напряжений принималась схема плиты, образованная объемными элементами. Получившиеся отклонения в напряжениях сведены в диаграмму, представленную на рис. 3.

Тип пустотообразователя S-260.

По результатам расчета плиты перекрытия высотой 400 мм с пустотообразователем типа S-260, видно, что к напряженному состоянию схемы плиты с пустотами, образованной объемными конечными элементами, наиболее из всех приближена схема, по которой рекомендуется рассчитывать такие плиты — схема, образованная пластинчатыми элементами с фактической высотой сечения плиты. Наиболее приближенное деформированное состояние плиты по сравнению с другими схемами дает плита перекрытия, образованная пластинчатыми и стержневыми конечными элементами с приведенным эквивалентным сечением.

В заключение отметим, что несмотря на отсутствие массы объема бетона, которое вытесняется пустотообразователем, напряжения в схеме, образованной объемными конечными элементами и в рекомендуемой методикой расчета таких плит

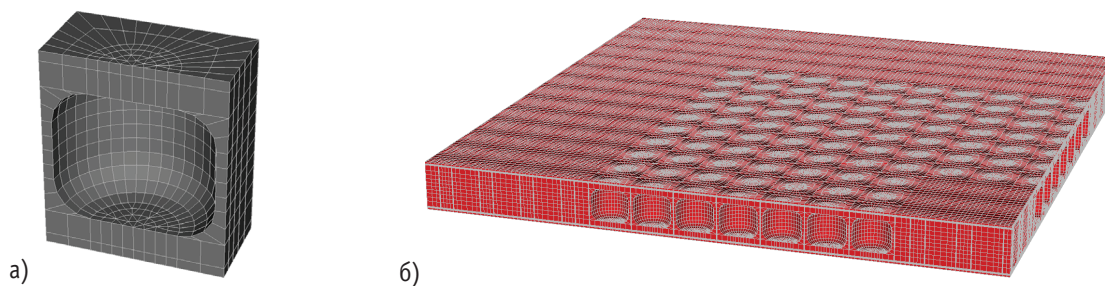


Рис. 1. Плита перекрытия, образованная объемными конечными элементами. а — участок с пустотообразователем типа S-260, б — фрагмент расчетной модели

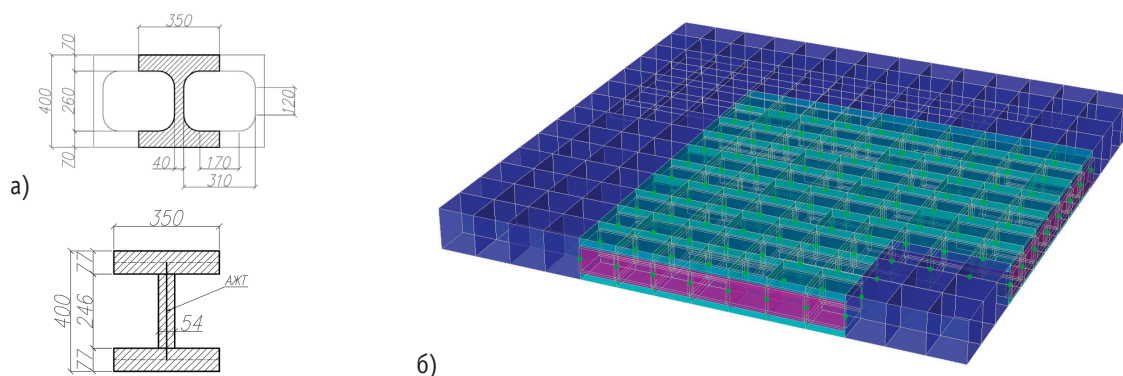


Рис. 2. Плита перекрытия, образованная пластинчатыми и стержневыми конечными элементами. а — эквивалентное сечение участка с пустотообразователем типа S-260, б — фрагмент расчетной модели



Рис. 3. Диаграмма. Отклонения в расчетных схемах плиты

перекрытия модели сохраняются. Это говорит о том, что армирование плит перекрытия с пустотообразователями по системе Sobiax можно считать по более упрощенной модели, так как

при неизменном напряженном состоянии сохранится подбор армирования плиты, и наличие пустотообразователей сэкономят бетон и уменьшат прогиб плиты.

Литература:

1. Байков В. Н., Сигалов Э. Е. Железобетонные конструкции: Общий курс: учебник для вузов / В. Н. Байков, Э. Е. Сигалов.— 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1991.— 767 с.
2. СП 430.1325800.2018 Монолитные конструктивные системы. Правила проектирования — Введ. 2019-06-26. — ОАО «НИЦ «Строительство», 2019.— 44 с.
3. Климов с. В., Проектирование и расчет железобетонных многпустотных плит перекрытий: учеб.-метод. пособие / с. В. Климов, Т. В. Юрина, с. Л. Бугаев. — Пермь: изд-во Пермс. гос. техн. ун-та, 2008.— 79 с.
4. Sobiax Technologies AG. Электронный ресурс. — Режим доступа: <https://www.cobiax.com/>.
5. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. — Введ. 2019-06-20. — М.: ОАО «НИЦ «Строительство», 2019.— 152 с.
6. СП 52-103-2007. Свод Правил по проектированию и строительству. Железобетонные и монолитные конструкции зданий. — Введ. 2007.07.15. — М.: ОАО «НИЦ «Строительство», 2007 г.— 23 с.

Анализ рекомендуемой методики расчета для монолитных плит перекрытия с различными типами пустотообразователей по системе Sobiax

Филимонова Екатерина Сергеевна, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье представлена методика расчета монолитных плит перекрытия с пустотообразователями по системе Sobiax. Произведено сравнение результатов расчета плит перекрытия с различными типами пустотообразователей по рекомендуемой методике.

Ключевые слова: монолитная плита перекрытия, неизвлекаемые вкладыши-пустотообразователи, система Sobiax, пространственная расчетная модель, метод конечных элементов.

В последние годы за рубежом активно развивалась технология Sobiax [4], которая позволяет облегчить плиту перекрытия с помощью внедрения в железобетонный массив арматурных модулей с пустотообразователями эллипсоидной или шаровидной формы из переработанного пластика. Но в нашей стране такая технология только начинает применяться — проводятся исследования по практическому применению изделий в железобетонных плитах, разрабатывается нормативная документация.

Проектирование плит перекрытия с пустотообразователями Sobiax осуществляется аналогично проектированию массивных железобетонных элементов в соответствии с действующими строительными нормами.

Моделирование таких плит перекрытия производит как правило оболочечными конечными элементами с приведенными жесткостными характеристиками, при этом для автоматизированного расчета продольного армирования высота сечения назначается равной фактической высоте сечения плиты.

Рассмотрим следующие варианты плит перекрытия:

1. Плита перекрытия с геометрическими размерами в плане 9,1x9,1 м с высотой 200 мм, тип модуля пустотообразователей S-100 (рис. 1.а);

2. Плита перекрытия с геометрическими размерами в плане 9,1x9,1 м с высотой 400 мм, тип модуля пустотообразователей S-260 (рис. 1.б);

3. Плита перекрытия с геометрическими размерами в плане 9,0x9,0 м с высотой 600 мм, тип модуля пустотообразователей E-450 (рис. 1.в).

При помощи программного комплекса SCAD смоделированы и рассчитаны три различных типа схем для рассматриваемых плит перекрытия для сравнения результатов расчета:

5. Плита перекрытия с наличием пустот, образованная объемными конечными элементами (рис. 1);

6. Плита перекрытия без пустот, образованная пластинчатыми конечными элементами с приведенной высотой сечения (объем пустот «размазан» в объеме тела железобетонной плиты) (для плиты с пустотообразователями типа S-100 назначаем высоту плиты $h=176$ мм, для S-260 — $h=343$ мм и для E-450 — $h=512$ мм);

7. Плита перекрытия без пустот, образованная пластинчатыми конечными элементами с фактической высотой сечения. Данную модель рекомендует использовать методика расчета пустотных плит перекрытия с неизвлекаемыми вкладышами-пустотообразователями.

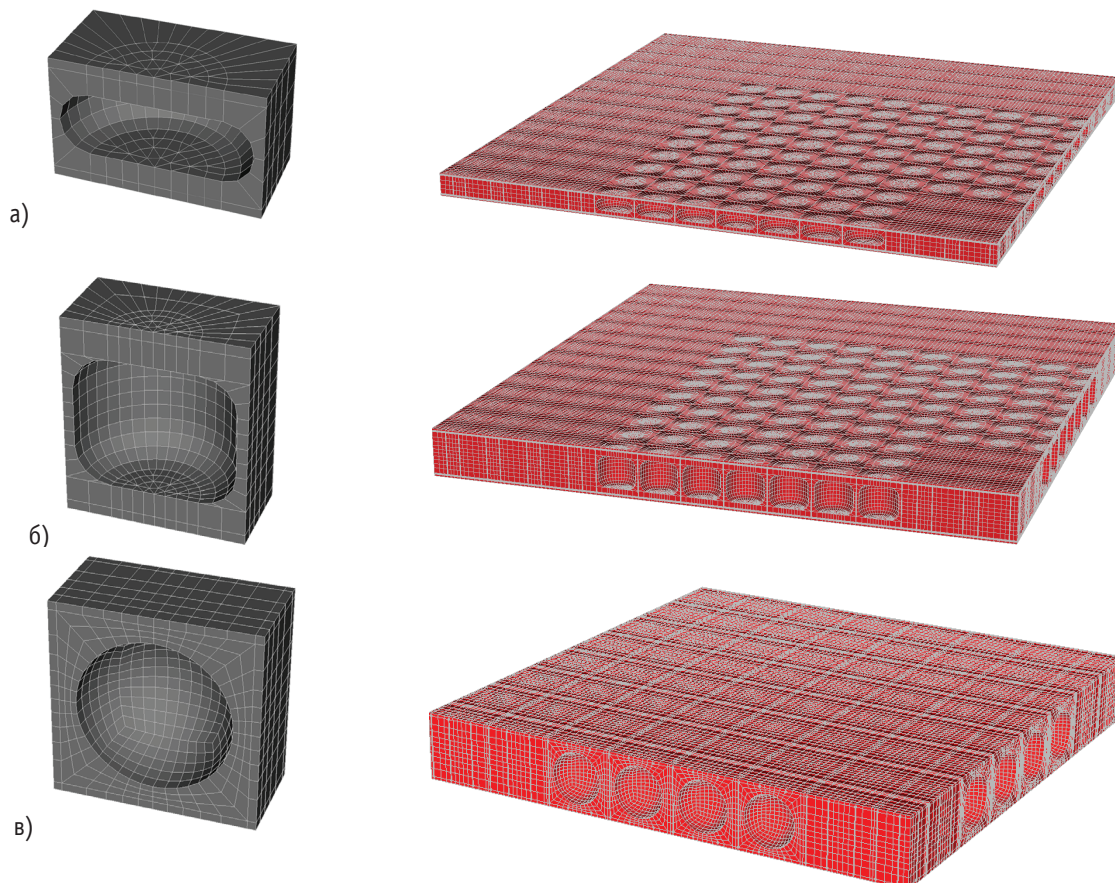


Рис. 1. Плиты перекрытия, образованные объемными конечными элементами. Слева — участок с пустотообразователем, справа — фрагмент расчетной модели. а — тип S-100; б — тип S-260, в-тип E-450

В соответствии с пунктом № 6.2.6 СП 52-103-2007 [6] для более точной оценки распределения усилий в элементах конструктивной системы на первой стадии расчета принимаем приближенные значения нелинейных жесткостей с учетом условных понижающих коэффициентов. Для горизонтальных несущих элементов принимается понижающий коэффициент равный 0,3.

При анализе напряженно-деформированного состояния выяснилось, что каждая смоделированная схема плит перекрытия дают одинаковый характер результатов: верхние приопорные зоны испытывают растяжение, нижние — сжатие; в середине пролета верхние зоны плит испытывают сжатие,

нижние — растяжение; максимальные прогибы образуются в серединной части пролета.

Сравнение напряженного состояния в схемах производилось в нескольких локациях, а именно: места крепления плиты перекрытия к стене и к колонне, места фактического или предполагаемого изменения сечения со стороны опирания на стену и колонну, серединная часть пролета.

За эталонную схему для сравнения напряжений принималась схема плиты, образованная объемными элементами. Получившиеся отклонения в напряжениях сведены в диаграммы, представленные на рис. 2-4.



Рис. 2. Диаграмма. Отклонения в расчетных схемах плиты

Тип пустотообразователя S-100.

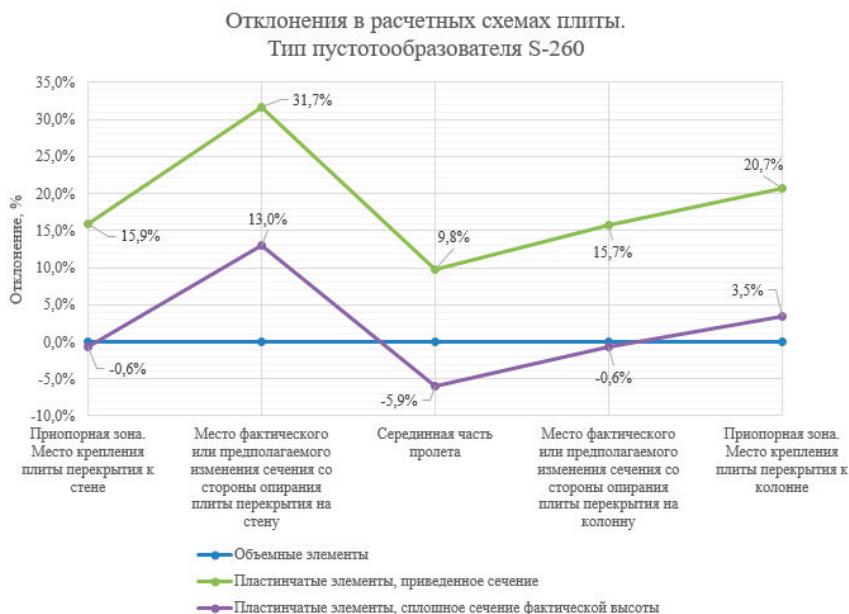


Рис. 3. Диаграмма. Отклонения в расчетных схемах плиты

Тип пустотообразователя S-260.

По результатам расчета плиты перекрытия высотой 200 мм и 400 мм с пустотообразователем типа S-100 и S-260 соответственно, видно, что к напряженному состоянию схем плиты с

пустотами, образованными объемными элементами, наиболее из всех приближены схемы, по которым рекомендуется рассчитывать такие плиты — схемы, образованные пластинчатыми элементами с фактической высотой сечения плиты.



Рис. 4. Диаграмма. Отклонения в расчетных схемах плиты

Тип пустотообразователя E-450.

По результатам расчета плиты перекрытия высотой 600 мм с пустотообразователем типа E-450 видно, что к напряженному состоянию плиты, образованной объемными элементами, наиболее приближенной оказывается схема, образованная пластинчатыми элементами с приведенной толщиной сечения, а не фактической, по которой рекомендуется рассчитывать плиты перекрытия с пустотообразователями.

Производители и литература по данной технологии гласят, что благодаря пустотообразователям можно сократить расходо-

вый объем бетона до 35%. В наших случаях пустотообразователь типа S-100 позволил сократить объем бетона плиты перекрытия на 11,8%, типа S-260 — на 14,3% и типа E-450 — на 16,1%.

Из вышесказанного можно увидеть взаимосвязь и сделать вывод о том, что чем больше облегчена плита, тем больше из нее извлечено бетона с помощью пустотообразователей, тем ниже будут «опускаться» фиолетовые и зеленые линии графиков, а значит рекомендуемая схема для расчета плит перекрытия с пустотообразователями не во всех случаях может давать наиболее правдоподобный результат.

Литература:

1. Байков В. Н., Сигалов Э. Е. Железобетонные конструкции: Общий курс: учебник для вузов / В. Н. Байков, Э. Е. Сигалов. — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1991. — 767 с.
2. СП 430.1325800.2018 Монолитные конструктивные системы. Правила проектирования — Введ. 2019-06-26. — ОАО «НИЦ «Строительство», 2019. — 44 с.
3. Климов с. В., Проектирование и расчет железобетонных многупустотных плит перекрытий: учеб.-метод. пособие / с. В. Климов, Т. В. Юрина, с. Л. Бугаев. — Пермь: изд-во Пермс. гос. техн. ун-та, 2008. — 79 с.
4. Cobiax Technologies AG. Электронный ресурс. — Режим доступа: <https://www.cobiax.com/>.
5. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. — Введ. 2019-06-20. — М.: ОАО «НИЦ «Строительство», 2019. — 152 с.
6. СП 52-103-2007. Свод Правил по проектированию и строительству. Железобетонные и монолитные конструкции зданий. — Введ. 2007.07.15. — М.: ОАО «НИЦ «Строительство», 2007 г. — 23 с.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Исследование процесса передачи тепла между потоками биореакторов в трехступенчатой биогазовой установке

Байжарикова Марина Айтмухановна, старший преподаватель;
Бейшен Ернар Манатович, магистр;
Исаев Саги Максutowич, старший преподаватель;
Ильяс Дамир Дарынович, студент магистратуры;
Тургали Жадра Рахаткызы, студент магистратуры;
Жаксылыкова Гульнара Ердаулеткизи, студент магистратуры
Таразский региональный университет имени М. Х. Дулати (Казахстан)

Статья описывает процесс передачи теплоты от одного вещества-теплоносителя к другому теплоносителю. Актуальность работы использование математических моделей, численных методов, специализированных пакетов и компьютеров является необходимым условием решения задач моделирования, расчета и проектирования процессов и оборудования биогазовой технологии. От его эффективной работы во многом зависит протекание всего процесса метанового сбраживания и качество получаемого биогаза.

Ключевые слова: теплообменник, математическая модель, температура потоков, трехступенчатая биогазовая установка

Study of the process of heat transfer between bioreactor flows in a three-stage biogas plant

The article describes the process of heat transfer from one coolant substance to another coolant. The relevance of the work The use of mathematical models, numerical methods, specialized packages and computers is a necessary condition for solving the problems of modeling, calculating and designing processes and equipment for biogas technology. The flow of the entire process of methane fermentation and the quality of the resulting biogas largely depend on its efficient operation.

Keywords: heat exchanger, mathematical model, flow temperature, three-stage biogas plant

В данной статье рассматриваем: процесс передачи тепла отбираемого потока из биореактора с термофильным температурным режимом потоку поступающему на метановое сбраживание в биореактор мезофильного температурного режима. Далее происходит процесс передачи тепла потоку отбираемому из биореактора с психрофильным температурным режимом, поступающего на сбраживание в биореактор мезофильного температурного режима:

1. Передачу теплоты от греющего потока субстрата с температурой 52 градуса к потоку субстрата с температурой 37 градусов
2. Передачу теплоты от греющего потока субстрата с температурой 44 градуса к потоку субстрата с температурой 25 градусов
3. Гидравлическое сопротивление (потерю давления) при прохождении воды по внутренней трубе теплообменника.
4. Функциональная схема узлов подготовки сырья и метанового сбраживания в трехступенчатой биогазовой установке приведена на рис. 1 [1].

Процесс метанового сбраживания субстрата в узле происходит в следующем порядке. В биореактор 5 психрофильного режима субстрат заливают ежедневно дозу субстрата 11 дней, в процессе анаэробного сбраживания в 5 биогаз обогащенный CO_2 насосом 10 подается на барботаж в биореактор — термофильный режим 19. При поступлении 12 дозы, из нижней части отбирается одна доза и проходит теплообменник 12 и с помощью насоса 13 подается в биореактор — мезофильного режима 15 на сбраживание.

Процесс подачи доз ежедневно продлится до 9 раз, при этом получаемый биогаз отбирается через компрессор 21 в газгольдер 23. После 20 суток перекачивающий насос 17 отбирает одну дозу, которая проходит теплообменник 16 и подается в биореактор 19. Процесс подачи доз ежедневно продлится до 8 раз. Выделяемый биогаз с помощью компрессора 21 откачивается в газгольдер 23 и после очистки 24 отправляется к потребителю биогаза 27 и на отопление биореакторов 5,15,19 [2, 3].

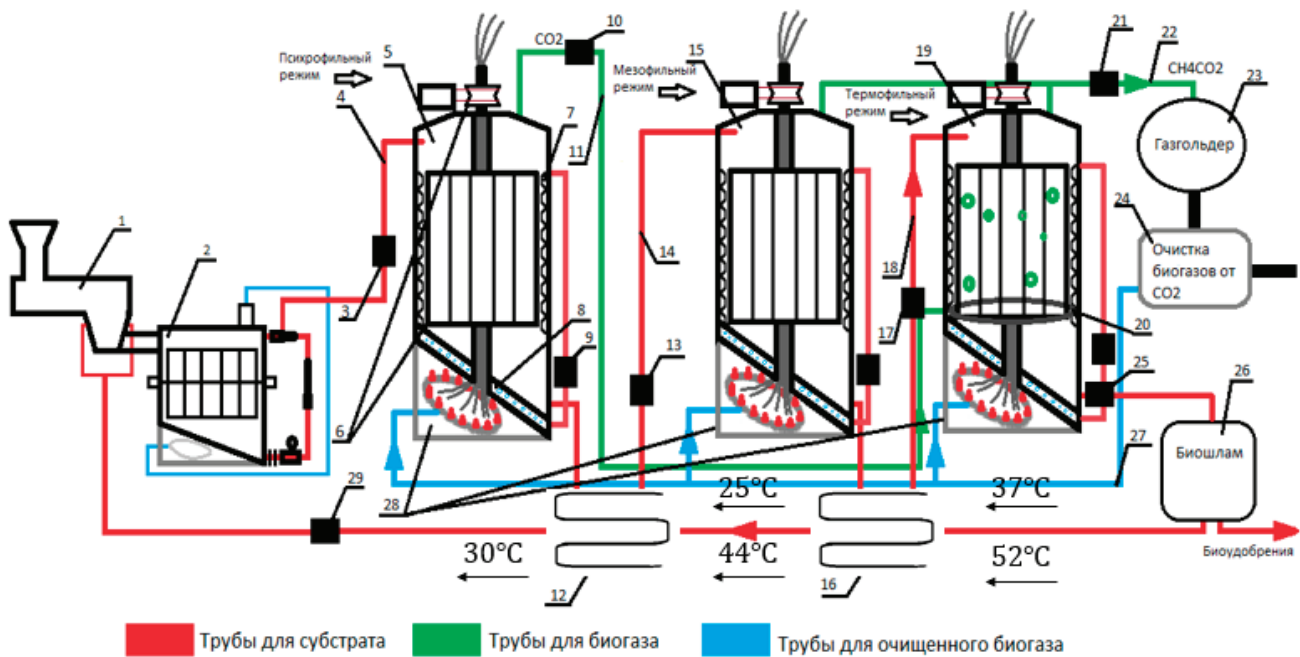


Рис. 1. Функциональная схема узлов подготовки сырья и метанового сбраживания в трехступенчатой биогазовой установке

Математическая модель

Поскольку теплообменник прямоточный, математическая модель задается следующей системой уравнений [4]:

$$\begin{cases} \frac{dT}{dx} = \frac{K \cdot F}{V \cdot C_p \cdot \rho} (T_x - T), \\ \frac{dT_x}{dx} = \frac{K \cdot F}{V_x \cdot C_{px} \cdot \rho_x} (T - T_x) \end{cases} \tag{1}$$

где: T_x, T – температуры горячего и холодного потока, °C ;

x – длина теплообменника, м;

K – коэффициент теплопередачи, $\text{ккал} / (\text{м}^2 \cdot \text{час})$;

F – площадь теплообменника, м^2 ;

$$F = \pi \cdot d \tag{2}$$

d – диаметр внутренней трубы, м;

V_u, V_x – скорости потока;

ρ – плотность горячего потока;

ρ_x – плотность холодного потока;

C_p, C_{px} – теплоемкость горячего и холодного потока, $\text{ккал} / (\text{кг} \cdot \text{°C})$ [5];

Для реализации математической модели теплообменника для противотока используем VisualStudio, программный код напишем на языке C++. Графики результатов получаем на Excel.

В режимах противотока для систем дифференциальных уравнений, соответствующие краевые условия:

$$T_{x=0} = 52^\circ\text{C} \text{ для горячего потока;}$$

$$T_{x=L} = 37^\circ\text{C} \text{ для холодного потока;}$$

Для решения систему математического модели теплообменника используем итерационный метод Эйлера.

Аппроксимация дифференциального уравнения для горячего потока:

$$\frac{T_{i+1} - T_i}{\Delta x} = \frac{K \cdot F}{V \cdot C_p \cdot \rho} (T_{xi} - T_i) \tag{3}$$

Рекуррентная формула:

$$T_{i+1} = T_i + \Delta x \cdot \frac{K \cdot F}{V \cdot C_p \cdot \rho} (T_{xi} - T_i) \tag{4}$$

Аппроксимация дифференциального уравнения для холодного потока:

$$\frac{T_{xi+1} - T_{xi}}{\Delta x} = \frac{K \cdot F}{V_x \cdot C_{px} \cdot \rho_x} (T_{xi} - T_i) \quad (5)$$

Рекуррентная формула:

$$T_{xi+1} = T_{xi} + \Delta x \cdot \frac{K \cdot F}{V_x \cdot C_{px} \cdot \rho_x} (T_{xi} - T_i) \quad (6)$$

Аналитическое решение

Для аналитического решения мы принимаем уравнения (1) теплового баланса [6]:

$$c_1 m_1 (t_1 - \theta) = c_2 m_2 (\theta - t_2) \quad (1)$$

где $m = V \cdot \rho$

$$\quad (2)$$

подставляя (2) — уравнения на (1) получаем следующее уравнение:

$$c_1 \rho V_1 (t_1 - \theta) = c_2 \rho V_2 (\theta - t_2) \quad (3)$$

Плотность оба потока будет равными. Подстраиваем переменные на нашу задачу:

$$c \rho V (T^0 - T^k) = c_x \rho V_x (T_x^k - T_x^0) \quad (4)$$

Где T^0 и T_x^0 — входные температуры горячего и холодного потока. T^k и T_x^k — конечные температуры потоков.

От (4) — уравнения выразим формулу расчета конечной температуры холодного потока:

$$T_x^k - T_x^0 = \frac{c \rho V}{c_x \rho V_x} (T^0 - T^k)$$

$$T_x^k = T_x^0 + \frac{c \rho V}{c_x \rho V_x} (T^0 - T^k) \quad (5)$$

Аналогично получаем формулу расчета конечной температуры горячего потока [7, 8]:

$$T^k = T^0 - \frac{c_x \rho V_x}{c \rho V} (T_x^k - T_x^0) \quad (6)$$

Исходные данные:

$T^0 = 52^\circ\text{C}$ — начальная температура горячего потока

$T_x^0 = 37^\circ\text{C}$ — начальная температура холодного потока

$\rho = 997 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ — плотность воды (плотность потоков)

$C_x = 1000 \frac{\text{ккал}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$ — теплоемкость холодного потока

$C = 600 \frac{\text{ккал}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$ — теплоемкость горячего потока

$V_x = 1.7 \frac{\text{м}}{\text{час}}$ — скорость холодного потока

$V = 0.7 \frac{\text{м}}{\text{час}}$ — скорость горячего потока

Расчетные данные:

Подставляя исходные данные на (5) — уравнение мы получаем:

$$T_x^k = 37 + \frac{600 \cdot 997 \cdot 0,7}{1000 \cdot 997 \cdot 1,7} (52 - T^k)$$

$$T^k \approx \theta = \frac{T^0 + T_x^0}{2} = 44,5$$

Где θ — средняя температура холодного и горячего потока.

$$T_x^k = 37 + \frac{600 \cdot 997 \cdot 0,7}{1000 \cdot 997 \cdot 1,7} (52 - 44,5) = 38.875$$

После нахождения конечных температур потоков, используя (7) — уравнения мы можем подсчитать расход передаваемой теплоты:

$$Q = V \rho c (t_{кон} - t_{нач})$$

Расход передаваемой теплоты холодного потока:

$$Q_x = 1.7 * 997 * (38.875 - 37) = 3.177 \text{ккал}$$

Расход передаваемой теплоты горячего потока:

$$Q = 0.7 * 997 * (44.5 - 52) = 5.234 \text{ккал}$$

Реализация математической модели консоли Visualstudio на языке C++

Листинг программного кода

```

ConsoleApplication1 (Global Scope)
2  #include<iostream>
3  #include<fstream>
4  #define L 200 //длина теплообменника
5  using namespace std;
6  int main() {
7
8      setlocale(LC_ALL, "rus");
9      int i;
10     double T[L], T_x[L];    // переменные горячего и холодного потока
11     double dx = 1.0;        // шаг по оси X
12
13     double
14         K = 400,            //коэффициент теплопередачи
15         F = 17.86,         //поверхность теплообмена на единицу длины
16         V = 0.7, Vx = 1.7, //объемные скорости потоков
17         Cp = 1000, Cpx = 1000, //теплоемкость горячего и холодного потока
18         p = 997, px = 997; //плотность жидкости горячего и холодного потока
19
20     T[0] = 52;             // начальная температура горячего потока
21     T_x[0] = 37;          // начальная температура холодного потока
22
23     for (i = 0; i < L; i++)
24     {
25         T[i + 1] = T[i] + dx*(K*F)*(T_x[i] - T[i]) / (V*Cp*p);
26         T_x[i + 1] = T_x[i] + dx*(K*F)*(T_x[i] - T[i]) / (Vx*Cpx*px);
27         // расчет Температур горячего и холодного потока
28     }
29     ofstream fout("Teplo.xls");
30     for (i = 0; i < L; i++)
31     {
32         fout << T[i] << "\t" << T_x[i] << endl; // вывод данных
33     }
34     cout << "Конечные данные : Горячего и Холодного потока : " <<
35         endl << "T = " << T[L - 1] << endl << "Tx = " << T_x[L - 1] << endl;
36     system("pause");
37     return 0;
38 }
--

```

Результат расчета первого теплообменника температуры потоков по математической модели [9]:

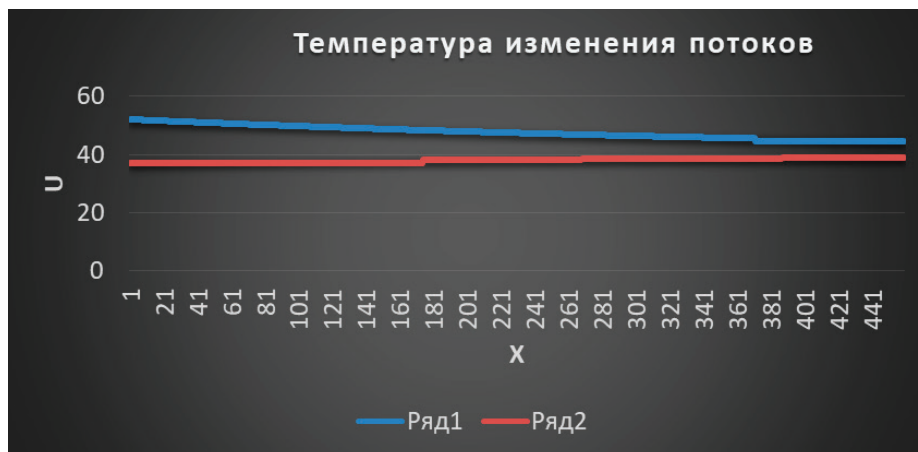
C:\Users\Lenovo\Documents\Visual Studio 2015\Projects\ConsoleApplication1\Debug\ConsoleApplication1.exe

```

Конечные температуры горячего и холодного потока:
T[K] = 44.4969
T_x[K] = 38.8537
Для продолжения нажмите любую клавишу . . .

```

Полученные результаты отображены на графике при изменении температур:

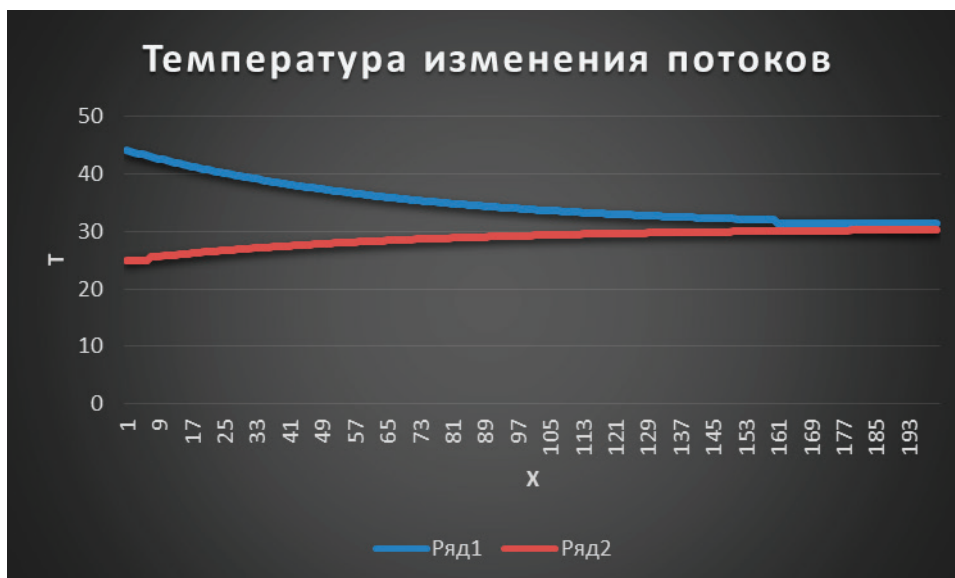


Результат расчета второго теплообменника температуры потоков по математической модели:

```

Конечные данные : Горячего и холодного потока :
Т = 31.2845
Тх = 30.2358
Для продолжения нажмите любую клавишу . . .
    
```

Полученные результаты отображены на графике при изменении температур:



Таким образом, обратный поток с биореактора термофильного температурного режима поступает в первый теплообменник с температурой 52°C и выходит с температурой 44°C, отдавая тепло потоку, который входит во второй теплообменник и выходит с температурой 30°C. После чего поступает на устройство грубого измельчения для подготовки очередной порции субстрата для метанного сбраживания в трехступенчатой биогазовой установке.

Прямой же поток измельченного субстрата с температурой 25°C из биореактора психрофильного температурного режима входит во второй теплообменник, где нагревается за счет обратного потока до 30°C. и подается на метановое сбраживание в биореактор мезофильного температурного режима.

Отбираемый же поток поступает в первый теплообменник и нагревается до 38°C, который затем поступает на метановое сбраживание в биореактор термофильного режима.

Если посмотреть на полученные результаты, то получается, что тепло обменивается в достаточном количестве, исходя из графиков, расчет ведется правильно, мы видим, что под воздействием поступающей тепловой воды воздух прогревается и вне трубы, т. е. процесс теплообмена идет правильно. В дальнейшем данная модель может быть применена к теплообменникам различного назначения.

Литература:

1. Baijarikova, M. A. Mathematical Research of the Accelerated Three-Stage Process of Substrate Fermentation in Bioreactors [Текст] / [Baijarikova M. A., Tlebayev M. B., Tazhiyeva R. N. и др.]. Journal of Pharmaceutical Sciences and Research Vol. 9(4), 2017, — С 392–400.
2. Байжарикова, М.А. «Способ переработки органических отходов» [Текст] / [Байжарикова М. А., Тлебаев М. Б., Тажиева Р. Н. и др.]. Патент № 103153.-Казахстан. 2016.
3. Добышев, А. с. Подбор и подготовка животноводческого сырья для биогазовых установок. [Текст] / Добышев А. С., Острейко А. А. УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» г. Горки, С, 394–401.
4. Приходько Р. А., Растеряев Н. В., Моделирование температурного поля теплообменника «труба в трубе»
5. С. Г. Ефимова, В. Т. Чупров Теплотехника
6. В. В. Филиппов, Теплообмен в химической технологии
7. Н. Ю. Карапузова, В. М. Фокин, Расчет теплообменных аппаратов
8. А. Л. Проскурнин, Исследование процесса теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе»
9. А. В. Могилев, Пак Н. И., Хённер Е. К., Информатика.

Алгоритм выбора оптимальной системы электронного документооборота

Белусова Юлия Олеговна, студент магистратуры;
Полякова Татьяна Игоревна, студент магистратуры
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

В статье представлен алгоритм выбора системы электронного документооборота, выделены признаки и критерии проверки соответствия системы требованиям.

Ключевые слова: документооборот, система электронного документооборота, критерии, делопроизводство.

Сегодня эффективное управление предприятием невозможно без создания системы, выполняющей функцию информационного обеспечения. Такая система позволяет обеспечивать хранение и обработку информации не только в бумажном, но и в электронном виде. Эффективность управления прямым образом зависит от того, насколько качественно и быстро происходит обработка документов. Также в значительной степени влияет качество организации работы системы обработки документов. Как правило, неэффективный и неорганизованный документооборот является главной проблемой в работе любой системы управления компанией, поэтому является одним из главных звеньев любой системы делопроизводства.

Любая современная компания для обеспечения своего успешного функционирования должна качественно управлять своим документооборотом. Но возникает вопрос, любая ли система электронного документооборота является подходящей и позволит обеспечить успешное функционирование компании?

Предлагаемая в данной статье методика позволит определить наиболее оптимальную систему электронного документооборота для компании.

Первый этап — необходимо изучить основных игроков на рынке систем электронного документооборота, работающих на территории страны компании. После изучения состояния рынка СЭД, необходимо определить 4–5 наиболее подходящих под компанию систем. Также необходимо убедиться, что системы соответствуют следующим признакам, которыми должна обладать система управления документами:

- масштабируемость;
- надежность;
- безопасность;
- доступность;
- гибкость.

После того как были определены системы, соответствующие признакам выше, необходимо перейти на второй этап и определить набор критериев сравнения систем между собой.

Сформулированные критерии, должны позволять объективным образом определить наиболее оптимальную СЭД. При выборе системы электронного документооборота необходимо учитывать большое количество критериев, но всегда среди них будет соответствие требуемой функциональности. Функциональные требования должны включать в себя функции, которые должна выполнять система после внедрения. Например, СЭД может включать следующие функциональные требования: внутренний и внешний документооборот, наличие архива документов, поиск документов с использованием технологий искусственного интеллекта, потоковое сканирование, бюджетирование и многое другое. Список должен формироваться индивидуально под запросы компании, в особенности тех людей, кто в будущем будет использовать систему для работы.

Полученный список требований размещается в таблице 1, после чего каждая из систем должна быть проверена на соответствие приведенным требованиям. Если система соответствует требованию, то в ячейку заполняется «+», если система не соответствует требованию, то «-».

Таблица 1. Проверка соответствия СЭД функциональным требованиям

Критерий\оценка	Система 1	Система 2	Система 3	Система 4	Система 5
Бюджетный контроль	+	-	+	-	-
Внутренний документооборот	+	+	+	+	+
ЭЦП	-	+	-	-	-
ЮЗДО	-	-	+	-	-

В соответствии с количеством полученных «+» и «-», системе выставляется оценка от 1 до 10, которая будет учитываться как критерий — функциональность.

На следующем этапе полученные оценки используются в таблице 3 как критерий функциональности. Помимо функциональности может быть выделен также критерий — гибкость. Для сравнения систем между собой по критерию гибкости, возможно использование критериев, приведенных в таблице 2.

Таблица 2. Проверка соответствия СЭД по критерию гибкости

Критерий\Система	Система 1	Система 2	Система 3	Система 4	Система 5
Смежность платформ	-	+	-	+	+
База данных	-	+	+	+	-
Язык программирования	+	+	+	-	-
Ресурс сотрудников	-	-	+	+	+

Также, как и в таблице 1, в данной таблице проводится проверка соответствия системы и критерия, после чего происходит подсчет количества полученных «+» и «-». Системе выставляется оценка от 1 до 10, которая будет учитываться как критерий — гибкость.

На текущем этапе могут быть определены и подробно расписаны большое количество критериев, которые будут объединены в единую бальную таблицу 3. Критериями сравнения систем электронного документооборота могут также являться: масштабируемость, стоимость, опыт работы в отрасли, количество проектов, безопасность и многое другое.

Но не все критерии равнозначны между собой, некоторые имеют больший вес, чем другие. Поэтому необходимо распределить между получившимися критериями веса так, чтобы в сумме образовалась «1».

Таблица 3. Сравнительная таблица

Критерий\Система	Вес критерия	Система 1	Система 2	Система 3	Система 4	Система 5
Функциональность	0,3	9	10	9	9	9
Гибкость	0,25	7	6	5	6	10
Масштабируемость	0,15	8	7	7	6	9
Стоимость	0,20	8	10	7	9	8
Опыт в отрасли	0,1	9	8	7	8	8
Сумма	1	8,15	8,35	7,1	7,7	8,95

В конце необходимо перемножить между собой вес критерия и его значение для каждой из систем, после чего сложить по каждой системе сумму всех критериев.

Литература:

1. Валявина, К. М. Совершенствование документооборота организации в современном мире / К. М. Валявина. — Текст: непосредственный // Вестник Уральского института экономики, управления и права. — 2020. — № 4. — С. 82–85.
2. Калугина, Е. А. Система электронного документооборота, ее преимущества и переход на электронный документооборот / Е. А. Калугина. — Текст: непосредственный // Вестник Национального института бизнеса. — 2019. — № 40. — С. 110–113.

Разработка медицинской экспертной системы на основе байесовских моделей

Быков Александр Сергеевич, студент магистратуры
Новосибирский государственный технический университет

Рассмотрен метод построения вывода в экспертной системе на основе правила Байеса. Разработана демонстрационная программа в виде web-приложения с применением стека технологий java и spring. Данная программа позволяет на практике убедиться в работоспособности данного метода и закладывает фундамент для дальнейшего исследования и развития данной работы.

Ключевые слова: теорема Байеса, вывод Байеса, экспертная система.

Теорема Байеса многим известна из теории вероятностей [2], и записывается в виде:

$$p(H|E) = \frac{p(E|H)p(H)}{p(E)}, \text{ где:}$$

- H — представляет определенную гипотезу, которая может быть, а может и не быть некоторой нулевой гипотезой;
- $P(H)$ — называется априорной вероятностью H , которая была выведена прежде, чем новое свидетельство E стало возможным;
- $P(E|H)$ — называется условной вероятностью наблюдения свидетельства E , если гипотеза H оказывается верной; её также называют функцией правдоподобия, когда она рассматривается как функция H для фиксированного E ;
- $P(E)$ — называется маргинальной вероятностью E : априорная вероятность наблюдения поступившего свидетельства E согласно всем возможным гипотезам; может быть вычислено по формуле полной вероятности.

Распишем $P(E)$ так будет более удобно для дальнейшей работы:

$$p(H|E) = \frac{p(E|H)p(H)}{p(E|H)p(H) + p(E|\neg H)p(\neg H)}$$

Для уменьшения количества вычислений удобно рассматривать события E_1 и E_2 как условно независимыми, таким образом их совместная вероятность когда некоторая гипотеза H окажется верна, будет равна произведению условных вероятностей этих событий при условии H :

$$p(E_1 E_2 | H) = p(E_1 | H) p(E_2 | H)$$

Теперь перейдем в формуле Байеса к случаю множественных гипотез (H_1, \dots, H_m) и множественных свидетельств (E_1, \dots, E_n). Вероятности каждой из гипотез при условии возникновения некоторого конкретного свидетельства E можно определить из выражения:

$$p(H_i | E) = \frac{p(E | H_i) p(H_i)}{\sum_{k=1}^m p(E | H_k) p(H_k)}, i=1, m$$

А в случае множественных и независимых свидетельств:

$$p(H_i | E_1 E_2 \dots E_n) = \frac{p(E_1 | H_i) p(E_2 | H_i) \dots p(E_n | H_i) p(H_i)}{\sum_{k=1}^m p(E_1 | H_k) p(E_2 | H_k) \dots p(E_n | H_k) p(H_k)}, i=1, m$$

Теперь, переходя к терминологии предметной области данной работы заменим: гипотезы H_k на диагнозы D_k , а свидетельства E_k на симптомы S_k , и немного перепишем формулу в виде удобном для программной реализации, получим:

$$p(D_i | S_1, \dots, S_n) = \frac{p(D_i) X}{p(D_i) X + (1 - p(D_i)) Z}, \text{ где } X = x_1 * x_2 * \dots * x_n \text{ при этом } x_j = \begin{cases} s_j = \text{true, то } p(S_j, D_i) \\ s_j = \text{false, то } p(\bar{S}_j | D_i) = 1 - p(S_j | D_i) \end{cases};$$

$$Z = z_1 * z_2 * \dots * z_n \text{ при этом } z_j = \begin{cases} s_j = \text{true, то } p(S_j, \bar{D}_i) \\ s_j = \text{false, то } p(\bar{S}_j | \bar{D}_i) = 1 - p(S_j | \bar{D}_i) \end{cases}.$$

Таким образом байесовский вывод сведется к многократному вычислению двух типов условных вероятностей:

$$p(D_i | S_j) = \frac{p(D_i) \frac{\alpha_1}{\beta_1}}{p(D_i) \frac{\alpha_1}{\beta_1} + [1 - p(D_i)] \frac{\alpha_2}{\beta_2}} \tag{1}$$

$$p(D_i | \bar{S}_j) = \frac{p(D_i) [1 - \frac{\alpha_1}{\beta_1}]}{p(D_i) [1 - \frac{\alpha_1}{\beta_1}] + [1 - p(D_i)] [1 - \frac{\alpha_2}{\beta_2}]} \tag{2}$$

где: $\frac{\alpha_1}{\beta_1} = \frac{\sum \text{Число всех пациентов в } D_i \text{ у которых есть } S_j}{\sum \text{Число всех пациентов где } S_j \text{ есть и нет и } D_i \text{ есть}};$

$$\frac{\alpha_2}{\beta_2} = \frac{\sum \text{Число всех пациентов, где } S_j \text{ - да, а } D_i \text{ - нет}}{\sum \text{Число всех пациентов где } S_j \text{ - да и } D_i \text{ - нет}}$$

В разрабатываемой программе примем начальное значение для всех диагнозов $p(D_i) = 0,5$. И основной алгоритм байесовского вывода для расчета вероятности конкретного диагноза для определенного пациента примет вид:

1. Взять все симптомы пациента, обозначим через А;
2. Взять все симптомы, которых у пациента нет, обозначим через В;
3. for(a: А) вычисляем $p(D_i) = (1)$;
4. for(b: В) вычисляем $p(D_i) = (2)$;
5. Ответ: $p(D_i)$ и будет являться вероятностью данного диагноза.

Данные шаги повторить для всех диагнозов из базы знаний экспертной системы. И взять диагноз с самой высокой вероятностью. Он и будет ответом системы.

Программными технологиями для реализации экспертной системы были выбраны: Java совместно с фреймворком Spring для сервера и Angular для фронтенд части приложения, используемые версии: Java 17, Spring 5 и Angular 13. Данные технологии являются распространенными промышленными стандартами в разработки ПО и было интересно протестировать их для разработки ЭС. Разработанная система представляет собой клиент серверное приложение. С четким разделением обязанностей согласно архитектурному паттерну Model-View-Controller.

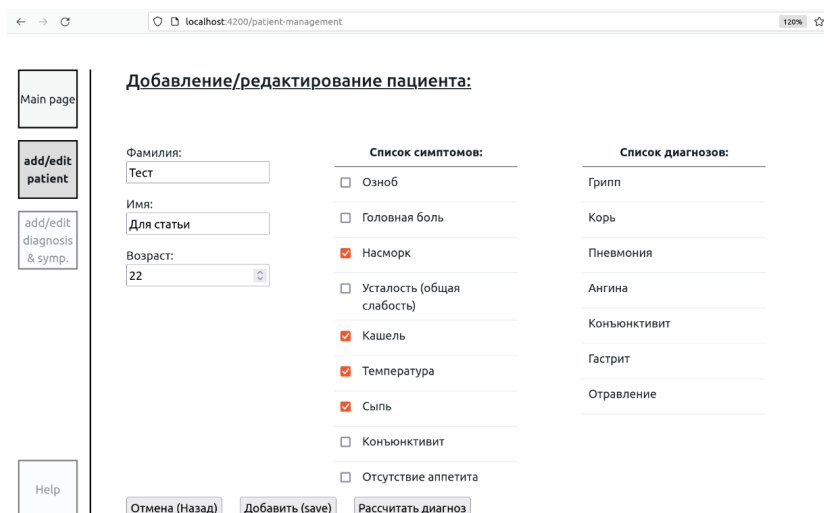


Рис. 1. Окно приложения для работы с пациентом и его диагнозом

Реализация ЭС как Web-приложения позволяет работать с ней из любого места и с любого устройства, на котором установлен браузер. На данный момент приложение при работе с UI поддерживать все CRUD (create, read, update, delete) операции над пациентами, симптомами и диагнозами. А также позволяет запускать механизм байесовского вывода при выборе определенных симптомов.

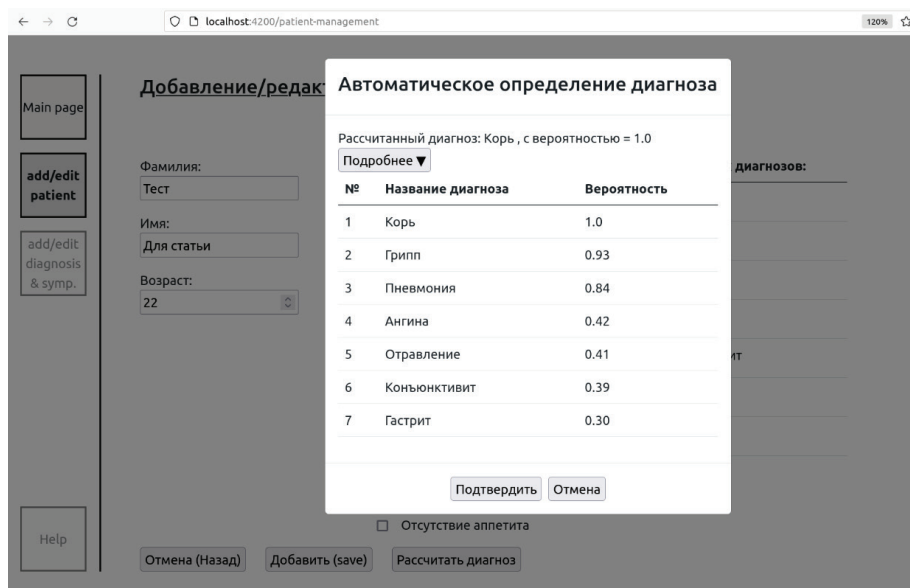


Рис. 2. Модальное окно с результатом байесовского вывода

В качестве примера рассмотрим страницу для работы с данными пациента. На данной странице есть возможность работать с личными данными пациента, выбрать его симптомы и установить диагноз. После выбора симптомов и клика по кнопке «Рассчитать диагноз» инициируется процесс байесовского вывода и всплывает модальное окно с результатами вывода, которые можно принять или отклонить, выбрав диагноз из списка вручную.

```

----- Диагноз: Пневмония
A: Кашель- p(D_i) = 0.8172
A: Усталость ... - p(D_i) = 0.8780
A: Температур... - p(D_i) = 0.8936
A: Головная б... - p(D_i) = 0.5155
V: Озноб- p(D_i) = 0.5393
V: Насморк- p(D_i) = 0.5411
V: Сыпь- p(D_i) = 0.5708
V: Конъюнктив... - p(D_i) = 0.5921
V: Отсутствие... - p(D_i) = 0.4453
V: Боль в гру... - p(D_i) = 0.2250
V: Насморк ил... - p(D_i) = 0.2378
V: боль (перш... - p(D_i) = 0.2541
V: Боль в мыш... - p(D_i) = 0.2734
V: Резкая и с... - p(D_i) = 0.2912
V: Увеличение... - p(D_i) = 0.3148
V: Жжение и з... - p(D_i) = 0.3349
V: Гиперемия ... - p(D_i) = 0.3547
V: Гнойный се... - p(D_i) = 0.3686
V: Боль в гла... - p(D_i) = 0.3911
V: Сильная бо... - p(D_i) = 0.4141
V: Тошнота- p(D_i) = 0.4615
V: Рвота- p(D_i) = 0.5074
V: Метеоризм- p(D_i) = 0.5253
V: Частый жид... - p(D_i) = 0.5531
V: Острая бол... - p(D_i) = 0.5737

```

Рис. 3. Пример байесовского вывода для одного диагноза одного пациента

Для проведения эксперимента была составлена база знаний из семи диагнозов и их симптом. Всего 24 симптома. И на основе данных по болезням было сгенерировано 350 пациентов.

Генерация представляла собой следующую последовательность действий: берем диагноз и все симптомы с ним связанные, затем случайным образом выбирали случайное кол-во (больше нуля) симптом данного диагноза. И с вероятностью в 10% добавляли случайный симптом, который не принадлежит диагнозу.

Следующий шаг, расчет диагнозов для всех пациентов. Пример байесовского вывода для одного диагноза одного пациента приведен на.

Затем были добавлены ещё 50 пациентов, и повторно рассчитаны диагнозы для пациентов. В ходе данного вычислительного эксперимента система показала точность в 96.7%. Что говорит о достаточной эффективности данного подхода.

Литература:

1. С. П. Хабаров «Интеллектуальные информационные системы» [лекции] СПЛА — Санкт-Петербург 2007 — С. 181
2. Байесовский вывод [Электронный ресурс]: (дата обращения: 05.02.2022) https://science.fandom.com/ru/wiki/Байесовский_вывод (дата обращения: 05.02.2022)
3. Хорстманн, Кей с. Java. Библиотека профессионала, том 1. Основы. 11-е изд.: Пер. с англ. — СПб.: ООО «Диалектика», 2019.— 864 с.
4. Руководство по Angular 13 [Электронный ресурс]: <https://metanit.com/web/angular2> (дата обращения: 10.02.2022).

Проектирование компьютерной сети

Вишневецкая Анна Александровна, студент;
Аверченко Артем Павлович, старший преподаватель
Омский государственный технический университет

Проектирование компьютерной сети— сложный проект, состоящий из множества сложных шагов. Однако, как и любой другой проект, его можно разбить на более мелкие этапы. Лучший метод проектирования сети — следовать структурированному подходу, четко определяя требования и тщательно документируя каждый шаг процесса.

1. Сбор требований

Первым шагом в проектировании сети является выяснение того, что ожидается от сети. На этом этапе оценивается существующая сеть, чтобы определить существующую сетевую инфраструктуру, компоненты и службы, работающие в ней:

- Типы сетевых устройств, включая серверы, и их расположение
- Технологии WAN и скорости каналов
- Разводка кабелей на этаже и внутри здания
- Протоколы маршрутизации, управление сетью и элементы управления безопасностью.

Этот шаг полезен не только для сбора информации, которая используется для проектирования новой сети, но и для определения того, можно ли использовать какие-либо существующие сетевые компоненты при редизайне.

Определение цели для новой сети

На этом шаге описывается целевое состояние сети. Это может быть сочетание деловых и технических целей:

- Улучшение показателей производительности сети, такие как пропускная способность, задержка, время безотказной работы и т. д.
- Обновление сети до новейших технологий
- Улучшение сетевой безопасности

- Упрощение управления сетью
- Сокращение времени простоя и повышение доступности сети

Определение возможных ограничений

Для большинства малых и средних организаций основным ограничением является бюджет. Бюджет влияет на оборудование, которое можно приобрести, и это оказывает огромное влияние на производительность сети. Даже если бюджет не имеет значения, могут существовать ограничения в отношении кабелей, использования Wi-Fi, бизнес-требований для запуска устаревших приложений или строгих требований безопасности и соответствия нормативным требованиям. Все эти факторы будут влиять на дизайн сети.

2. Размер сети

Чтобы обеспечить оптимальную производительность сети, необходимо знать размер существующей сети, а значит, необходимо знать количество устройств и интенсивность их использования. Нужно быть осторожным, чтобы не попасть в ловушку проектирования сети на основе количества пользователей, поскольку каждый пользователь может иметь несколько устройств в дополнение к сетевым устройствам, таким как серверы, принтеры, телефоны VoIP и устройства IoT, которые увеличивают нагрузку на сеть. Особое внимание необходимо уделить на такие технологии, как потоковая передача и виртуальная реальность, которые, как правило, потребляют большую часть полосы пропускания.

3. Изучение плана здания

Необходимо изучить план этажа организации и нанести точное расположение всех конечных точек, таких как настольные компьютеры, серверы, принтеры и т. д. Это необхо-

димо для определения расположения коммутаторов. А также для расположения столов, конференц-залов, рабочих зон и любых устройств, подключенных к Wi-Fi, чтобы можно было определить местоположение точек доступа. Также потребуется провести инвентаризацию электрических розеток, сетевых разъемов и настенных патч-панелей.

Тщательное знание планировки организации поможет спроектировать оптимальную схему сети, в которой устройства никогда не будут находиться слишком далеко от коммутаторов или точек доступа. Расположение конечных точек также поможет быстро назначить коммутаторы и/или порты нужным подсетям.

4. Выберите провайдера

Выбор интернет-провайдера может иметь такое же большое влияние на производительность сети, как и любой другой фактор. Цели производительности сети будут определять тип подписки поставщика услуг Интернета, который вам нужен.

5. Создание дизайна сети

Этот шаг является сердцевинной процессом проектирования сети. Спецификации проекта будут основой для этапа реализации и должны поддерживать доступность, безопасность и производительность, как указано в требованиях. Поэтому на этом этапе создается логическая и физическая топология, сетевые схемы, необходимо определить конкретную информацию о проекте, такую как протоколы маршрутизации, IP-адресация, подсети и конфигурации безопасности.

5.1. Топология сети

Используя всю собранную информацию, можно нарисовать топологию сети, которая представляет собой структурное устройство сети, где конечные точки сети изображаются в виде узлов, а соединения между ними — в виде связей. Это важный этап в процессе проектирования сети, поскольку выбор топологии оказывает большое влияние на масштабируемость, управление конфигурацией, мониторинг и общую производительность сети.

Топология сети обычно разрабатывается с использованием метода «сверху вниз», когда вы начинаете с верхнего уровня модели OSI и продвигаетесь вниз [1]. В этом методе мы начинаем с анализа требований прикладного уровня и адаптируем проект сети на основе этих требований.

2. Тип сети

Важным фактором при проектировании сети является ее физическая протяженность. Независимо от того, занимает ли организация секцию в общем офисе, целый этаж здания, несколько этажей или офисы в нескольких местах, в каждом случае потребуется свой тип сети. Проект может варьироваться от простой локальной сети (LAN) до сложной глобальной сети (WAN), соединяющей несколько географических точек.

3. Физическая сеть

Физическая сеть состоит из кабелей, лицевых панелей, патч-панелей и аналогичных элементов базовой инфраструктуры. Тип кабеля будет зависеть от типа выбранной сети, а также от требований к производительности. Надежная базовая сетевая кабельная система является необходимым условием для эффективной сети. Можно спланировать свою кабельную сеть так, чтобы она включала такие устройства, как принтеры, IP-камеры и т. д., в проводную сеть, чтобы освободить спектр

Wi-Fi от мобильных устройств, зависящих от беспроводной связи. Также следует рассмотреть возможность использования технологии Power over Ethernet (PoE), которая позволяет подавать питание постоянного тока на устройства по медному кабелю Ethernet. PoE устраняет необходимость в отдельных силовых кабелях и розетках для подключенных устройств, тем самым предлагая расширенные варианты того, как и где можно разместить конечные точки сети, упрощая работу с кабелями.

4. Сетевое оборудование

Сетевое оборудование, такое как маршрутизаторы и коммутаторы, составляет ядро сетевой инфраструктуры. Невозможно построить сеть без коммутаторов, потому что они соединяют вместе устройства, такие как компьютеры, принтеры и серверы в сети. Маршрутизаторы, с другой стороны, направляют трафик, выбирая наиболее эффективный маршрут для передачи пакетов данных по сети [2]. Он также соединяет локальную сеть с другими сетями, такими как Интернет. Четкое представление о различных компонентах сети, их назначении и принципах работы необходимо для проектирования эффективной и надежной сети. Знание этих сетевых компонентов также поможет вам выбрать правильный тип оборудования для ваших сетевых потребностей.

5. Адресация и подсети

На этом этапе назначаются IP-адреса своим сетям. Каждое устройство, подключенное к сети, имеет свой собственный IP-адрес. Назначение IP-адреса может быть как статическим, так и динамическим, в зависимости от практики и характеристик вашей сети. Протокол динамической конфигурации хоста (DHCP) является наиболее часто используемым протоколом для автоматического назначения IP-адресов устройствам, подключенным к сети.

Для эффективного управления сетью, распределения ресурсов и по соображениям безопасности, сеть должна быть разделена на подсети [3]. Конечные точки сети могут быть назначены подсети на основе их местоположения, отдела, функции или любых других критериев.

6. Документирование проекта сети

При проектировании сети самое главное помнить, что вы не можете спроектировать всю сеть в уме. Каждое устройство, которое добавляется в сеть или удаляется из нее, влияет на ее производительность. Поэтому настоятельно рекомендуется документировать каждый шаг процесса проектирования сети. Четкий план и физическая схема гарантируют, что вы не упустите ни одного важного аспекта сети и, что более важно, помогут в реализации сети.

Проектный документ должен включать следующее:

- Цели проекта.
- Требования к дизайну и ограничения.
- Подробная информация о существующей сетевой инфраструктуре, включая схемы топологии, показатели производительности сети, протоколы маршрутизации, список запущенных приложений, список оборудования и конфигурации.
- Детали проектирования сети, включая логическую и физическую топологию, схемы сети, IP-адресацию, протоколы маршрутизации и конфигурации.
- План внедрения с подробным описанием шагов для новой установки, параметров и конфигураций.

Литература:

1. Олифер В, Олифер Н. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Юбилейное издание. — СПб.: Питер, 2020.— 1008 с.: ил.
2. Куроуз, Джеймс. Компьютерные сети: Нисходящий подход / Куроуз Джеймс, Росс Кит.— 6-е изд. — Москва: Издательство «Э», 2016.— 912 с.
3. Таненбаум Э., Уэзеролл Д. Компьютерные сети. 5-е изд. — СПб.: Питер, 2012.— 960 с.: ил.

Агрегация каналов

Вишневецкая Анна Александровна, студент;
Аверченко Артем Павлович, старший преподаватель
Омский государственный технический университет

Агрегация каналов — это способ объединения множества отдельных (Ethernet) каналов, чтобы они действовали как один логический канал.

Если у вас есть коммутатор с большим количеством портов Gigabit Ethernet, вы можете подключить их все к другому устройству, которое также имеет несколько портов, и сбалансировать трафик между этими каналами для повышения производительности.

Еще одна важная причина использования агрегации каналов — обеспечение быстрого и прозрачного восстановления в случае отказа одного из отдельных каналов. Отдельные пакеты сохраняются и пересылаются с одного устройства на другое по одному из каналов. На самом деле протокол обычно пытается удерживать целые сеансы на одном канале. Пакет из следующего вызова может пройти по другому каналу.

Что такое агрегация каналов?

Идея заключается в повышении производительности за счет одновременной передачи нескольких пакетов по разным каналам. Но стандартная агрегация каналов Ethernet никогда не разделяет пакет и не отправляет биты по разным каналам. Официальный стандарт IEEE для агрегации каналов раньше назывался 802.3ad, но теперь называется 802.1AX.

Общая терминология агрегации каналов

— Группа портов, объединенных вместе, называется группой агрегации каналов или LAG. У разных поставщиков свои термины для этой концепции. LAG также может называться port channel, bond или team.

— Группы агрегации каналов также могут быть объединены в один сетевой коммутатор, создавая коммутатор агрегации каналов.

— Правило, определяющее, какие пакеты пересылаются по какому каналу, называется алгоритмом планирования.

— Протокол активного мониторинга, который позволяет устройствам включать или удалять отдельные каналы из LAG, называется протоколом управления агрегацией каналов (LACP).

Алгоритмы планирования

Первое, что важно знать, это то, что все каналы в LAG должны быть типа Ethernet (10/100/1000/10G и т. д.) и все они должны быть идентичными. Например, LACP не может балансировать трафик между двумя каналами Gigabit Ethernet и каналом Ethernet со скоростью 100 Мбит/с. Если вы попытаетесь, устройства откажутся включать другой канал в LAG. Они могут даже отказаться поднимать LAG.

Далее все каналы должны быть настроены одинаково. У вас не может быть сочетания настроек дуплекса, различных конфигураций VLAN или функций очередей.

Вы можете поместить максимум восемь отдельных каналов в группу LAG, хотя некоторые устройства ограничивают и меньшим количеством. Тем не менее, из-за того, что большинство алгоритмов планирования работает просто, вы, как правило, получите лучшую и более равномерную балансировку нагрузки, если будете использовать четное число и предпочтительно степень 2, например 2, 4 или 8.

Важная концепция агрегации каналов заключается в том, что все пакеты, принадлежащие любому отдельному сеансу, должны проходить по одному и тому же каналу. В противном случае вы рискуете получить пакеты не по порядку, что вызывает серьезные проблемы для многих приложений.

Большинство алгоритмов планирования используют своего рода простую хэш-функцию, которая просматривает поля в заголовках уровня 2 и/или уровня 3. Наиболее распространенные хэши включают MAC-адреса источника и получателя, IP-адреса источника и получателя или оба набора адресов.

Многие устройства позволяют выбрать подходящий алгоритм балансировки нагрузки для вашей сети.

Важно отметить, что два устройства, подключенные с помощью агрегации каналов, не должны согласовывать алгоритм балансировки нагрузки [1]. Цель состоит в том, чтобы выбрать алгоритм, который максимально рандомизирует ваши пакеты. Таким образом, вы можете ожидать равномерного использования всех каналов, что обеспечит наилучшую производительность.

В обычной коммутируемой сети уровня 2 с большим количеством устройств, взаимодействующих между собой по агреги-

рованному каналу по произвольным шаблонам, хорошо работает простейший алгоритм хеширования MAC-адресов. Даже если большая часть трафика связана с устройствами, взаимодействующими с одним центральным сервером, алгоритм все равно работает хорошо, поскольку случайность MAC-адресов других устройств обеспечивает разумно равномерную балансировку нагрузки.

Однако, если канал представляет собой просто два устройства, которые общаются напрямую друг с другом по агрегированному каналу, тогда алгоритм балансировки нагрузки на основе MAC означает, что весь трафик использует только один из каналов.

Это имеет место, например, если у вас есть два маршрутизатора (или коммутатора уровня 3) или два брандмауэра, или по одному из каждого из них общается по каналу. Вы можете общаться со всем Интернетом, но если все пакеты идут к одному и тому же брандмауэру, это один MAC-адрес. И если все пакеты приходят с одного базового коммутатора, это тоже один MAC-адрес. Таким образом, хэш, основанный только на MAC-адресах, не даст вам никакого преимущества в производительности в таких случаях. В подобных ситуациях полезно использовать IP-адреса в алгоритме балансировки нагрузки.

На коммутаторах Cisco, в зависимости от версии программного обеспечения, команда будет иметь вид «port-channel load-balance <algorithm>» [2].

Вы можете легко определить, подходит ли ваш алгоритм балансировки нагрузки, посмотрев на использование каждого из отдельных каналов в пакете с помощью команды «show interface».

Если вы видите, что один канал постоянно используется более интенсивно, возможно, стоит изменить ваш алгоритм.

Обратите внимание, что когда вы меняете алгоритм на устройстве, вы меняете только то, как это устройство ведет себя при отправке пакетов. Если дисбаланс трафика находится во входящем прямом направлении, представляющем полученные пакеты, то вам необходимо настроить устройство на другом конце.

Протокол управления агрегацией каналов

Большую часть времени вы будете использовать **802.3ad** или **802.1AX**, также называемый протоколом управления агрегацией каналов или LACP. Существуют также различные проприетарные протоколы агрегации каналов. Перед стандартизацией LACP компания Cisco разработала для некоторых коммутаторов Cisco опцию под названием **Port Aggregation Protocol (PAgP)**. Другие поставщики имеют аналогичные предварительные стандартные протоколы.

PAgP — это проприетарный протокол, не имеющий существенных преимуществ перед стандартным протоколом LACP. Его действительно не следует использовать, если только вы не подключаетесь к очень старому устройству Cisco, которое не поддерживает LACP.

Большой вопрос, на который вам придется ответить при настройке port-channel, заключается в том, следует ли настроить его как *активный* (или, что эквивалентно, LACP на некоторых устройствах) или просто включенный. Активный вариант оз-

начает, что устройство будет активно отслеживать состояние канала и автоматически удалять все неработающие каналы из пакета. Это, безусловно, очень хорошая идея, потому что она обеспечивает отказоустойчивость, а также распределение нагрузки. Так почему же кто-то решил не использовать его? Короткий ответ — совместимость. Если устройство на одной стороне канала решит, что одно из отдельных соединений плохое, то устройство на другом конце должно согласиться. В противном случае одно устройство будет продолжать сбрасывать пакеты по каналу, которую другое устройство не отслеживает.

Версии агрегации каналов с несколькими шасси

Одним из действительно интересных способов развертывания агрегированного канала является подключение устройства к резервной паре центрального ядра или коммутаторов агрегации. То есть это не набор каналов между двумя устройствами, а набор подключений от одного устройства к двум устройствам. Такая установка требует, чтобы сдвоенные устройства на одном конце пакета выглядели одинаково. Они должны отправлять идентичную идентификационную информацию хоста, чтобы другое устройство считало, что пакет подключается к одному логическому устройству.

Если мы реализуем агрегацию каналов с несколькими шасси, заставив два устройства «выглядеть» как одно устройство, нет никаких причин, по которым мы не можем сделать это на обоих концах.

Cisco разработала два разных решения для достижения этой цели. Старое решение под названием **Virtual Switching System (VSS)**. VSS решает проблему, когда два коммутатора выглядят как один, просто заставляя модуль супервизора в одном из коммутаторов управлять обоими физическими устройствами. Модуль супервизора в другом шасси становится резервным.

Более новое решение, доступное на большинстве коммутаторов Nexus, называется **Virtual Port Channel (VPC)**. VPC позволяет спаривать коммутаторы и распределять LAG по ним. Вам необходимо создать специальный канал VPC между двумя коммутаторами, которая позволит им обмениваться всей информацией о состоянии LAG. Это также позволяет пакетам, полученным через LAG на одном коммутаторе, достигать устройств, которые оказались подключенными к другому коммутатору. Затем, чтобы создать группу VPC LAG, вы назначаете портам на обоих коммутаторах один и тот же номер группы каналов и используете этот номер в качестве идентификатора VPC. Затем коммутаторы выясняют, что все эти порты должны быть частью одной LAG.

У VPC есть несколько важных ограничений. Канал VPC сам по себе должен быть LAG (port-channel в терминологии Cisco). И каждый коммутатор может иметь только один такой VPC-линк с одним другим коммутатором Nexus.

Будущее агрегации каналов

Ранее упоминалось, что LACP определен и стандартизирован в 802.3ad и что это протокол, специфичный для Ethernet. На самом деле это уже не так.

В IEEE поняли, что агрегация каналов не является принципиальной концепцией Ethernet, поэтому в 2008 году они переместили ее из группы Ethernet 802.3 в группу стандартов 802.1, первоначально не изменив ее, за исключением названия. Теперь он называется 802.1AX.

Спецификация 802.1AX обновляется. Большая часть проделанной работы направлена на стандартизацию и расши-

рение некоторых концепций мультишасси, разработанных различными поставщиками в качестве собственных решений.

Вероятно, в будущем данного стандарта будут дополнения, такие как, группы LAG, содержащие беспроводные каналы связи, или, возможно, даже набор различных типов физических каналов и скоростей.

Литература:

1. IEEE 802.1AX-2020 — Standard for Local and metropolitan area networks — Link Aggregation
2. Configuring EtherChannel and 802.1Q Trunking Between Catalyst L2 Fixed Configuration Switches and Catalyst Switches Running CatOS. — Текст: электронный // Cisco: [сайт]. — URL: https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/switches/catalyst-4000-series-switches/23408-140.html#lacr_page (дата обращения: 20.05.2022).

Возможности использования технологии OCR в мобильных поисковых системах

Волкова Наталья Игоревна, студент

Научный руководитель: Плотников Сергей Борисович, кандидат технических наук, доцент
МИРЭА — Российский технологический университет (г. Москва)

В данной работе рассматриваются особенности применения технологии OCR на мобильных устройствах. На основе проведенного исследования были выявлены наиболее перспективные методы решения проблем, связанных с использованием данной технологии, которые позволят применять оптическое распознавание символов на мобильных устройствах повсеместно для сокращения временных затрат на выполнение поиска необходимой информации.

Ключевые слова: OCR, оптическое распознавание символов, коррекция ошибок, предварительная обработка изображений.

На сегодняшний день поиск в сети Интернет является незаменимой вещью. Популярными поисковыми системами обрабатывают несколько сотен миллионов запросов в день. Поисковые системы также активно применяются для осуществления внутреннего поиска в крупных веб-ресурсах. Во время исследований Baymard Institute [1] было выявлено, что 60% пользователей начинали взаимодействие с сайтом именно с поиска.

Важным фактором при осуществлении поиска является время, затрачиваемое на получение необходимого результата. Условно процесс поиска информации можно разделить на три этапа: создание запроса, выполнение поиска, получение результата. Оптимизация каждого из этих этапов позволит сократить временные затраты на нахождение необходимой информации, при этом большое внимание уделяется этапу формирования запроса.

На этапе создания запроса пользователю необходимо ввести ключевые слова, по которым будет производиться поиск. Для получения наиболее точного результата необходимо как можно более конкретно сформулировать запрос, а при вводе данных вручную на этот процесс затрачивается большое количество времени.

В настоящей работе будет описано, как использование технологии оптического распознавания символов способно сократить временные затраты на выполнение поиска необходимой информации, а также особенности применения OCR на мобильных устройствах.

Оптическое распознавание символов (OCR — optical character recognition) — это процесс обнаружения и чтения текста с изображения при помощи компьютерного зрения [2]. Использование OCR позволяет поисковым системам производить поиск без ввода запроса вручную. Система способна распознавать текст с изображения, формировать запрос и осуществлять поиск по сформированному запросу. Однако такой подход может быть применен лишь в мобильных поисковых системах, так как требует доступа к камере устройства.

В настоящее время данная технология используется в мобильном приложении Google Lens. Оно способно считывать текст с изображения, определять предметы и места, изображенные на фото. Фотографию можно как загрузить из галереи, так и сделать прямо в приложении. После выполнения распознавания текста пользователю предлагается выделить его часть, содержащую поисковый запрос.

Применение технологии OCR в данном приложении действительно сокращает время на формирование запроса по сравнению с вводом данных вручную, когда запрос содержит большое количество информации, математические формулы, иностранные слова и т. д. За время существования Google Lens приложение было установлено на мобильные устройства более миллиарда раз, что указывает на актуальность использования OCR при осуществлении поиска. Однако данная технология не используется в аналогичных поисковых системах ввиду ряда особенностей ее применения, которые будут рассмотрены далее.

В случае использования OCR на мобильных устройствах возникают две трудности: ограничения на вычислительные мощности и неконтролируемые условия съемки. При работе с персональными документами или банковскими бумагами важно обеспечить максимум конфиденциальности и минимизировать риск утечки данных, что обеспечивается распознаванием текста непосредственно на устройстве [3]. Однако при этом накладываются ограничения на вычислительную сложность алгоритмов, так как важно, чтобы система работала быстро и была как можно менее ресурсоемкой.

Кроме того, меньшие ограничения на условия съемки значительно расширяют диапазон возможных искажений. Появляются проективные искажения, смазывание, перепады яркости, блики и многое другое [3]. Все это существенно влияет на этапы предобработки и постобработки.

На практике выделяют следующие базовые задачи предварительной обработки изображений:

- обрезка изображения для выделения области, содержащей текст;
- повышение контрастности;
- поворот изображения;
- создание зеркального отражения;
- изменение масштаба.

Существуют OCR-библиотеки, которые содержат встроенный продвинутый функционал, необходимый для предварительной обработки изображений, что значительно повышает точность распознавания текста. Примером такой библиотеки является ABBYY FineReader Engine. Однако из-за высокой стоимости таких библиотек на практике применяются следующие возможности: использование OCR-библиотек с ограниченным числом функций предобработки изображений, использование сторонних библиотек для улучшения качества изображений, обработка изображений вручную.

На этапе пост-процессинговой коррекции ошибок возможна корректировка большинства статистически значимых ошибок распознавания, включая самые распространенные — ошибки сегментации и орфографии [4].

Основные подходы по реализации машинной пост-процессинговой коррекции ошибок включают в себя:

- проверку правописания с использованием нейронных сетей;
- сверку с шаблонами;
- коррекцию наиболее вероятных ошибок с использованием статистического анализа;
- проверку орфографии сторонними библиотеками, например Google Spell Check.

Использование нескольких видов пост-процессинговой коррекции ошибок снижает количество ошибок в распознанном тексте, однако результат зависит от качества исходного текста, что достигается на этапе предварительной обработки изображения.

Вопросы, связанные с эффективностью алгоритмов распознавания текста, также решаются несколькими способами. При отсутствии конфиденциальной информации на изображении допустимо применение облачных сервисов, поддерживающих технологию OCR. Примером такого сервиса является Google Cloud Vision API. Он работает на основе REST API и не требует нагрузки на процессор телефона, однако его использование подразумевает наличие у мобильного устройства постоянного доступа к сети Интернет.

Для выполнения распознавания текста непосредственно на устройстве необходимо придумывать абсолютно новые алгоритмы и переосмысливать уже известные подходы. Примером переосмысления старых подходов можно считать замену алгоритмов сегментации, основанных на обработке изображений, на сегментирующие нейронные сети. Наиболее многообещающей моделью для данного подхода является полносверточная нейронная сеть [3]. Такой подход может использоваться в том случае, когда невозможно выделить отдельные буквы из текста и корректно их распознать.

Таким образом, дальнейшее исследование путей увеличения точности распознавания текста и создание в результате программного обеспечения для автоматизированной предобработки изображений позволит применять оптическое распознавание символов на мобильных устройствах повсеместно. Также перспективным направлением является применение облачных сервисов при работе с OCR, однако для этого необходимо обеспечить конфиденциальность данных, передаваемых по сети Интернет.

Литература:

1. Deconstructing E-Commerce Search: The 8 Most Common Query Types. — Текст: электронный // Baymard Institute: [сайт]. — URL: <https://baymard.com/blog/ecommerce-search-query-types> (дата обращения: 03.12.2021).
2. Optical Character Recognition: What is It and How Does it Work. — Текст: электронный // V7: [сайт]. — URL: <https://www.v7labs.com/blog/ocr-guide> (дата обращения: 03.12.2021).
3. Что такое OCR? Зачем нужно оптическое распознавание символов в современном мире мобильных технологий? — Текст: электронный // Smart Engines: [сайт]. — URL: <https://smartengines.ru/blog/chto-znachit-raspoznavanie-ocr/> (дата обращения: 10.12.2021).
4. Шакиров, И. Ш. Автоматизация ручной корректировки ошибок оптического распознавания символов / И. Ш. Шакиров, Б. А. Калаков. — Текст: непосредственный // Инженерные решения. — 2020. — № 3 (13). — С. 7–13.

Подходы к реализации алгоритмов машинного обучения в парадигме квантовых вычислений

Исаков Дмитрий Игоревич, студент магистратуры
МИРЭА — Российский технологический университет (г. Москва)

В статье проанализированы подходы к реализации алгоритмов квантового машинного обучения в эпоху «зашумлённых» квантовых вычислений и выработаны рекомендации к их эффективному использованию применительно к практическим задачам. Также были выявлены сложности на пути их реализации и способы их решения.

Ключевые слова: квантовые вычисления, квантовое машинное обучение, квантовые нейронные сети, вариационные квантовые схемы, квантовые алгоритмы.

На сегодняшний день, все большее количество организаций, занимающимися различными сферами деятельности, как минимум задумываются об внедрении самообучающихся информационных систем. Это вызвано тем, что с дальнейшим развитием информационного общества происходит увеличение количества данных, которые генерирует человечество. Данный факт заставляет задуматься о методах ее обработки и принятия решений на основании получившихся результатов, что приводит к необходимости разработки и внедрения самообучающихся информационных систем. Развитие искусственного интеллекта предоставляет современные и инновационные инструменты, автоматизирующие множество сфер нашей жизни, что влияет на результативность как отдельного человека, так и работы предприятия, а также функционирования общества как такового. Основными инструментами для реализации самообучающихся интеллектуальных систем выступают алгоритмы машинного обучения, позволяющими автоматизировать процесс принятия решений на основании больших массивов информации. В то же время возникает вопрос о вычислительных мощностях для ее обработки. В силу ресурсоемкости алгоритмов машинного обучения возникает проблема достижения пределов, установленных законом Мура. Одним из путей решения данной проблемы является развитие квантовых вычислений, так как в силу физических особенностей они открывают дорогу к решению задач, которые невозможно было реализовать на обычных компьютерах в силу алгоритмической неразрешимости.

В основе квантовых вычислений лежит использование явлений квантовой механики для осуществления операций над квантовыми объектами, соединенными в квантовую систему. В частности, используется принцип суперпозиции, который гласит о вероятностной природе состояния квантового объекта. Математически это можно представить в виде кубита.

Кубит — базовая единица квантовой информации, которая является квантовой системой с двумя возможными состояниями. В своих граничных состояниях он реализует похожие на 0 и 1 состояния $|0\rangle$ и $|1\rangle$, а в суперпозиции представляет собой вероятностное распределение над своими граничными состояниями $|0\rangle$ и $|1\rangle$ [1]:

$$a|0\rangle + b|1\rangle, \text{ такое, что } a^2 + b^2 = 1 \quad (1)$$

а и b при этом представляют собой амплитуды вероятностей, а квадраты их модулей — собственно вероятности получить именно такие значения граничных состояний $|0\rangle$ и $|1\rangle$,

если провести измерение состояния кубита прямо сейчас. Другими словами — это двумерное комплексное пространство.

В такой системе можно выполнять унитарные преобразования пространства состояний системы. С точки зрения геометрии такие преобразования — прямой аналог вращения и симметрии обычного трехмерного пространства, что проиллюстрировано на рисунке 1. Согласно принципу суперпозиции, возможно складывать состояния, вычитать их и умножать на комплексные числа. Эти состояния образуют фазовое пространство. При объединении двух систем полученное фазовое пространство будет их тензорным произведением, что будет эквивалентно квантовому регистру. Эволюция системы в фазовом пространстве описывается унитарными преобразованиями фазового пространства.

Исходя из вышеописанного, можно выделить следующие преимущества квантовых вычислений применительно к машинному обучению:

- квантовый параллелизм, позволяющий оперировать одновременно двумя состояниями кубита, что невозможно в классических вычислениях. Стоит отметить, что с увеличением количества кубитов происходит экспоненциальный рост количества состояний, доступных для операций с ними;
 - квантовые компьютеры в теории обладают вычислительным преимуществом для классификации объектов по n-мерным измерениям.
 - снижение алгоритмической сложности некоторых операций по сравнению с классическими аналогами. Например, алгоритм Гровера позволяет найти необходимые данные в озере данных в несколько раз быстрее за счет оперирования сразу несколькими состояниями одновременно [1].
- На данном этапе развития аппаратной части квантовых компьютеров удалось достичь количества кубит, достаточного для достижения квантового превосходства (от 50 до нескольких сотен), но ценой недостаточной защиты от шумов, что приводит к следующим проблемам, влияющим на применимость квантовых алгоритмов:

- ограниченное время когеренции. Это означает, в течение определенного времени происходит распад квантовой запутанности в кубитах, что приводит к ограничению по времени работоспособности квантовых алгоритмов. Данное явление вызвано крайней нестабильностью кубитов в состоянии суперпозиции любых внешних воздействий. Особенно это критично для обучения нейронных сетей.

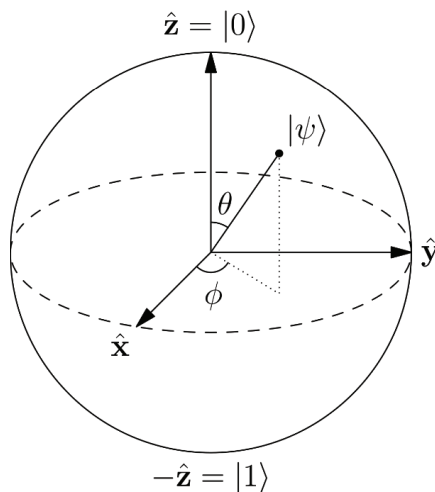


Рис. 1. Геометрическое представление кубита (сфера Гильберта) [1]

– универсальность квантовых компьютеров обратно пропорциональна количеству кубит в нем. Это объясняется тем, что системы с большим количеством кубит имеют свойство распадаться быстрее, чем с меньшим в силу сложности процесса запутывания и удержания в нужном состоянии большого количества квантовых объектов одновременно.

– проблематичность обработки большого количества данных без использования обычного компьютера в связке с квантовым.

Вышеперечисленные факты накладывают следующие требования к квантовым алгоритмам, используемым на практике:

- количество кубит, требующихся для реализации квантового алгоритма, должно быть максимально минимальным.
- размерность наборов данных должна быть предварительно снижена.

Алгоритмы квантового машинного обучения можно разделить на 2 категории: алгоритмы, выполняющиеся только на квантовом компьютере и гибридные алгоритмы, использующие классические компьютеры для вычислений. Для лучшего понимания гибридных алгоритмов необходимо обратиться к такому понятию, как вариационная квантовая схема (VQC). Ее основная идея заключается в подборе параметров квантовых операций таким образом, что в результате процесса измерения квантового состояния получался желаемый результат для закодированного набора данных. Таким образом возможно реализовать такие алгоритмы, как метод опорных векторов (SVM), вариационный алгоритм поиска собственных значений матрицы (VQE), вариационный алгоритм поиска решений системы линейных уравнений (VQLS), алгоритмы снижения размерности, а также нейронные сети, включая сверточные. Стоит отметить, что алгоритмическая сложность некоторых гибридных алгоритмов может быть выше по сравнению с чисто квантовыми алгоритмами. Например, алгоритмическая сложность SVM с использованием оптимизации алгоритмом Гровера равна $O(\log(Nd))$, а с использованием VQC — вплоть до $O(n^2)$ [2]. Это является недостатком, но данный момент на практике не имеет значения в силу степени развития аппаратной части. Это компенсируется тем, что существует возможность спроектиро-

вать несколько вариационных квантовых схем и скомбинировать их между собой. Например, снизить размерность набора данных квантовым алгоритмом и использовать получившийся результат в качестве входных данных для нейронной сети.

Говоря об нейронных сетях в контексте гибридных алгоритмов, необходимо заметить, что возможны 2 подхода при проектировании: создание вариационной схемы для всей нейросети или использование квантовых слоев в обычной нейронной сети (проиллюстрировано на рисунке 2).

В силу того, что расчет весовых коэффициентов происходит на обычном компьютере, то существует возможность использовать метод обратного распространения ошибки, широко используемый при обучении классических нейронных сетей. Но потенциальные преимущества квантовых вычислений нивелируются проблемой «бесплодного плато», сводящегося к экспоненциальному уменьшению значения градиента при обучении модели, что приводит к невозможности ее обучить. Это приводит к тому, что не всякая архитектура нейронных сетей, реализуемая на классических компьютерах, может быть использована в квантовых аналогах. Скорость исчезновения градиента напрямую зависит от количества кубитов и размера схемы. Кроме того, использование безградиентных методов оптимизации не способно решить проблему «бесплодного плато» [4]. Существуют следующие пути обхода данного препятствия:

- уменьшение размера схемы и количества используемых кубитов
- уменьшение размерности набора данных
- обучение с подкреплением, в основе которого лежит квантовая функция потерь, что приводит к снижению средней ошибки квантового вентиля
- инициализация нейронной сети с использованием байесовских методов [5].
- использование сверточных нейронных сетей. Благодаря своей структуре они имеют доказанную способность к обучению [6].

Исходя из вышеописанного, можно сформулировать следующие рекомендации:

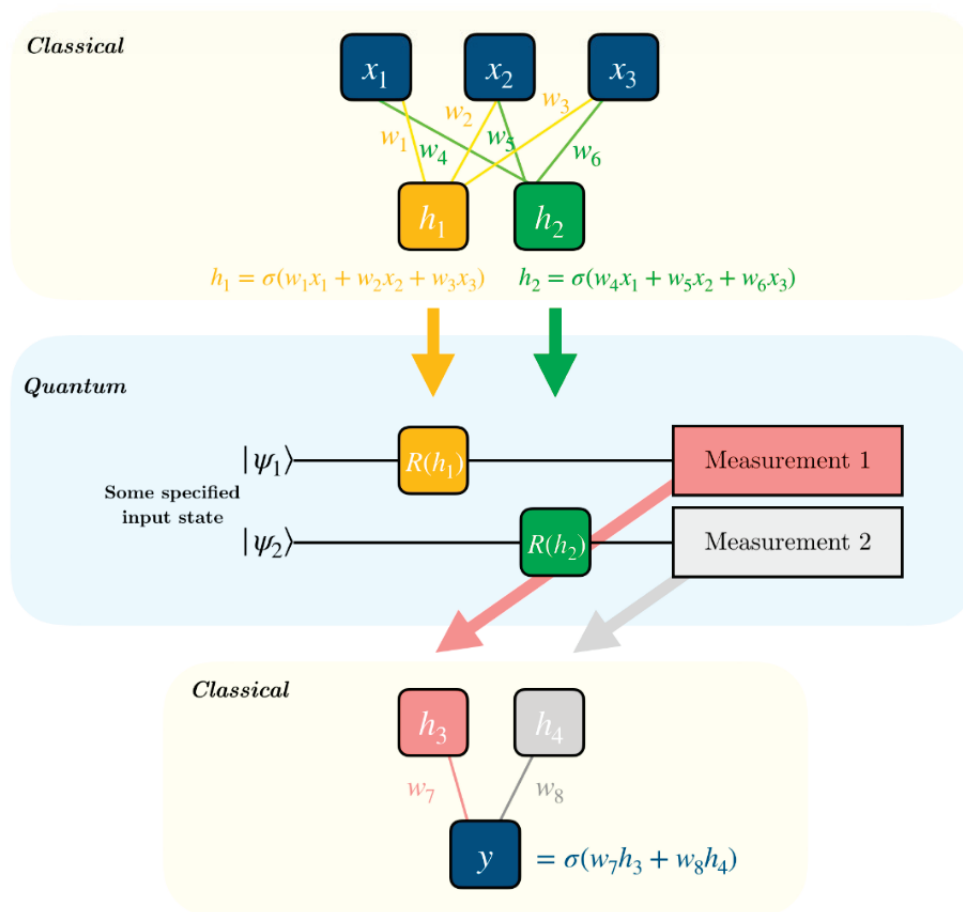


Рис. 2. Пример гибридной нейронной сети [3]

- в эпоху «зашумленных» квантовых вычислений практическая выгода от чистых квантовых алгоритмов может быть ниже, чем в теории.
- наиболее оптимальным подходом реализации алгоритмов квантового машинного обучения являются вариационные квантовые схемы.

- нейронные сети с квантовыми слоями имеют большую обучаемость, чем полностью квантовые нейронные сети
- сверточные нейронные сети являются наиболее перспективными в силу доказанной обучаемости
- сложные квантовые схемы проигрывают по устойчивости более простым.

Литература:

1. Нильсен М., Чанг. И. Квантовые вычисления и квантовая информация / Нильсен М., Чанг. И. — Москва: Мир, 2006.
2. D. V. Fastovets, Yu.I. Bogdanov, B. I. Bantyshab, V. F. Lukicheva. Machine learning methods in quantum computing theory. [Электронный ресурс]. Режим доступа: свободный. <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1906/1906.10175.pdf> (дата обращения 05.03.2022);
3. Hybrid quantum-classical Neural Networks with PyTorch and Qiskit. [Электронный ресурс]. Режим доступа: свободный. <https://qiskit.org/textbook/ch-machine-learning/machine-learning-qiskit-pytorch.html> (дата обращения 05.03.2022);
4. Andrew Arrasmith, M. Cerezo, Piotr Czarnik, Lukasz Cincio, Patrick J. Coles. Effect of barren plateaus on gradient-free optimization [Электронный ресурс] // arXiv.org. 2021. Дата обновления: 04.12.2021. URL: <https://arxiv.org/abs/2203.02464> (дата обращения: 28.04.2022)
5. Ali Rad, Alireza Seif, Norbert M. Linke. Surviving The Barren Plateau in Variational Quantum Circuits with Bayesian Learning Initialization [Электронный ресурс] // arXiv.org. 2022. Дата обновления: 04.03.2022. URL: <https://arxiv.org/abs/2203.02464> (дата обращения: 22.04.2022)
6. Arthur Pesah, M. Cerezo, Samson Wang, Tyler Volkoff, Andrew T. Sornborger, Patrick J. Coles. Absence of Barren Plateaus in Quantum Convolutional Neural Networks [Электронный ресурс] // arXiv.org. 2021. Дата обновления: 04.12.2021. URL: <https://arxiv.org/abs/2203.02464> (дата обращения: 22.04.2022)

Прогнозирование сегмента LTV в индустрии мобильных игр

Мельникова Виктория Станиславовна, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный экономический университет

Введение

Сфера разработки видеоигр является довольно перспективным направлением бизнеса в наши дни, а разработка мобильных игр в особенности, так как они доступны каждому. У большинства людей есть смартфоны и планшеты с доступом в интернет, которые позволяют играть во время поездки на работу, ожидания в очередях и т. д., тем самым, не затрачивая реальное время своего досуга.

Большинство мобильных игр являются бесплатными, так называемыми free-to-play. Такие игры приносят доход разработчикам от внутриигровых покупок и показа рекламы, позволяя расширить свою «сферу влияния» на тех, кто не готов платить за скачивание игры либо за возобновляемую подписку.

Показатель LTV (Life time value) отражает доходность с одного клиента за все время его существования. По сути, это доход с клиента до момента удаления им приложения. В индустрии мобильных игр, как и в любой другой, показатель LTV является очень важным. Компании инвестируют в пользователей посредством рекламы, скидок, специальных предложений, закупки трафика и так далее. Для того, чтобы грамотно распределять бюджет на вовлечение необходимо оценивать потенциальную доходность с клиентов.

В статье Forbes «Don't Get Lazy About Your Client Relationships» Патрик Халл пишет, что вероятность продажи чего-либо старому клиенту составляет 60–70% против 5–20% новому. Также удержание существующих клиентов обходится на порядок дешевле привлечения новых. [1]

В статье «Юнит-экономика» журнала «Бизнес-образование в экономике знаний» Горбачева М. А. делает акцент на том, что прогнозирование показателей является неотъемлемой частью работы над проектом и лучшим инструментом для руководства при принятии решений. [2]

Целью работы является анализ существующих методик и применение машинного обучения в прогнозировании показателя LTV для мобильной игры.

Задачи исследования: изучение имеющихся подходов к прогнозированию LTV; обзор литературы на тему исследования; описание методики исследования; анализ полученных результатов.

Объект исследования — мобильная free-to-play игра.

Предмет исследования — доходность с пользователей приложения.

Аналитики компании Coffee Analytics в результатах своего исследования пишут о том, в России и СНГ только треть компаний используют метрику LTV, в то время как в Великобритании этот показатель рассчитывают 93% всего e-commerce бизнеса. [3]

В ходе работы выявлено, что на сегодняшний день на тему прогнозирования показателя LTV в мобильных играх, особенно с применением машинного обучения, мало исследований, так как индустрия является относительно новой. Таким образом данное исследование является значимым для индустрии и отличается научной новизной.

Описание методики исследования и обоснование ее выбора

В большинстве источников по теме прогнозирования LTV предпочтение отдается коэффициентным подходам. Так, например, аналитики из Pixonic, Crazy Panda и Mail.ru Group в своей статье на крупнейшей в рунете платформе для предпринимателей и высококвалифицированных специалистов «vc.ru» выделяют два подхода к прогнозированию LTV — на основе удержания и при помощи накопительного ARPU. [4]

Первый подход используется при стабильном, равномерном доходе с пользователей, без каких-либо резких изменений. Жизненная ценность клиента рассчитывается по формуле:

$$LTV = ARPU * Lifetime \quad (1)$$

где ARPU — средняя выручка с одного пользователя, Lifetime — время «жизни» пользователя.

Для расчета LTV по формуле (1) нужно определить время жизни клиента. Существует два основных способа подсчета показателя Lifetime: первый — субъективная оценка жизни пользователя (наиболее часто используют 7 и 14 дней); второй способ — вычисление интеграла от функции удержания (Retention). [5]

$$Retention = \frac{A - B}{C} * 100 \% \quad (2)$$

где A — количество клиентов в конце периода, B — количество всех клиентов за период, C — количество клиентов в начале периода.

На рисунке 1 пример графика удержания клиентов.

Показатель ARPU считается по формуле:

$$ARPU = \frac{\text{Доход}}{\text{Активные пользователи}} \tag{3}$$

ARPU может быть подневным, помесечным и так далее. Для расчета LTV необходимо привести к одному виду ARPU и Retention, выбрав нужный период (например, помесечный срез).

Минусом такого подхода к расчету LTV является то, что показатель ARPU предполагается неизменным. Пользователи с аномальным поведением могут вносить сильно изменять метрику, поэтому такой способ расчета LTV подойдет, например, для продуктов, доступных по подписке.

Второй подход к расчету LTV — при помощи накопительного ARPU. Эта метрика рассчитывается также, как и обычный ARPU, но отличается тем, что рассчитывается исключительно для определенной когорты пользователей (установивших приложение в определенный период) и накапливается каждый день. На рисунке 2 график накопительного ARPU, LTV и CPI (цена за привлечение пользователей).

На основе имеющихся данных о накопительном ARPU можно сделать прогноз дохода с пользователя в будущем. Так как кривая накопительного ARPU изгибается равномерно, прогноз можно рассчитать по формуле:

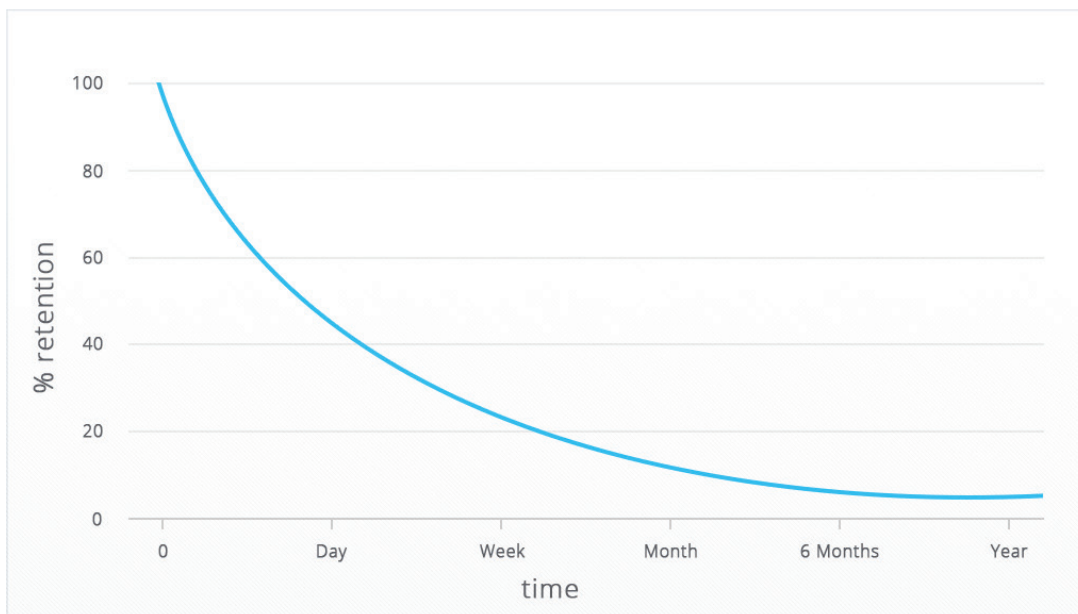


Рис. 1. График удержания клиентов [6]

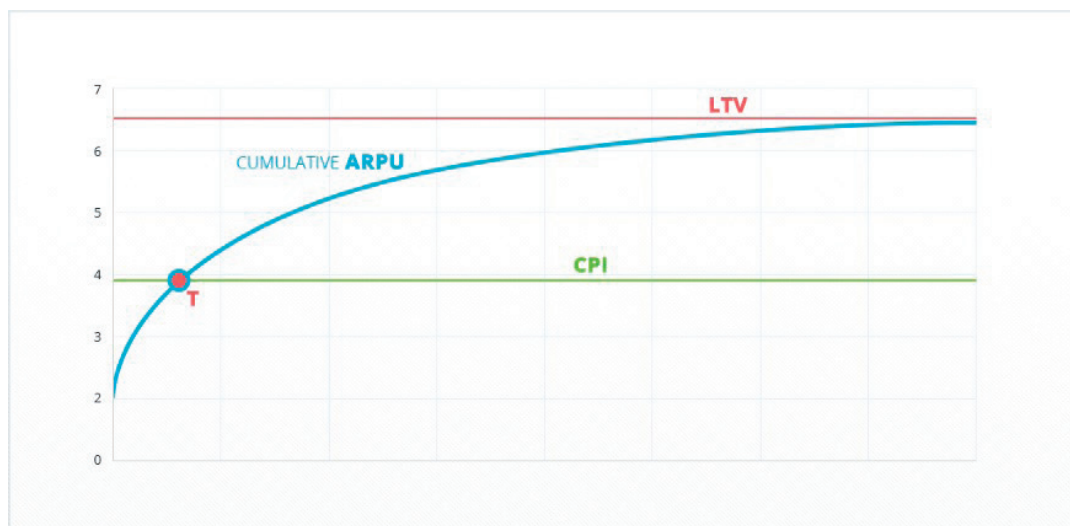


Рис. 2. График накопительного ARPU, LTV и CPI [7]

$$F(t) = A * \ln(t + B) \quad (4)$$

где t — дней от регистрации пользователя, A и B — параметры функции.

Точка, в которой график становится перпендикулярен оси x и есть средний показатель LTV на пользователя.

Минусом такого подхода также является то, что пользователи с аномальным поведением могут сильно влиять на график функции накопительного ARPU.

В связи с тем, что оба представленных выше подхода имеют свои минусы, было решено исследовать возможность использования машинного обучения для предсказания показателя LTV.

Для начала нужно определить временные рамки расчета LTV, функции, которые будут использоваться в предсказании, рассчитать значение LTV для обучения модели и построить саму модель.

Выбор временного окна может зависеть от различных факторов, в нашем случае, основываясь на специфике мобильной игры, было решено использовать 3-месячный период. Все пользователи были сегментированы с помощью RFM-подхода. Для проведения сегментации необходимо вычислить три показателя:

- recency — давность (сколько времени прошло с последнего платежа пользователя);
- frequency — частота (общее количество платежей пользователя за определенный период);
- monetary — средний чек (или общая сумма платежей пользователя).

С помощью RFM-анализа можно определить, кто покупает много и часто, кто мало, а кто давно не покупал ничего.

После расчета LTV каждого клиента необходимо исключить выбросы, так как они могут значительно влиять на предсказание модели. Также имеет смысл оценить корреляцию между сегментом RFM-матрицы и значением LTV. Перед построением модели необходимо определить тип задачи. Предсказание LTV это задача регрессии, но было решено предсказывать не конкретное значение, а номер сегмента, которому будет принадлежать пользователь, то есть задача определяется как задача классификации.

Для решения поставленной задачи был использован язык python и некоторые библиотеки для работы с данными.

Результаты исследования

Все пользователи были разделены на сегменты RFM-матрицы. На рисунке 3 графики зависимости показателей recency, frequency и monetary.

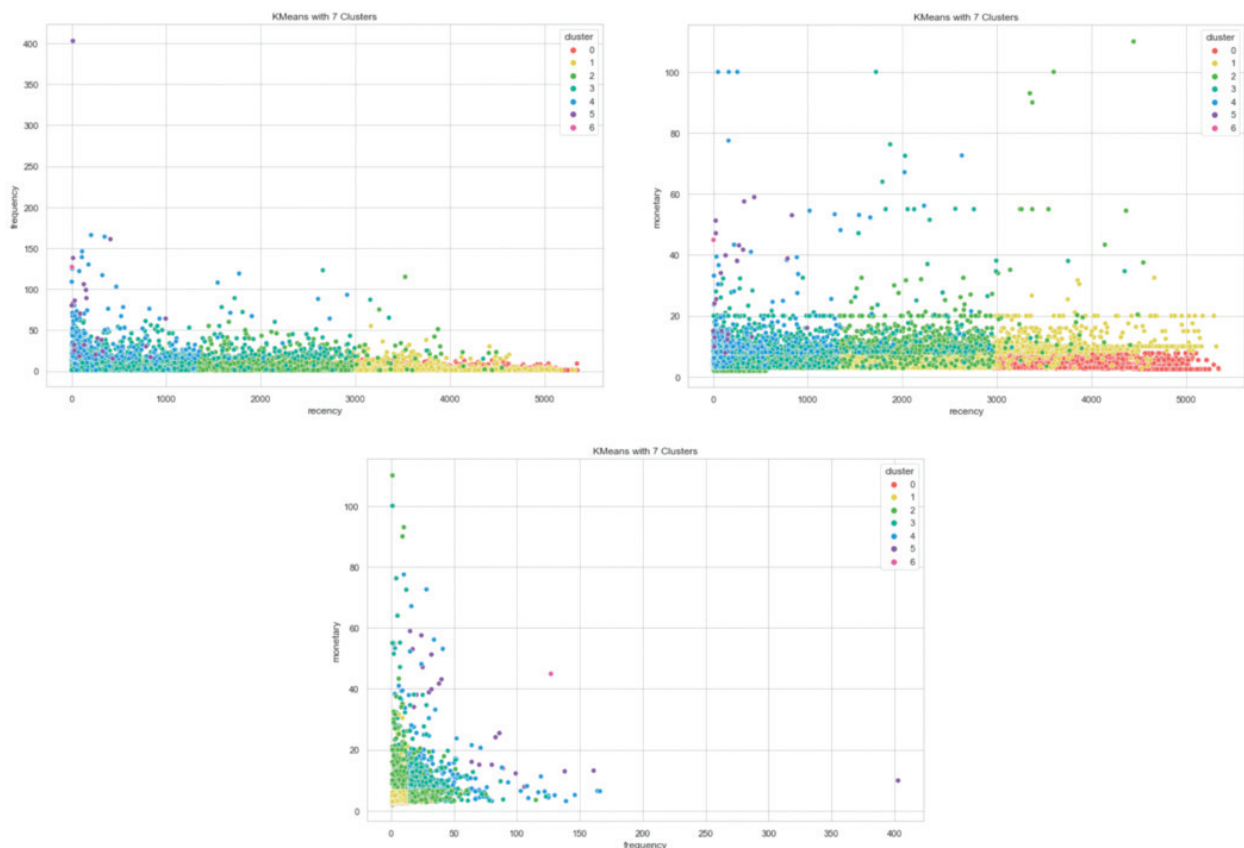


Рис. 3. Полученные сегменты по показателям частоты платежей, давности платежа и среднего чека

Методом к-средних были определены кластеры по каждому показателю. Далее номера кластеров были просуммированы и таким образом получено 6 итоговых сегментов, описание которых представлено в таблице 1.

Таблица 1. Описание сегментов

Номер кластера	Название	Описание
0	УШЕДШИЕ	Платили давно, редко, мало
1	В ЗОНЕ РИСКА	Платили давно, редко, траты средние
2	ЗАСЫПАЮЩИЕ	Платили не так давно (30 дней), мало, средние траты
3	ЛОЯЛЬНЫЕ	Платили недавно, относительно часто, средние траты
4	ПОСТОЯННЫЕ ПЛАТЕЛЬЩИКИ	Платили недавно, часто, много
5	КИТЫ	Платили недавно, очень часто, много
6	ТОП	Платили недавно, очень часто, очень много

В качестве факторов для модели используются значения прибыли с клиента за его первый, второй, третий, седьмой, четырнадцатый и тридцатый день жизни. Также используется номер сегмента, определенный по метрикам RFM за первую неделю «жизни». Методом к-средних был определен кластер LTV, который и является результирующей переменной.

На рисунке 4 зависимость видно, как с ростом номера LTV кластера увеличиваются значения LTV.

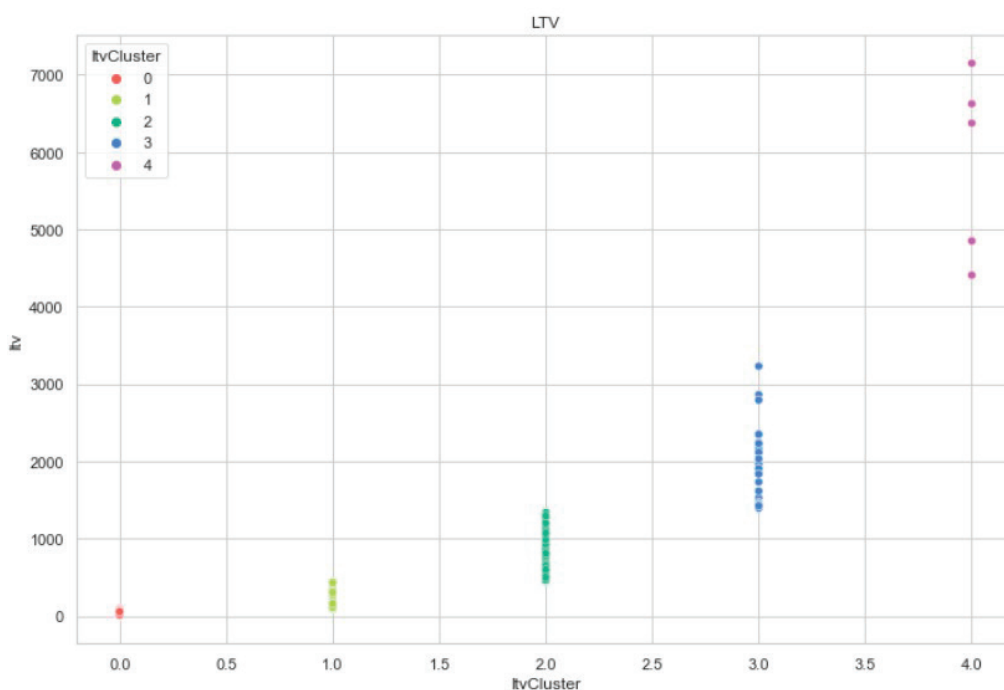


Рис. 4. График значений LTV относительно кластеров

Далее набор данных разделяется на обучающую и тестовую выборки. Для решения задачи мультиклассовой классификации использован алгоритм XGBoost.

Анализ и пояснение полученных результатов

Для реализации была использована ML библиотека XGBoost. Число классов для предсказания определилось в ходе кластеризации пользовательского LTV. Всего выявлено 5 кластеров, где нулевой кластер самый многочисленный, в который попали в основном не платящие пользователи.

Так как нулевой кластер составляет 99% всех данных, было принято решение о балансировке классов при помощи oversampling, а именно алгоритма SMOTE (Synthetic Minority Oversampling Technique), gjljhsq генерирует данные, похожие на каждый класс не дублируя их.

После балансировки классов данные были переданы в XGBClassifier с параметром максимальной глубины равно 5, и learning rate равной 0,1. На рисунке 6 представлены полученные результаты.

Более информативными показателями являются точность (precision), полнота (recall) и F-мера (f1-score). Точность отражает долю действительно положительных значений от предсказанных положительных значений. Вычисляется по формуле:

$$precision = \frac{TP}{TP + FP}. \quad (5)$$

Полнота показывает долю истинно положительных значений от их общего количества:

$$recall = \frac{TP}{TP + FN}. \quad (6)$$

Для того, чтобы как-то обобщить результаты, используют F-меру — гармоническое среднее precision и recall:

$$F_{\beta} = (1 + \beta^2) * \frac{precision * recall}{(\beta^2 * precision) + recall} = \frac{(1 + \beta^2) * TP}{(1 + \beta^2) * TP + \beta^2 * FN + FP}, \quad (6)$$

где β в общем случае равно 1.

	precision	recall	f1-score	support
Accuracy of XGB classifier on training set: 0.79				
Accuracy of XGB classifier on test set: 0.79				
0	0.63	0.98	0.77	70997
1	0.74	0.66	0.70	71001
2	0.83	0.71	0.76	70979
3	0.89	0.65	0.75	70870
4	0.98	0.95	0.96	70421
accuracy			0.79	354268
macro avg	0.81	0.79	0.79	354268
weighted avg	0.81	0.79	0.79	354268

Рис. 5. Результаты классификации

Видно, что модель научилась хорошо предсказывать высокий сегмент плательщиков. Низкие сегменты предсказываются хуже. Для увеличения точности модели рекомендуется использовать подбор гиперпараметров классификатора.

Заключение

В ходе проведенного исследования выявлено, что на сегодняшний день нет большого количества литературных источников по изучаемой теме. Предсказание жизненной ценности пользователя в приложении является важной задачей для бизнеса и может способствовать грамотному распределению ресурсов на привлечение пользователей.

Также была проведена классификация пользователей на LTV — сегменты с использованием RFM-меток клиентов за первую неделю «жизни» в проекте. В качестве алгоритма мультиклассовой классификации использован XGBoost, так как хорошо зарекомендовал себя для решения подобного рода задач.

Из-за сильного дисбаланса классов в исходных данных было решено применить алгоритм балансировки SMOTE.

Получены результаты классификации с большей точностью для высоких сегментов плательщиков. В дальнейшем рекомендуется подбор гиперпараметров модели для улучшения точности.

Литература:

1. Forbes [Электронный ресурс] — 2021. — Режим доступа: (<https://www.forbes.com/sites/patrickhull/2013/12/06/tools-for-entrepreneurs-to-retain-clients/?sh=376bf5aa2443>) (дата обращения: 09.12.2021)
2. Горбачева, М. А. Юнит-экономика [Текст] / М. А. Горбачева // БИЗНЕС-ОБРАЗОВАНИЕ В ЭКОНОМИКЕ ЗНАНИЙ.— 2020.— № 3. — С. 41–43
3. Аналитическая платформа Coffee Analytics [Электронный ресурс] — 2021. — Режим доступа: (<https://coffee-analytics.com/ltv-in-cis>) (дата обращения: 09.12.2021)

4. VC.ru [Электронный ресурс] — 2021. — Режим доступа: (<https://vc.ru/promo/81060-how-to-Itv>) (дата обращения: 09.12.2021)
5. Аналитический портал devtodev [Электронный ресурс] — 2021. — Режим доступа: (<https://www.devtodev.com/education/articles/ru/212/glavnie-metriki-lifetime>) (дата обращения: 09.12.2021)
6. Информационный ресурс, посвященный всем аспектам индустрии игр App2Top [Электронный ресурс] — 2021. — Режим доступа: (<https://app2top.ru/marketing/modeliruem-uderzhanie-pol-zovatelej-v-poiskah-optimal-noj-formuly-99392.html>) (дата обращения: 09.12.2021)
7. Аналитический портал devtodev [Электронный ресурс] — 2021. — Режим доступа: (<https://devtodev.medium.com/9-tips-to-increase-accuracy-of-the-revenue-forecasts-in-games-3be1ac921bda>) (дата обращения: 09.12.2021)
8. Base Group Labs Технологии анализа данных devtodev [Электронный ресурс] — 2021. — Режим доступа: (<https://basegroup.ru>) (дата обращения: 09.12.2021)
9. Uplab [Электронный ресурс] — 2021. — Режим доступа: (<https://www.uplab.ru/blog/unit-economics-how-to-evaluate-the-success-of-the-business/>) (дата обращения: 09.12.2021)
10. Уткин, Л. В., Модель классификации на основе неполной информации о признаках в виде их средних значений / Л. В. Уткин, Ю. А. Жук, И. А. Селиховкин // Искусственный интеллект и принятие решений.— 2012. — С. 71–81.
11. Мюллер А., Введение в машинное обучение с помощью Python. Руководство для специалистов по работе с данными / А. Мюллер, с. Гвидо // Вильямс — 2017.— 393 с.
12. Алексеева, В. А. Использование методов машинного обучения в задачах классификации / В. А. Алексеева // Автоматизация процессов управления.— 2015 (март).— № 3(41). — С. 58–63.

Исследование эффективности методов борьбы с альтернативным мнением в социальных сетях

Мышева Ольга Александровна, студент магистратуры

Научный руководитель: Лебедева Людмила Николаевна, кандидат физико-математических наук, доцент
Санкт-Петербургский государственный экономический университет

В статье изучается эффективность различных методов воздействия на мнения агентов в социальных сетях путем построения имитационных моделей.

Ключевые слова: социальные сети, имитационный анализ, моделирование социальных сетей.

Введение

Сегодня все больше людей проводят свое время в социальных сетях и информацию об окружающем мире и новостях получают именно из социальных сетей, а на основе этой информации формируют свое мнение. Нередко общественное мнение формируется направленно, молодежь достаточно часто берет информацию исключительно из социальных сетей. Поэтому на данном этапе развития так важно рассмотреть, как именно можно влиять на это мнение.

В данной статье рассматривается эффективность различных методов воздействий на мнения агентов социальной сети. В большинстве исследований рассматривается либо моделирование социальных сетей, либо методы воздействия на мнения ее участников, однако данная проблема стоит достаточно остро и стоит совместить данные проблемы. Основной целью данной статьи является изучение эффективности методов воздействия на агентов социальной сети, а задачи состоят в выявлении данных методов, построении моделей имитирующих их и сравнительный анализ прихода к исследуемому мнению.

Основные понятия и обоснование выбора

Социальная сеть — это платформа, онлайн сервис или веб-сайт, предназначенные для построения, отражения и организации социальных взаимоотношений, визуализацией которых являются социальные графы [1]. Исходя из данного определения и будет строиться соответствующая имитационная модель.

Типы воздействий подобраны исходя из доступных в популярнейшей в России социальной сети «ВКонтакте». По данным Mediascope, соцсеть «ВКонтакте» входит в топ-10 самых популярных ресурсов в России, занимая четвертое место. Около 50% аудитории рунета посещает «ВКонтакте» ежедневно, а за месяц охват достигает 78% [2]. Всего аудитория включает 73 миллиона пользователей из России [3]. Таким образом, рассмотренные модели будут применимы к широкому кругу лиц.

Одним из классических представлений сетей являются графы, а они определяются матрицей влияния [4]. Матрица влияния — матрица характеризующая связь между агентами и степень их влияния друг на друга. Мнения агентов задаются числами. Элемент матрицы влияния a_{ij} отражает степень влияния j -ого агента на i -ого, или степень доверия i -ого j -ому [5].

В целях исследования возьмем малую социальную сеть с тремя группами и 27 простыми пользователями. Масштабы реальных социальных сетей куда больше, но, во-первых, редко когда исследователя интересует социальная сеть в целом, обычно есть некая целевая аудитория, а она может быть весьма малочисленной. Во-вторых, можно рассматривать каждого агента-пользователя в качестве некой группы людей: домохозяйства, рабочего коллектива и прочего. В-третьих, для выявления наиболее эффективного метода, нет необходимости исследовать сеть в целом, а можно работать с данными гораздо меньшей размерности. В-четвертых, слишком большое число агентов не позволяют детально изучить механизмы из-за слишком большого числа изменений.

Достаточно часто мнение агентов можно разделить на 2 группы, нередко одно из них не устраивает некий субъект. Поскольку информация в социальных сетях может быть неверной или подаваться в урезанном или искаженном виде или просто быть устаревшей, а пользователи весьма редко ее проверяют, то возникает необходимость борьбы с альтернативной информацией.

Обзор моделей

Таким образом были построены 5 различных моделей, которые показывают различные методики воздействия на мнения агентов или поведение сети без данного воздействия. Всего возможных воздействий три: блокировка агента, распространяющего информацию или его записи, информирование агента, убеждение агента. Разница между информированием и убеждением заключается в возможности в последующем сменить мнение. То есть если агента проинформировать, он может под влиянием мнения окружающих принять иную позицию, а вот если убедить, то его мнение больше не изменится.

Матрицу влияния зададим случайным образом, но первые 3 агента группы, поэтому они не будут подвергаться влиянию пользователей. Коэффициент доверия себе 0,5, и по 0,25 другим группам, то есть считаем данные группы равнозначными. Для остальных агентов элементы случайные числа, 500 из которых будут заменены нулями для устранения связей. После сама матрица будет нормирована. После будут созданы модели с вероятностью 30% агент мнение менять не будет, в остальных случаях вычисляется вероятность принять то или иное мнение, в зависимости от мнений связанных с ним агентов, кроме того задана минимальная веро-

ятность, что агент либо проверит информацию (в случаях публикации недостоверной), либо примет исследуемое мнение по некой внешней причине находящейся вне исследуемой области. Причем формирование мнений агентов на каждом шаге происходит не одновременно, а поэтапно. Первоначально все агенты неосведомлённые, кроме первой группы, она имеет альтернативное мнение.

Результаты моделирования

Для получения статистики были проведены имитационные эксперименты, однако результаты оказываются различны при одинаковой матрице влияния, поэтому для анализа будет взято два вида данных. Для каждого вида проведена 1000 экспериментов. Всего возможных моделей 6: без воздействия, с блокировкой агентов с альтернативным мнением, с информированием агента, с убеждением агента, комбинированная 1 (совместно информирование и блокировка), комбинированная 2 (совместно убеждение и блокировка).

Основные показатели полученных данных приведены в таблице 1. Можно заметить, что различия между данными, полученными по единой или изменяемой матрице, несущественны и для дальнейшего анализа можно использовать любой из наборов, что также говорит о случайном характере развития ситуации. Это позволяет использовать случайные матрицы, а не пытаться выявить реальную.

Можно заметить, что худший результат дает модель без информирования, однако стоит отметить, что модель с блокировкой также показала себя весьма плохо. В остальном лучший результат дают модели с убеждением, но это возможно только при наличии источника, которому агенты абсолютно доверяют. Ниже на Рис. 1 показаны гистограммы распределения шагов прихода к исследуемому мнению для различных моделей, стоит отметить, что масштаб существенно различается.

По рисунку хорошо видно, что даже самое малоэффективное воздействие — блокировка, оказывает существенное влияние на максимальное время работы модели. Также следует отметить, что масштабы у всех гистограмм различны, что затрудняет совместный анализ. Кроме того заметно, что некоторые значения вероятнее всего являются выбросами. Но из гистограмм становится понятно, что модели имеют существенные различия по силе воздействия. Для анализа дальнейшего анализа построена диаграмма ящик с усами, ее можно видеть на Рис. 2.

Таблица 1. Основные показатели данных

Показатель	При одной матрице			При разных		
	среднее	СКО	медиана	среднее	СКО	медиана
Без вмешательства	129,536	114,9	96	133,16	131,9	87
С информированием	30,979	20,6	25	31,563	19,7	27
С убеждением	17,112	8,9	15	17,619	8,4	15,5
С блокировкой	82,254	94,5	44	83,745	93,6	46
Комбинированная 1	24,521	16,9	20	23,667	15,7	19
Комбинированная 2	11,839	3,7	11	11,606	3,5	11

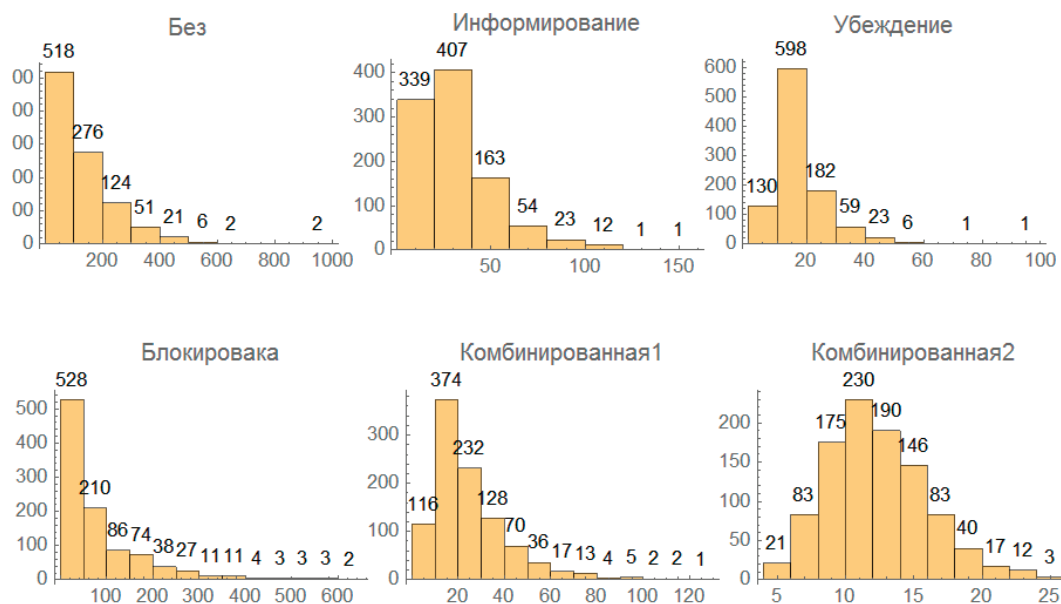


Рис. 1. Отдельные гистограммы шагов прихода к исследуемому мнению

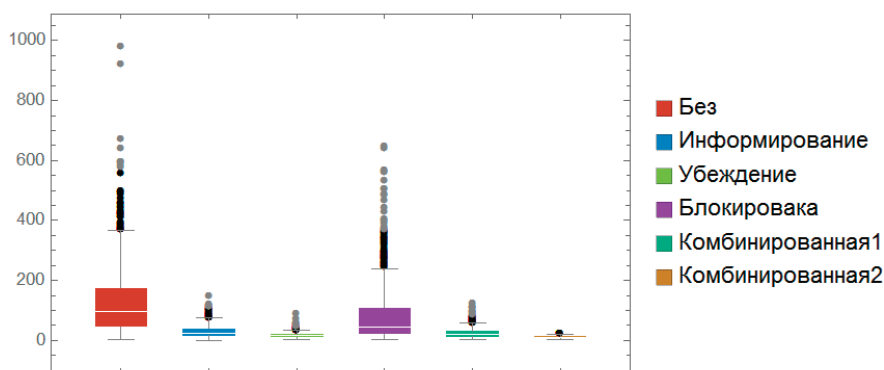


Рис. 2. Ящик с усами шагов прихода к исследуемому мнению

Стоит отметить, что наибольшими выбросами характеризуется модель без влияния и модель блокировки, хотя добавление модели блокировки к модели убеждения существенно сокращает разброс. Это позволяет уменьшить вероятность того, что процесс будет идти слишком долго.

Заключение

Из всего вышеперечисленного стоит отметить, что модель блокировки сама по себе достаточно малоэффективна, однако ее добавление к моделям, предполагающих информирование агента, улучшает показатели. Таким образом, были построены

имитационные модели социальных сетей. Изучены возможности применения в моделях социальных сетей управляющих воздействий. Данные модели охватывают задачи, возникающие при использовании социальных сетей.

Кроме того, построены модели помогут оптимизировать выбор управляющего воздействия, а дальнейшее исследование в данной области может помочь создать более совершенный механизм противодействия распространения какого-либо мнения. Поэтому данное исследование весьма актуально, поскольку государству и частным лицам стоит обратить свое внимание на проблемы неконтролируемости информации.

Литература:

1. Социальная сеть — это [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/60759> (дата обращения: 11.05.2022)
2. Аудитория шести крупнейших соцсетей в России в 2020 году [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://ppc.world/articles/auditoriya-shesti-krupneyshih-socsetey-v-rossii-v-2020-godu-izuchaem-insayty/> (дата обращения: 09.05.2022).

3. Динамика Vk.com [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://webindex.mediascope.net/report/dynamic?byGeo=2&byDevice=3&byDevice=1&byDevice=2&byMonth=202109&id=16571> (дата обращения: 10.05.2022)
4. Горковенко, Д. К. Обзор моделей распространения информации в социальных сетях / Д. К. Горковенко. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 8 (142). — С. 23–28. — URL: <https://moluch.ru/archive/142/39946/> (дата обращения: 12.05.2022).
5. Губанов Д. А. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства / Под ред. гл.-корр. РАН Д. А. Новикова — М.: Издательство физико-математической литературы. — 2010. — 228 стр.

Электронный дневник в сфере дополнительного образования

Невретдинова Диляра Фаиковна, студент
МИРЭА — Российский технологический университет (г. Москва)

В статье автор пытается провести анализ электронного ресурса в сети интернет.

Ключевые слова: электронный дневник, дополнительное образование, учет успеваемости, разработка веб-приложения.

Образовательные учреждения ежедневно сталкиваются с большим потоком документооборота. Ежегодно объем информации, который приходится обрабатывать сотрудникам школы, неуклонно растет.

Все школы на данный момент работают в каких-либо электронных журналах, это давно стало необходимостью. Электронный журнал — это цифровая версия школьного журнала, где отмечают пропуски, оценки, записывают темы урока. Система сама высчитывает средний балл и делает отчеты об успеваемости.

К сожалению, не во всех учреждениях дополнительного образования используются средства автоматизации учебного процесса. Поэтому было решено создать электронный дневник ученика музыкальной школы. Процесс обработки информации и качество процесса обучения станут намного эффективнее.

Веб-сайт «Электронный дневник ученика музыкальной школы» спроектирован, чтобы упростить образовательный процесс как для преподавателей, так и для школьников. Веб-приложение предоставляет информацию об оценках, пропусках, расписании, мероприятиях, домашних заданиях.

Целью разработки электронного дневника является:

1. Автоматизировать контроль качества процесса обучения;
2. Удобное ознакомление с домашним заданием, расписанием и оценками, предоставленными ученикам;
3. Уведомления о мероприятиях и событиях.

Предметной областью для данной работы является исследование сервисов для учета успеваемости учеников в общеобразовательных школах и учреждений дополнительного образования.

Веб-приложение, который позволит собирать, обрабатывать и выдавать информацию об учениках, может значительно ускорить процесс обучения. Основной задачей веб-сайта является автоматизация деятельности учета оценок, пропусков и опозданий в школе и упрощение работы учителей и учеников.

Для удобной загрузки, обработки и возврата обработанных данных необходимо иметь централизованную систему, выполняющую эти требования.

Для правильного функционирования подобной системы необходимо, чтобы все компоненты работали стабильно.

Аудиторию целевого рынка составляют ученики школ дополнительного образования, преподаватели музыкальных школ, родители учеников.

Был проведен опрос среди преподавателей и учеников детской музыкальной школы «ДШИ им. с. И. Мамонтова» [1]. Опрос состоял из нескольких вопросов как для преподавателей, так и для учеников:

1. Повлияет ли появление электронного дневника на скорость обучения и качество образования?
2. Удобно ли получать информацию об успеваемости и посещениях в формате электронного дневника?

Результаты опроса представлены на диаграммах (рис. 1 и 2).

По результатам опроса можно сделать вывод, что электронным дневником будут пользоваться и ученики, и преподаватели. Веб-приложение поможет улучшить качество дополнительного образования.

На сегодняшний момент разработаны различные веб-сайты для учета успеваемости и посещения учеников, их список постоянно пополняется. Рассмотрим более детально каждый из этих сервисов.

ЭлЖур. Удобный в использовании журнал, разработанный компанией, которая также занимается и другим ПО для нужд образовательных учреждений. На сайте проходят вебинары по использованию журналов в школах. Есть техническая поддержка. В системе отображается полная статистика и представлены все необходимые расчетные показатели. Отчеты в школе, которые раньше заполнялись вручную, Электронный журнал создает автоматически [2].

Дневник.ру. Образовательная платформа электронной среды для учителей, учеников и их родителей, администраций образовательных организаций, а также представителей органов исполнительной власти [3]. К основным функциям относят:

1. Круглосуточный доступ к оценкам, расписанию и домашним заданиям;
2. Электронное обучение;



Рис. 1. Результаты опроса № 1



Рис. 2. Результаты опроса № 2

3. Полезные и удобные сервисы и приложения;
4. Автоматизация зачисления в образовательные организации;
5. Содействие в реализации государственных и муниципальных услуг в сфере образования в электронном виде;
6. Региональная и федеральная статистика и отчеты.

МЭШ. МЭШ — Московская Электронная Школа [4]. МЭШ — это первый шаг в создании единой образовательной цифровой среды. Веб-сайт наполнен основными функциями: учет успеваемости и посещение учреждения учениками, связь с преподавателями, доступ к просмотру домашних работ и отчетам об их выполнении. Отличается от вышеперечисленных систем новыми функциями. Позволяет преподавателям улучшить процесс обучения и усвоения материала, например, создавать и использовать тесты. Также имеется масштабная библиотека для учеников с доступными видеоуроками и лекциями.

Основной задачей проекта является автоматизация деятельности учета оценок, пропусков и опозданий в музыкальной

школе и упрощение работы учителей и учеников. Перед началом работы необходимо предъявить к системе конкретные требования, а также определить ее границы.

Система «Электронный дневник учета успеваемости ученика музыкальной школы» должна вести автоматизированный учет успеваемости и посещаемости учеников. Дневник ученика предназначен для комплексного информационно-аналитического обеспечения процессов учебного заведения, а также улучшения качества получения дополнительного образования, должен выполнять следующий ряд задач:

1. Возможность регистрации и авторизации на веб-сайте;
2. Просмотр информации о каждом учащимся в личном кабинете;
3. Формирование учебных групп;
4. Предоставление с возможностью редактирования преподавателям расписания занятий и предстоящих событий, учебных материалов, домашних заданий и оценок;

5. Предоставление учащимся расписания занятий и предстоящих событий, учебных материалов, домашних заданий и оценок;

6. Предоставление учащимся дополнительной информации о школе, занятиях и мероприятиях;

7. Ввод и редактирование учебного плана.

В системе присутствуют три вида пользователей: «Учащийся», «Преподаватель» и «Администратор».

«Учащийся» имеет право просмотра оценок, домашнего задания, расписания, учебных материалов и информации, которая будет публиковаться в электронном дневнике.

«Преподаватель» имеет право редактировать оценки, домашнее задание, выкладывать учебные материалы, а также оставлять комментарии к оценкам.

«Администратор» включает в себя те же права, что и пользователь «Преподаватель», а также: регистрация новых пользователей, формирование учебных групп из числа пользователей «Учащийся», создание дисциплин и прикрепление к ним учебных групп и преподавателей.

Учащиеся музыкальной школы должны иметь доступ к информации, только той учебной группы и дисциплин, к которым они прикреплены.

Преподаватели должны иметь доступ и возможность редактирования информации, только тех учебных групп и дисциплин, к которым они прикреплены.

Преподаватели должны иметь возможность оставлять комментарии к работе на уроке, домашним заданиям и оценкам каждого учащегося, закрепленной за ними учебной группы.

Преподаватели должны иметь возможность отмечать своевременную сдачу, сдачу с опозданием либо отсутствие сдачи работы учащегося.

Система должна выполнять все требования при условии подключения нескольких пользователей одновременно.

Система должна восстанавливаться после сбоя в течение 5 минут.

Доступ к сайту должен осуществляться через Google Chrome версии 75 или новее, Mozilla Firefox версии 68 или новее, а также Opera версии 62 или новее.

Система имеет модульную структуру, включающую в себя следующие модули:

- модуль раздела «Личный кабинет»;
- модуль раздела «Расписание»;
- модуль раздела «Мой дневник»;
- модуль раздела «Оценки».

Система должна выполнять следующие функции:

— предоставление информации об успеваемости, расписании и событиях;

— поддержка пользователей в чате технической поддержки.

Требования к функциям, которые будет выполнять система показана в формате таблицы (таблица 1).

Для успешной реализации программного продукта необходимо провести анализ среды разработки, которые должны соответствовать требованиям [5]:

1. Функциональность — возможности программного обеспечения для реализации требуемых задач, инструментарий и разнообразность встроенных функций;

2. Надежность — способность программного обеспечения работать без ошибок и отказа компонентов на протяжении всего срока эксплуатации или времени, требуемого для решения поставленных задач;

3. Эффективность — способность программного обеспечения выполнять поставленные задачи сохраняя общую производительность, не перегружая систему, в которой оно установлено;

4. Портативность — способность программного обеспечения работать в различных операционных системах, а также возможность его переноса в другую систему без потери в функционале;

5. Доступность — лёгкость в получении программного обеспечения.

Таблица 1. Требования к функциям (разработано автором)

Функция	Задача
Просмотр информации для ученика	Просмотр оценок Просмотр расписания Просмотр домашних заданий Просмотр записей Просмотр комментариев, оставленными от преподавателей
Просмотр и редактирование для преподавателей	Просмотр и редактирование оценок Просмотр расписания Просмотр и редактирование домашних заданий Просмотр записей Просмотр и редактирование комментариев от преподавателей
Работа с пользователями	Регистрация пользователей Авторизация пользователей Просмотр личного кабинета
Хранение и обработка данных в БД	Добавление данных в БД Создание резервных копий в БД
Поддержка пользователей в чате технической поддержки	1. Информирование в чате о сбоях системы

Литература:

1. ДШИ им с. И. Мамонтова [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mamontov.arts.mos.ru/> (дата обращения: 16.05.2022)
2. ЭлЖур [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://eljur.ru/> (дата обращения: 17.05.2022)
3. Дневник.ру [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://dnevnik.ru/> (дата обращения: 17.05.2022)
4. МЭШ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://school.mos.ru/> (дата обращения: 17.05.2022)
5. Характеристики качества программного обеспечения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://studref.com> (дата обращения: 18.05.2022)

Сравнительный анализ систем производственного планирования в разрезе работы с альтернативными цепочками производственных операций

Обухов Константин Олегович, студент магистратуры
Астраханский государственный технический университет

В статье описана проблема планирования технологических процессов, имеющих альтернативные цепочки выполнения производственных операций. Рассматриваются основные системы производственного планирования (как отечественные, так и зарубежные) в контексте работы с вариативностью в технологическом процессе изделий.

Ключевые слова: производственное планирование, системы планирования, альтернативные цепочки операций.

Задачи календарного планирования встают перед производителями различной мощности и направленности. Данную задачу решают различными методами внутри предприятия. Очень часто планирование производится вручную, либо при помощи средств, не совсем подходящих для этой задачи (например, MS Excel или его аналогов). Однако в наше время существуют целые классы автоматизированных систем, способных быстро и эффективно решать задачи построения производственных планов и расписаний. На данный момент выделяют несколько типов систем планирования производства — это ERP, APS и MES-системы. Каждый из этих классов систем работает на различных уровнях производства и имеет разные цели, достоинства и недостатки.

Большой процент систем производственного планирования работает с определенной структурой технологического процесса, называемой деревом спецификаций. Спецификация создаётся на конкретное изделие (как правило, ничто не мешает создать несколько спецификаций на какое-либо из-

делие). Спецификация описывает техпроцесс изделия в виде последовательности операций, каждая из которой имеет потребности в материалах (в том числе и в других изделиях) и используемом оборудовании. Как правило, в таких структурах заранее указан порядок выполнения операций внутри техпроцесса.

Однако существуют производства, для которых неприменимо представление технологического процесса в такой форме при планировании. Здесь можно выделить два различных аспекта. Во-первых, техпроцесс изделия представляется в линейном виде — каждая операция выполняется последовательно. В некоторых случаях при планировании техпроцесс нужно представить в нелинейном виде — например, в виде графа, вершинами которого являются производственные операции, а ребрами — связи предшествования между ними (при наличии связи подразумевается, что одна работа не может быть выполнена до тех пор, пока не будет выполнена другая). Графически это можно представить следующим образом (рисунок 1).

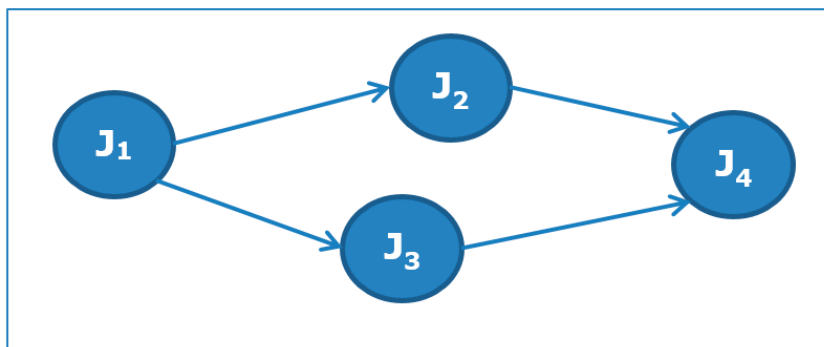


Рис. 1. Представление техпроцесса в виде графа

Один из примеров использования подобных техпроцессов — кабельная промышленность. При производстве жгутов проводов появляется вариативность в выполнении операций по конкретному изделию — можно в произвольном порядке установить контакт или уплотнитель на одну из сторон провода. Для таких случаев представление техпроцесса в виде дерева спецификаций либо невозможно, либо затруднительно (при этом выбирается какой-то один произвольный порядок выполнения операций, что может понизить показатели построенного на его основе расписания).

Во-вторых, в некоторых случаях при построении расписания нужно сделать выбор между несколькими равнозначными с точки зрения нормативного техпроцесса цепочками производственных операций. Простой пример — у нас есть поточная линия, которая может выполнять несколько операций за определённое время, и при этом есть альтернативные ресурсы, позволяющие выполнять эти же операции, но по отдельности. Графически это можно представить следующим образом (рисунок 2).

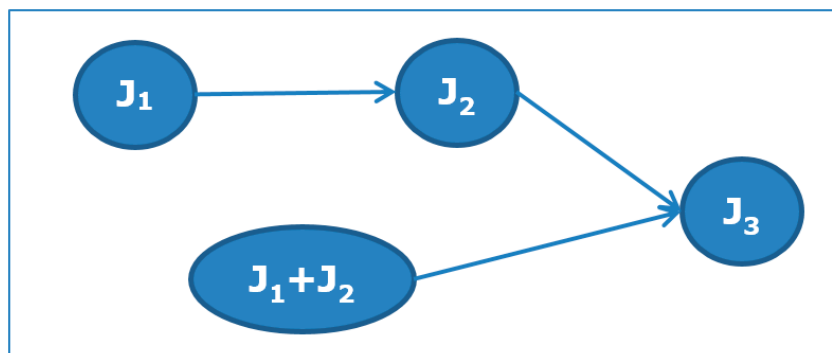


Рис. 2. Выбор из двух цепочек операций

Данный пример можно расширить — например, выбирать цепочки работ из различных нормативных техпроцессов. Количество таких выборов может быть большим в рамках одного заказа, и полный перебор всех возможных вариантов может приводить к комбинаторному взрыву.

Описанные выше сценарии актуальны на этапе краткосрочного (иначе говоря, оперативного) планирования производства, на выходе которого — производственное расписание, в котором четко (вплоть до минут или секунд) указывается, к какому времени нужно выполнить конкретную операцию.

Рассмотрим наиболее известные на российском рынке системы производственного планирования с целью проверки их применимости для описанных выше сценариев. В процессе анализа будем учитывать следующие характеристики:

- 1) Возможность и невозможность параллельного выполнения операций внутри одного полуфабриката (заготовки);
- 2) Учёт альтернативных цепочек выполнения операций и различных переходов между операциями (например, при выполнении одной из доступных операций открывается доступ к последующим операциям в техпроцессе, при этом возможны исключения, вызванные спецификой производства).

Рассмотрим ряд систем, позволяющие выполнять задачи построения оперативного плана (расписания) производства. В рамках данной статьи будут рассматриваться решения класса APS, MES и ERP с большим уклоном на описанные в постановке задачи характеристики. Наиболее известными и используемыми на российском рынке системами являются Opcenter APS (бывш. Siemens Preactor), BFG iMES, SAP APO и 1C: ERP.

Рассмотрим системы класса APS. Данные системы позволяют построить укрупненное расписание работы ресурсов (оборудования и т. д.), учитывая при этом графики поставок и исходную обеспеченность материалами всего производства.

Как правило, такие системы работают с большими наборами операций и оборудования, что вкупе с высокой размерностью задачи построения плана даёт только приближенные результаты, но даёт их в долгосрочной перспективе. Расписание, как правило, строится для всего предприятия (в отличие от, например, MES-систем, где чаще всего планирование происходит в рамках одного цеха без учета обеспеченности его материалами).

Наиболее известной APS-системой является система Opcenter APS (Siemens Simatic IT Preactor) [1]. Opcenter APS — это достаточно объемная по своему функционалу система планирования. Данная система реализует три основных сценария — долгосрочное, оперативное и среднесрочное планирование. Долгосрочное планирование позволяет рассчитать затраченные производственные мощности предприятия на длительном промежутке времени. Как правило, такой тип планирования используется для того, чтобы понять, успеет ли предприятие выпустить заказы в срок, и необходимо ли будет вводить дополнительные смены либо отдавать часть работ на аутсорсинг для того, чтобы успеть в срок.

Одно из основных преимуществ системы Opcenter APS — это её гибкость. Импорт данных в систему возможен как посредством некоторых интеграционных подсистем (для импорта из внешних систем учёта), так и посредством мастера импорта, позволяющего импортировать данные из различных форматов данных. Система внедрена и используется в различных предприятиях, от металлургической до пищевой промышленности. Помимо инструментов планирования, система предоставляет работу с цепочками поставок, учетом материалов на предприятии и многие другие возможности, характерные для систем класса APS. Ещё одно достоинство Opcenter APS — гибкий механизм работы с отчётами, позволяющий построить практи-

чески любые отчёты по построенному плану и расписанию, начиная от выдачи сменно-суточных заданий до более сложных и объёмных.

Orcenter APS позволяет достаточно быстро строить производственные планы и расписания для большого количества операций (от десятков тысяч), а также умеет группировать производственные операции по их различным параметрам, что можно использовать, например, для минимизации производственных переналадок. Техпроцессы в Orcenter APS описаны в несколько упрощённом виде — их можно представить в виде графа, вершинами которого являются операции, а ребрами — связи предшествования. Несмотря на такую простую структуру, в системе можно настроить различные параметры для операций, например, выбор доступных ресурсов для каждой операции (в том числе — с учетом того, какой ресурс назначен на предыдущую операцию), что позволяет расширить возможные сценарии планирования.

Система также позволяет хранить несколько различных вариантов расписания, интерактивно взаимодействовать с ним, а также производить сценарное планирование, меняя различные параметры производства для перестроения расписания и сравнения его с другими вариантами.

Orcenter APS является коммерческим продуктом, и имеет несколько редакций с различным функционалом и ценой (Standard, Professional, Ultimate). Версия Standard представляет собой базовую систему планирования, учитывающую такие основные ограничения, как первичные ресурсы и доступность материалов. Версия Professional позволяет настраивать правила распределения материалов, а также включает группировку операций, описанную выше. Версия Ultimate включает весь функционал системы.

Кроме того, отдельно оплачивается внедрение (которое делается под конкретное предприятие различными фирмами, сотрудничающими с Siemens). Общая стоимость продукта, как правило, достаточно высокая. Система является зарубежной и имеет закрытый исходный код, что можно тоже считать недостатком из-за развития импортозамещения в нашей стране. Гибкость продукта частично зависит и от выбранной редакции — так, например, при необходимости кардинально менять логику алгоритмов планирования придётся оплатить самую дорогую редакцию — Ultimate.

Одна из наиболее известных систем планирования, разработанная в нашей стране — это 1С: ERP [2]. Данная система предоставляет несколько уровней планирования — объёмно-календарный, межцеховой и внутрицеховой уровни планирования. По своей специфике система больше всего подойдёт предприятиям, которые занимаются серийным производством, в которых менее важна детализация до уровня отдельных операций, но при этом очень важно получить некоторый укрупнённый график производства на межцеховом уровне. Детализация плана до уровня операций происходит только на уровне внутрицехового планирования.

Автоматическое планирование доступно для последних 2 уровней производства, при этом на межцеховом уровне учитываются графики поставок и наличие запасов материалов, а также укрупнённые требования к оборудованию. На внутри-

цеховом уровне учитываются только детальные требования к оборудованию. В качестве алгоритма планирования используется «жадный» алгоритм, имеющий среднюю производительность, что может оказаться критичным для предприятий, работающих одновременно с большим количеством заказов. Описание техпроцесса — классическое дерево спецификаций без возможности указания альтернативных цепочек их выполнения. Однако система поддерживает альтернативные техпроцессы, которые указываются непосредственно при создании заказа, а не выбираются при планировании, что для некоторых видов производств может оказаться большим недостатком. Построенный план может оптимизироваться по уменьшению стоимости работ или их длительности исполнения. Интерактивное изменение уже построенного расписания, как в том же Orcenter APS, не такое гибкое, и позволяет только менять некоторые параметры у запланированных операций, а также перепланировать один или несколько заказов целиком. Возможность хранения нескольких вариантов расписания отсутствует.

Стоимость системы 1С: ERP достаточно высокая, что вкупе со стоимостью интеграции и обучения пользователей может стать критичным фактором для небольших предприятий (как правило, проекты по внедрению 1С: ERP обходятся в миллионы рублей). Кроме того, средства внутрицехового планирования у 1С: ERP крайне скудны, и очень часто для задачи построения расписания используют другие системы (например, тот же Orcenter APS с интеграцией) [3].

Помимо 1С: ERP существуют ещё несколько российских систем, решающих задачи планирования производства. К их числу относятся решения компании BFG Group, в частности системы BFG Simulation и BFG iMES [4]. Они представляют собой платформу управления производством на основе «цифрового двойника» — некоторой оптимальной модели производства, созданной с применением технологий искусственного интеллекта. Система BFG Simulation представляет собой систему поддержки принятия решений, основная задача которой — имитационное моделирование различных сценариев производства с оценкой и сравнением результатов. Система BFG iMes представляет собой классическую APS/MES-систему с базовыми возможностями моделирования. Так же как и в аналогах, BFG iMes поддерживает такие типы планирования, как долгосрочное, среднесрочное и оперативное планирование. Система использует классическое представление техпроцесса в виде дерева спецификаций, где для каждого узла/ДСЕ указана фиксированная последовательность выполнения операций. Долгосрочное планирование поддерживает различные настройки моделирования и одновременное хранение нескольких планов с возможностью их сравнения, его горизонт — в районе 6 месяцев. Тактическое (среднесрочное) планирование имеет горизонт в 1 месяц, его основная цель — оценка исполнимости плана с учётом незавершённого производства (НЗП). На выходе тактического планирования — план запуска-выпуска продукции. На этапе оперативного планирования производится выдача сменно-суточных заданий.

Помимо Orcenter APS существует ещё несколько зарубежных систем автоматизированного планирования производства, которые менее известны в нашей стране. Одной из таких

систем является решения SAP APO (Advanced Planner and Optimizer) [5]. Конкретно для задач производственного планирования используют связку из модуля PPDS (Production Planning and Detailed Scheduling), внедренного в ERP-систему SAP S/4HANA. Данная система является достаточно объёмной и сложна в освоении. Система поддерживает как автоматическое (в том числе с возможностью корректировки), так и ручное планирование, обеспечивает оптимизацию расписания по ряду критериев. Оптимизацию можно выполнять по таким критериям, как минимизация длительности производственного цикла, стоимости и времени переналадок, а также рядом других. Также система имеет богатый функционал по управлению производственными партиями (включая их разделение и автоматическую группировку при планировании), материалами и ком-

плектуемыми и предоставляет как predetermined отчеты, так и возможность создания собственных. Кроме того, данная система поддерживает работу с альтернативными цепочками операций, которые в рамках SAP APO называются альтернативными последовательностями [6].

В общем и целом система SAP APO является достаточно сложной, но при этом имеет богатый функционал. Больше всего эта система подходит для больших предприятий. Стоимость покупки и внедрения системы достаточно высока. Кроме того, SAP представляет собой преимущественно облачную платформу, что может быть недостатком для некоторых производств.

Таким образом, в рамках сравнительного анализа систем производственного планирования была построена следующая сравнительная таблица (таблица 1):

Таблица 1. Сравнение систем производственного планирования

	Opcenter APS	1C: ERP	BFG iMES	SAP APO + PPDS
Виды планирования	Долгосрочное, среднесрочное, оперативное	Долгосрочное, среднесрочное, оперативное (детализация до операций только на последнем уровне)	Долгосрочное, среднесрочное, оперативное	SNP — среднесрочное PPDS — оперативное
Производительность при расчете расписания	Высокая	Средняя	Высокая	Высокая
Альтернативные цепочки операций	+/- (нет в явном виде, но можно смоделировать похожие сценарии)	-	-	+ (импорт из ERP-системы SAP)
Стоимость внедрения	высокая	высокая	средняя	высокая
Отечественное ПО	-	+	+	-

Из данной таблицы можно сделать следующий вывод — на рынке систем автоматизированного планирования производства существуют решения, позволяющие выбирать одну из нескольких альтернативных цепочек выполнения производственных операций, однако эти решения имеют высокую стоимость внедрения, а также не являются отечественным ПО, что может быть неприемлемым для отдельных отраслей промышленности. При этом специфика работы некоторых пред-

приятий подразумевает наличие подобных цепочек даже при наличии некоторого линейного нормативного техпроцесса. Учитывая, что на данный момент ряд вендоров систем планирования (в том числе SAP и Siemens) ушли с российского рынка, потребность в разработке отечественных систем планирования, позволяющих работать, в том числе и с альтернативными цепочками операций, становится как никогда актуальной.

Литература:

1. SIMATIC IT Preactor APS. — Текст: электронный // Siemens Software: [сайт]. — URL: <https://www.plm.automation.siemens.com/global/ru/products/manufacturing-operations-center/preactor-aps.html> (дата обращения: 18.05.2022).
2. «1C: ERP Управление предприятием» — эффективное решение для автоматизации крупного и среднего бизнеса. — Текст: электронный // 1C: [сайт]. — URL: <https://v8.1c.ru/erp/> (дата обращения: 18.05.2022).
3. Сафаров, с. И. Улучшение пооперационного планирования в 1C: ERP 2.4 внешними средствами / с. И. Сафаров. — Текст: электронный // ai-news: [сайт]. — URL: https://ai-news.ru/2020/03/uluchshenie_pooperacionnogo_planirovaniya_v_1s_erp_2_4_vneshnimi_sredstvami.html (дата обращения: 18.05.2022).
4. Цифровой двойник производства, APS/MES система BFG Group — сквозное управление производством. — Текст: электронный // BFG Group: [сайт]. — URL: <https://bfg.ai/> (дата обращения: 18.05.2022).
5. Процесс PP/DS. — Текст: электронный // (Библиотека SAP — Производственное и точное планирование (PP/DS)): [сайт]. — URL: https://help.sap.com/doc/saphelp_scm70/7.0/ru-RU/23/6377372b3c602be1000009b38f8cf/content.htm?no_cache=true (дата обращения: 18.05.2022).

6. Интеграция технологических карт. — Текст: электронный // Библиотека SAP — Интеграция основных данных: [сайт]. — URL: https://help.sap.com/doc/saphelp_scm70/7.0/ru-RU/99/ed3a981d0f11d5b3fc0050dadf0791/content.htm?no_cache=true (дата обращения: 18.05.2022).

Создание методики выбора инфотелекоммуникационной платформы управления складским комплексом

Полякова Татьяна Игоревна, студент магистратуры;
Белоусова Юлия Олеговна, студент магистратуры
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

В статье представлена методика выбора WMS-системы на основе алгоритма действий организации, а также отбор по базовым критериям и оценка методом рейтинговых оценок.

Ключевые слова: WMS-система, оценка, метод рейтинговых оценок, базовые критерии, функциональные требования, нефункциональные требования, анализ, поставщик.

Большинство развивающихся предприятий на определенном этапе деятельности принимают решение о внедрении соответствующей нуждам информационной системы (ИС). Такое решение позволяет повышать конкурентоспособность в рыночной борьбе и позволяет эффективнее управлять организацией.

Сфера складской логистики также является объектом пристального внимания. Складские комплексы, как одна из самых важных составляющих складской логистики, содержат в себе сложную функциональную структуру, включающую перечень взаимосвязанных и дополняющих друг друга компонентов логистической системы.

В современных реалиях только на российском рынке WMS-систем представлено более 60 полноценных решений для оптимизации и управления складским комплексом [3, с. 45]. Таким образом, перед руководством компаний при приобретении WMS-системы, стоит сложная задача: как сделать корректный выбор и не обмануть собственные ожидания.

Основная цель статьи — сформировать общую систему выбора WMS поставщика, подходящую для организаций любой сферы. В данном исследовании разработанная система представлена в виде последовательном перечне этапов, описанных далее.

Этап 1: Самоанализ. Прежде, чем начать рассматривать предложения рынка поставщиков WMS-систем, организации следует провести ряд подготовительных действий. Выбор, внедрение и поддержание WMS-системы — процесс, требующий вложения ресурсов, необходимо не только выделить средства из бюджета и спланировать временные затраты, но и назначить ответственное лицо или даже ответственную команду.

Главный момент этого этапа, который необходимо осознать — смысл автоматизации. Организации необходимо четко понимать, какие цели она планирует достичь внедрением системы. В некоторых случаях компании необходимо лишь достичь четкого учета и порядка, что может достигаться лишь внедрением нескольких поддерживающих модулей, а не целой системы, состоящей из 10–15 таких модулей. В других случаях требуется сокращения затрат времени на выполнения операций персонала и техники, повышение качества сервиса, расширения перечня предлагаемых услуг и т. п., что потребует внедрения целой WMS-системы. Сформулировав список конкретных целей с ранжированием по приоритетности, организация сможет понять масштаб внедрения [3, с. 98].

Следующий шаг первого этапа — описание текущих технологических процессов и составление карты требований к процессу. Организация может также попробовать определить узкие места — процессы (часть процессов), где чаще всего фиксируются ошибки. На основе описанных процессов составляется список функциональных и нефункциональных требований к поставщику WMS-систем.

Этап 2: Анализ рынка. Только после завершения этапа самоанализа можно переходить к предварительному анализу рынка поставщиков WMS-систем. Организации необходимо выделить от 5 до 10 наиболее важных для нее критериев, по которым будет проведен отбор поставщиков, которыми организация будет готова связаться для проведения дальнейшей подробной оценки. Например, критерии могут быть сформированы для отсеивания потенциально ненадежных поставщиков:

- организация существует на рынке более 5 лет;
- организация провела более 500 успешных проектов внедрения;
- организация предлагает гарантийное обслуживание;
- организация должна иметь прозрачную бухгалтерскую и финансовую отчетность за последние 3 года, чистая прибыль должна быть положительной;
- у организации не должно быть большого количества судебных разбирательств и исполнительных производств (не более 5) [1, с. 184].

Список выбранных на этом этапе организаций не должен превышать 8–10 участников.

Этап 3: Подробный анализ WMS-систем, предлагаемых поставщиками, выбранных на предыдущем этапе. Организации необходимо предоставить поставщикам список функциональных и нефункциональных требований, определенный на втором этапе. После заполнения списка поставщиками, организации необходимо составить сравнительную таблицу, на основании которой будет произведен подробный анализ.

Составление таблицы производится в несколько шагов. На первом шаге необходимо сравнить предложенные поставщиком системы только по выделенным функциональным требованиям. Сравнение может принимать вид, представленный в таблице 1

Таблица 1. Проверка систем на соответствие функциональным требованиям

Критерий	Система 1	Система 2	Система 3	Система 4	Система 5
Гибкие стратегии размещения	+	+	+	+	+
Поддержка выгрузки отчетов	+	-	+	+	+
Поддержка адресного хранения	-	+	+	+	-
Планирование поставок	-	+	+	-	-
Поддержка RFID	-	-	+	+	+
Кросс-докинг	+	+	+	+	-
Другие выделенные критерии

Исходя из полученных значений «+»\«-», системе проставляется оценка от 1 до 10. Полученное значение будет выступать в роли основного показателя по агрегированному критерию «функциональность».

Следующим шагом необходимо оценить значимость агрегированного показателя функциональности и значимость нефункциональных требований. На этом шаге нет возможности оценить критерии по признаку «+»\«-». В этом случае возможно использовать метод экспертных оценок [3, с. 132]. Исходя из выделенных на втором этапе нефункциональных критериев и данных, запрошенных у поставщиков, организация формирует экспертную команду, которая и проведет дальнейшую оценку. Например, экспертная команда может выглядеть следующим образом: начальник отдела закупок (эксперт № 1); приглашенный эксперт в области ИТ (эксперт № 2); главный бухгалтер (эксперт № 3); исполнительный директор (эксперт № 4); начальник отдела логистики (эксперт № 5).

Так как эксперты обладают разными знаниями в вопросе оценки требований, необходимо оценить компетентность каждого из них. Коэффициент компетентности экспертов рассчитывается по следующей формуле [2, с. 164]:

$$k_i = \frac{\sum_{j=1}^m K_{ij}}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^m K_{ij}}$$

где k_i — коэффициент компетентности эксперта;

m — общее количество экспертов;

j — номер эксперта, получающего оценку;

K_{ij} — квадратная матрица оценок;

i — номер эксперта, дающего оценку.

В порядке очереди, каждый эксперт должен оценить остальных. Далее выводится суммарная оценка по каждому эксперту, она делится на общую сумму всех итоговых оценок.

Результаты расчетов по взаимной оценке компетентности экспертов представлены в таблице 2:

Таблица 2. Расчет коэффициента компетентности эксперта

Эксперт, дающий оценку	Эксперт, получающий оценку					Итого
	1	2	3	4	5	
Эксперт 1	-	8	9	8	8	-
Эксперт 2	10	-	10	7	7	-
Эксперт 3	9	6	-	8	7	-
Эксперт 4	9	6	10	-	9	-
Эксперт 5	10	7	8	9	-	-
Итого	38	27	37	32	31	165
Значимость	0,230	0,164	0,224	0,194	0,188	

Следующим шагом необходимо оценить значимость каждого критерия по представленной формуле [2, с. 167]:

$$r_i = \frac{\sum_{j=1}^m R_{ij} K_{ij}}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n R_{ij} K_{ij}}$$

где r_i — коэффициент значимости критерия;
 m — число оцениваемых критериев;
 R_{ij} — оценка, выставленная i -ым экспертом j -му критерию.
 Расчет значимости критериев приведен в таблице 3.

Таблица 3. Расчет значимости критериев

Эксперт	Оценка критерия						k_i
	1	2	3	4	...	n	
Эксперт 1	10	6	9	7	10	6	0,230
Эксперт 2	10	5	7	6	10	7	0,164
Эксперт 3	10	10	8	7	10	10	0,224
Эксперт 4	10	8	10	5	7	10	0,194
Эксперт 5	9	8	7	6	8	8	0,188
Итого	9,812	7,496	8,266	6,26	9,042	8,212	49,088
Значимость	0,200	0,153	0,168	0,128	0,184	0,167	

После всех формальных процедур, можно переходить непосредственно к оценке критериев. Итоговый балл считается по формуле [3, с. 169]:

$$P_f = \sum_{j=1}^n r_j \sum_{i=1}^m P_{ij} k_i$$

где, f — число оцениваемых объектов,
 P_{ij} — оценка i -го эксперта f -му объекту с учетом j -го критерия.
 Оценка должна производиться по каждой системе в отдельности. Пример расчета по системе 1 приведен в таблице 4.

Таблица 4. Расчет итогового бала по системе 1

Эксперт	Оценка критерия						k_i
	1	2	3	4	...	n	
Эксперт 1	7	10	8	8	7	7	0,230
Эксперт 2	7	7	8	9	9	9	0,164
Эксперт 3	8	7	7	10	8	10	0,224
Эксперт 4	9	10	9	8	8	8	0,194
Эксперт 5	9	8	10	9	9	9	0,188
Итого	7,988	8,460	8,346	8,800	8,122	8,570	8,346
Значимость	0,200	0,153	0,168	0,128	0,184	0,167	

На последнем шаге полученные результаты сводятся в общую таблицу с помощью которой выявляется конечный результат.

Таблица 5. Сводная таблица результатов оценки

№	Система	Итоговая оценка
1	Система 1	9,206
2	Система 2	8,829
3	Система 3	8,346
4	Система 4	7,939
5	Система 5	7,643

Таким образом будет выявлена система, подходящая для внедрения.

Литература:

1. Финансовая диагностика предприятия: монография / Н. А. Львова, Н. с. Воронова, М. Л. Пятов, В. А. Черненко. — Москва: Проспект, 2015.— 304 с. — Текст: непосредственный.
2. Постников, В. М. Методы выбора весовых коэффициентов локальных критериев / В. М. Постников, с. Б. Спиридонов. — Текст: непосредственный // // Наука и образование МГТУ им. Н. Э. Баумана. — 2015.— №№ 6. — С. 267–287.
3. Лукинский, В. с. Логистика и управления цепями поставок: учебник и практикум для академического бакалавриата / В. С. Лукинский, В. В. Лукинский, Н. Г. Плетнева. — Москва: Юрайт, 2016.— 359 с. — Текст: непосредственный.

Автоматизированная система генерации текстов

Рыбаков Артур Витальевич, студент магистратуры
Самарский национальный исследовательский университет имени академика с. П. Королёва

В статье автор представляет свою автоматизированную систему генерации текстов.

Ключевые слова: свёрточная нейронная сеть, генерация текстов, генеративно-сопоставительная сеть.

В последние годы люди уделяют много внимания нейросетям, основными задачами которых являются синтез, порождение, генерация изображений. В качестве примера можно рассматривать сеть DALL-E, которая впервые была показана в 2021 году и сразу приобрела популярность. Задача генерации заключается в следующем: компьютер должен просмотреть большое количество изображений, содержащих некоторые объекты, например: лица, собак или машин, в общем тот или иной объект, и, выучив, что такое собака, лицо или машина, он должен учиться создавать новые изображения. Важно, что эти новые изображения должны быть, во-первых, реалистичными для человека, то есть при сравнении двух изображений (реального и сгенерированного) человек не должен видеть разницы. А во-вторых, новые, сгенерированные объекты должны существенным образом отличаться от тех объектов, которые нейросеть видела в ходе обучения. Создание текстов при помощи нейросети позволит людям создавать уникальные объекты в 3D моделировании, добавить уникальности своей работе при создании фильмов/мультфильмов и т. д.

Для решения этой проблемы была создана свёрточная нейронная сеть. Такие нейросети обычно анализируют не все данные сразу, а проходятся по ним фильтром с заданным размером: если у вас есть изображение 200×200, то сеть считает квадрат размера 20×20, сдвинется на 1 пиксель и считает новый квадрат. Затем входные данные передаются через свёрточные слои, в которых не все узлы соединены между собой. Эти слои могут сжиматься с глубиной, причем часто используются степени двойки: 32, 16, 8, 4, 2, 1.

Для улучшения результата при генерации изображения используется генеративно-сопоставительная сеть (GAN).

GAN состоит из двух сетей:

- Генератор, с помощью которого мы получаем поддельные изображения по входному вектору шума;
- Дискриминатор, различающий реальный набор текстов и сгенерированный генератором.

Основным критерием для сгенерированных текстов является невозможность отличить искусственно созданный объект от реального, созданного иным путём (не сгенерированным нейросетью). Для того, чтобы получать максимально реалистичное изображение, необходимо не только генерировать текстуры, но и делать выборку наиболее реалистичных из полученных в ходе генерации. Для этого в системах генерации изображений часто используется дискриминатор. Сети, в которых используются сразу генератор и дискриминатор называются генеративно-сопоставительными сетями. Шаги, которые проходит GAN:

- Установка начального случайного значения для генератора.
- Генерация изображения
- подача искусственного изображения вместе с реальными на вход дискриминатора.
- Дискриминатор принимает изображения и возвращает вероятность, с которой то или иное изображение является реальным (числа от 0 до 1).

По итогу генератор находится в цикле с дискриминатором, получающим на вход реальные и поддельные изображения.

Дискриминатор представляет собой стандартную свёрточную сеть, алгоритм нормализации по батчу и функцию активации LeakyReLU. В то время как генератор представляет собой обратную свёрточную сеть, нормализатор по батчу и функцию активации ReLU. На вход генератора поступает случайное значение (в оригинале seed), после чего он преобразует вектор случайного шума в изображение.

И та и другая сеть оптимизируют функцию потерь стараясь свести ошибку к минимуму. Как результат мы получаем модель которая сама генерирует изображение, и сама же отсеивает его в том случае, если реалистичность последнего не достаточно высока.

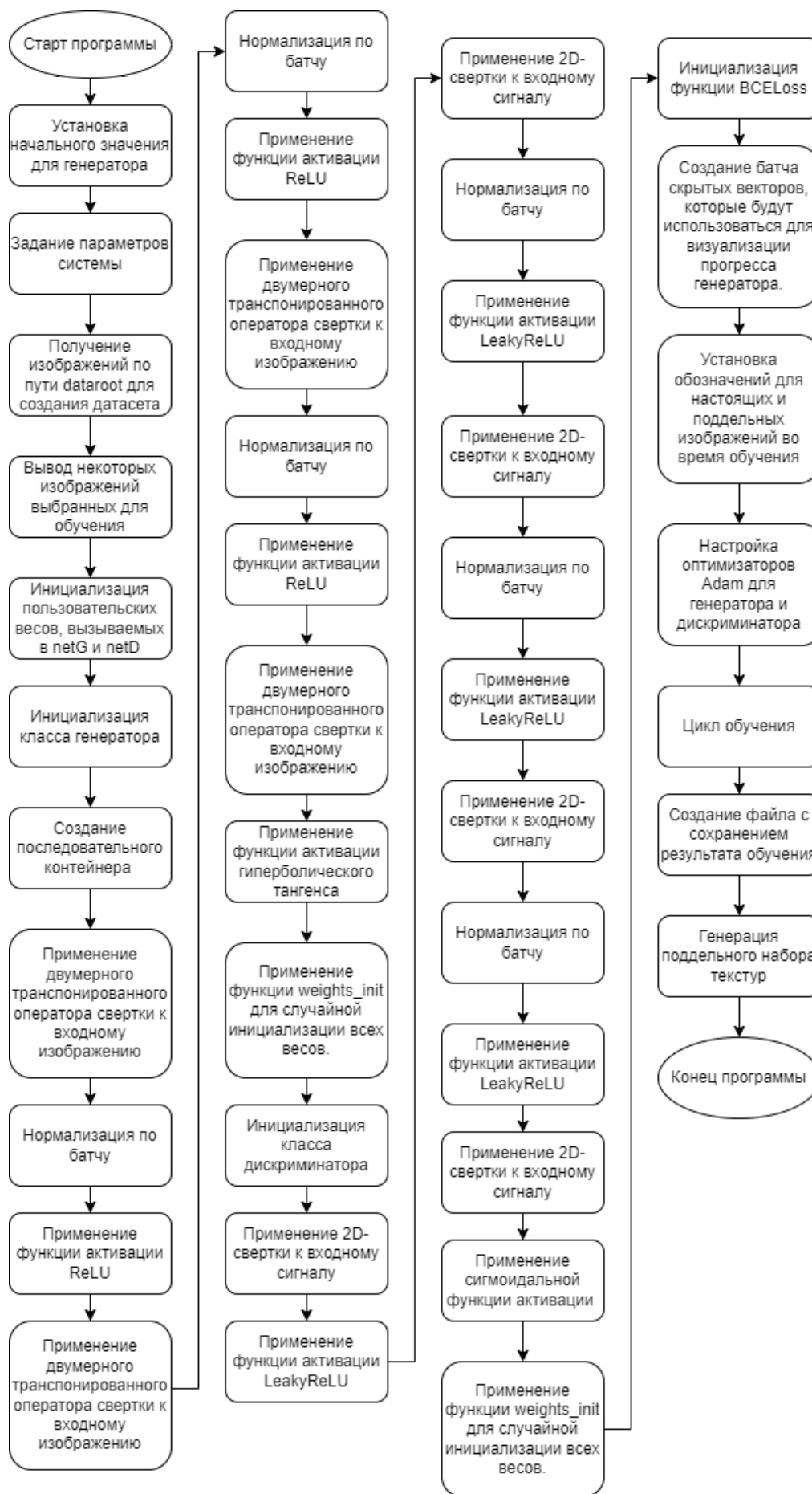


Рис. 1. Алгоритм работы системы

В начале ознакомления с математической частью системы рассмотрим формулу конволюции, эта формула должна отражать движение ядра w^l по входному изображению или по карте признаков y^{l-1} :

$$x_{ij}^l = \sum_{a=-\infty}^{+\infty} \sum_{b=-\infty}^{+\infty} w_{ab}^l * y_{(i*s-a)(j*s-b)}^{l-1} + b^l, \forall i \in (0, \dots, N) \forall j \in (0, \dots, M)$$

Здесь подстрочные индексы i, j, a, b — это индексы элементов в матрицах, а s — величина шага свёртки. Надстрочные индексы $l, l-1$ — это индексы слоёв сети.

x^{l-1} — выход какой-то предыдущей функции, либо входное изображение сети;

y^{l-1} — это x^{l-1} после прохождения функции активации

w^l — ядро свёртки

b^l — bias или смещение

x^l — результат операции конволюции. То есть операции проходят отдельно для каждого элемента ij матрицы x^l , размерность которой (N, M) .

Но при применении данной формулы ядро при свертке «переворачивается». Чтобы элементы ядра при свёртке сохраняли свои позиции мы будем использовать формулу кросс-корреляции вместо конволюции:

$$x_{ij}^l = \sum_{a=-\infty}^{+\infty} \sum_{b=-\infty}^{+\infty} w_{ab}^l * y_{(i*s+a)(j*s+b)}^{l-1} + b^l$$

Для того, чтобы сделать сеть нелинейной мы будем применять формулу функции активации:

$$f_{softmax} = y_i^l = f(x_i^l) = \frac{e^{x_i^l}}{\sum_{k=0}^n e^{x_k^l}}, \text{ где } n \text{ — это количество классов.}$$

Далее нам понадобится описать математически слой полносвязной сети:

$$x_i^l = \sum_{k=0}^m w_{ki}^l y_k^{l-1} + b_i^l, \forall i \in (0, \dots, n)$$

Завершающий этап сети — функция, оценивающая качество работы всей модели. Она находится после всех слоёв сети и выглядит следующим образом:

$$E = - \sum_{i=0}^n y_i^{truth} \ln(y_i^l)$$

В данной работе представлена автоматизированная система генерации текстур. В её основе лежит генеративно-состязательная сеть. Система была разработана на языке программирования Python. Использовались библиотеки torch, torchvision, numpy, matplotlib, PyQt5. На рисунке 1 вы можете ознакомиться с алгоритмом работы системы.

Для примера работы данной сети при обучении использовался набор данных в виде текстур дерева (529 изображений). При демонстрации работы сети было проведено два сравнительных прогона системы с различными параметрами коэффициента обучения. В первом случае 0.0005, во втором 0.0002. Размер батча 128, количество эпох обучения 1500 в обоих прогонах.

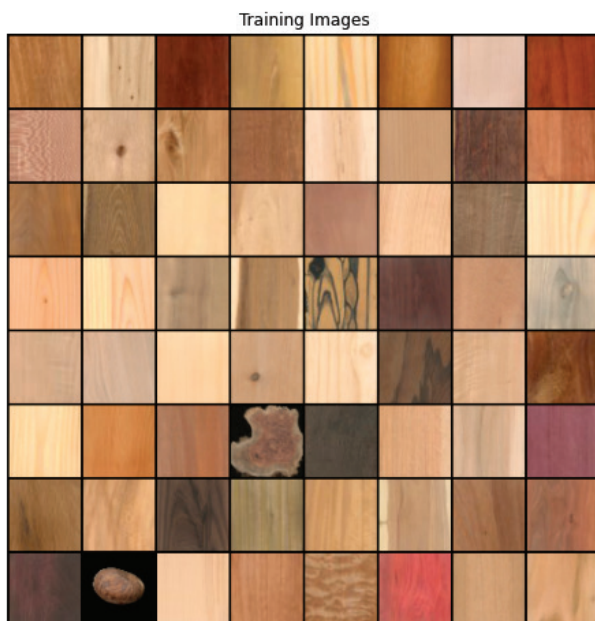


Рис. 2. Пример изображений из набора данных

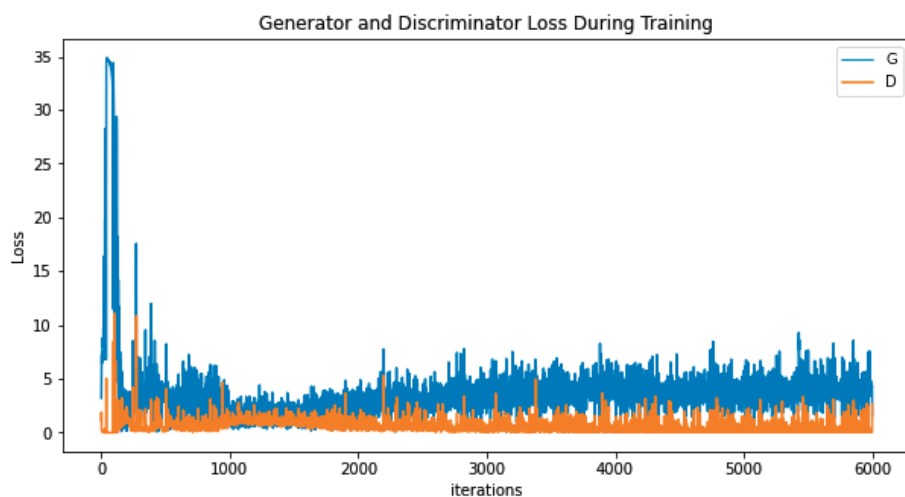


Рис. 3. График потерь при обучении в первом случае

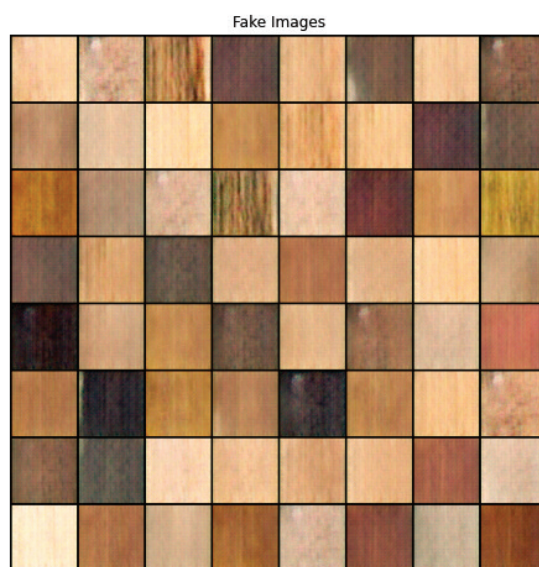


Рис. 4. Пример сгенерированных изображений после обучения в первом случае

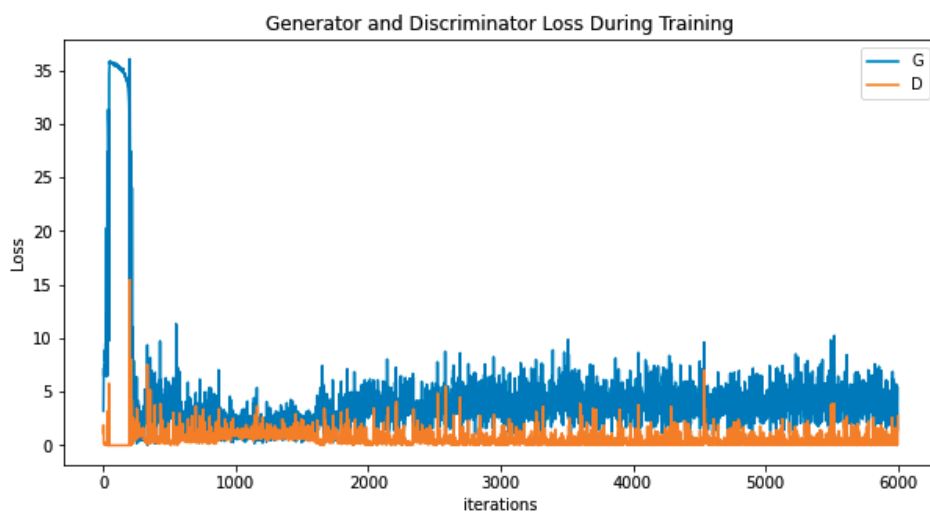


Рис. 5. График потерь при обучении во втором случае

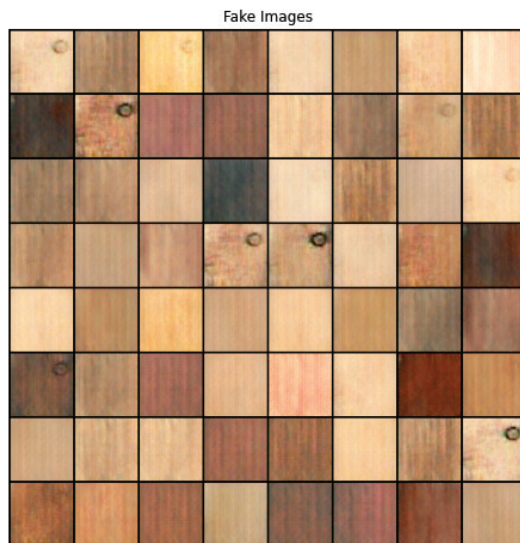


Рис. 6. Пример сгенерированных изображений после обучения во втором случае

В дальнейшем планируется расширить список возможных текстур для генерации (камень, песок, кирпич) и провести ряд опытов с выявлением оптимального набора параметров для получения наилучшего изображения сгенерированных текстур. На данный момент наиболее подходящими параметрами при обучении показали себя 1500 эпох обучения при коэффициенте обучения 0,0005.

Литература:

1. Хабр, Сверточная нейронная сеть, часть 1: структура, топология, функции активации и обучающее множество [Электронный ресурс]. — URL: <https://habr.com/ru/company/econtenta/blog/303458/>. (дата обращения: 25.11.2019).
2. PGGAN Creates Realistic Faces [Электронный ресурс]. — URL: <https://towardsdatascience.com/progressive-gans-new-training-trend-for-2018-c18cb0190239>

Основные понятия и прогноз развития интернет-эквайринга

Хоменко Татьяна Владимировна, доктор технических наук, доцент;
Курина Дарья Павловна, студент магистратуры
Астраханский государственный технический университет

В данной статье проведен анализ влияния интернет-эквайринга на развитие электронной торговли. Цель статьи — рассмотреть интернет-эквайринг как альтернативу традиционным формам оплаты товаров и услуг. Для достижения данной цели поставлена задача — изучить мнения различных исследователей интернет-эквайринга, выделить достоинства и недостатки. В заключении сделан вывод о том, что динамичное развитие интернет-эквайринга обусловлено необходимостью соответствовать рыночным реалиям.

Ключевые слова: эквайринг, банки, интернет-эквайринг, электронная коммерция, безналичная оплата.

Эквайринг — одна из наиболее востребованных банковских услуг, активно используемая всеми видами бизнеса. Эквайринг позволяет упростить процесс приема оплаты. Актуальность развития эквайринга в современной рыночной экономике обусловлена трансформацией методов ведения бизнеса, переходом в онлайн-продажи.

В узком смысле эквайринг рассматривается как способ привлечения «точек обслуживания» к приему банковских карт, а в

широком понимании — как процесс по созданию и развитию инфраструктуры безналичного расчетно-кассового обслуживания с использованием банковских карт».

Разберемся с основными понятиями, используемыми в эквайринге:

- клиент — физическое (потребитель) или юридическое лицо, пользующееся товарами или услугами;
- банк-эмитент — банк, выпустивший карту клиента;

— точка продаж — торговое место, место оказания услуг с использованием стационарного и мобильного терминала для оплаты, веб-сайт со специальным интерфейсом;

— банк-эквайер — банк, в котором открыт счет предприятия, и выдавший терминал для оплаты. Обслуживает счет и оборудование, за что берет комиссию;

— платежный агрегатор — сервис по приему платежей, позволяющий принимать безналичную оплату разными каналами.

В зависимости от места расчетов существует несколько видов эквайринга:

— торговый эквайринг — клиент расплачивается банковской картой через терминал на кассе магазина или у курьера;

— интернет-эквайринг — клиент оформляет покупку через Интернет и оплачивает ее картой на сайте или в приложении;

— мобильный эквайринг — переносные терминалы для оплаты, подключаемые курьерами, таксистами, предприятиям по перевозке грузов, общественного транспорта, передвижными торговыми точками;

— АТМ-эквайринг — банкоматы и платежные терминалы [8, С. 253–255].

Все виды эквайринга составляют электронную коммерцию — новый вид деловой активности бизнеса с использованием возможностей информационных технологий для продвижения товаров и услуг, их реализации, поддержания интереса клиентов, масштабирования и увеличения доходов. В отличие от традиционного способа торговли, когда взаимодействуют продавец и покупатель на всех этапах от предложения до заключения сделки и оплаты, электронная коммерция исключает или сводит к минимуму физический контакт продавца и покупателя. Однако, электронная торговля подойдет не для всех видов бизнеса, к примеру, когда продается технически сложный товар, или, когда покупатель сталкивается с ним впервые и ему важно физически его изучить [5, С. 6–14].

На ниже представленном рисунке показана динамика развития эквайринга в нашей стране с 2016 по 2020 год [7]. Заметно, что объемы безналичной формы оплаты за пять лет увеличились с 39,3 до 70%.

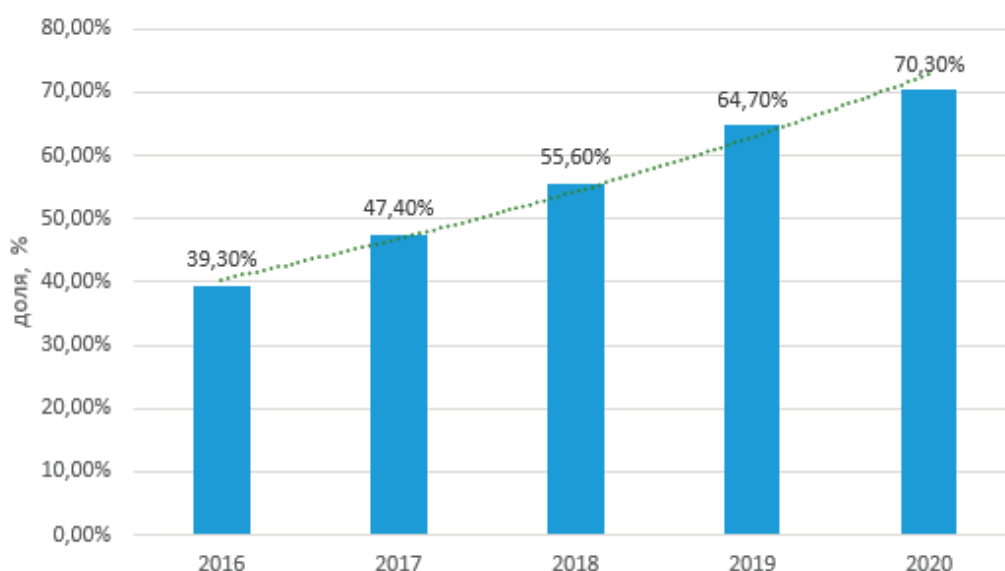


Рис. 1. Изменение доли безналичных платежей в розничном обороте в России в 2016–2020 гг.

Сегодня банки предлагают различные технические решения вопросов расчетов с покупателями. Так, возможно объединение физической кассы и виртуальных касс в одну — к примеру, касса в торговой точке, мобильные терминалы у курьеров и касса на сайте. При передаче товаров покупателям через курьеров чеки направляются покупателям на телефон или электронную почту. Расчеты в безналичной форме должны соответствовать требованиям Федерального закона от 22.05.2003 № 54-ФЗ «О применении контрольно-кассовой техники при осуществлении расчетов в Российской Федерации». Так, согласно пункту 5 статьи 1.2 указанного Федерального закона пользователи при осуществлении расчетов в безналичном порядке, исключая возможность непосредственного взаимодействия покупателя с пользователем с применением устройств, подключенных к сети «Интернет» и обеспечивающих возмож-

ность дистанционного взаимодействия покупателя (клиента) с пользователем обязаны обеспечить передачу покупателю кассового чека или бланка строгой отчетности в электронной форме на абонентский номер либо адрес электронной почты, указанные покупателем [1].

Как указывают Быстрова Н. В., Максимова К. А. тенденция электронной коммерции ведет к децентрализации рынка, выделению интернет-магазинов в отдельную бизнес-единицу [2, С. 86–90]. К крупным игрокам интернет-торговли можно отнести маркетплейсы Вайлдберриз, Мегамаркет, Озон, Ламода, сервисы доставки готовых блюд Деливери Клуб, Утконос.

В настоящее время торговый эквайринг осуществляется посредством покупки товаров и услуг на кассе в магазине и/или кассе самообслуживания. Они используют одинаковую схему работы (см. рис. 2).

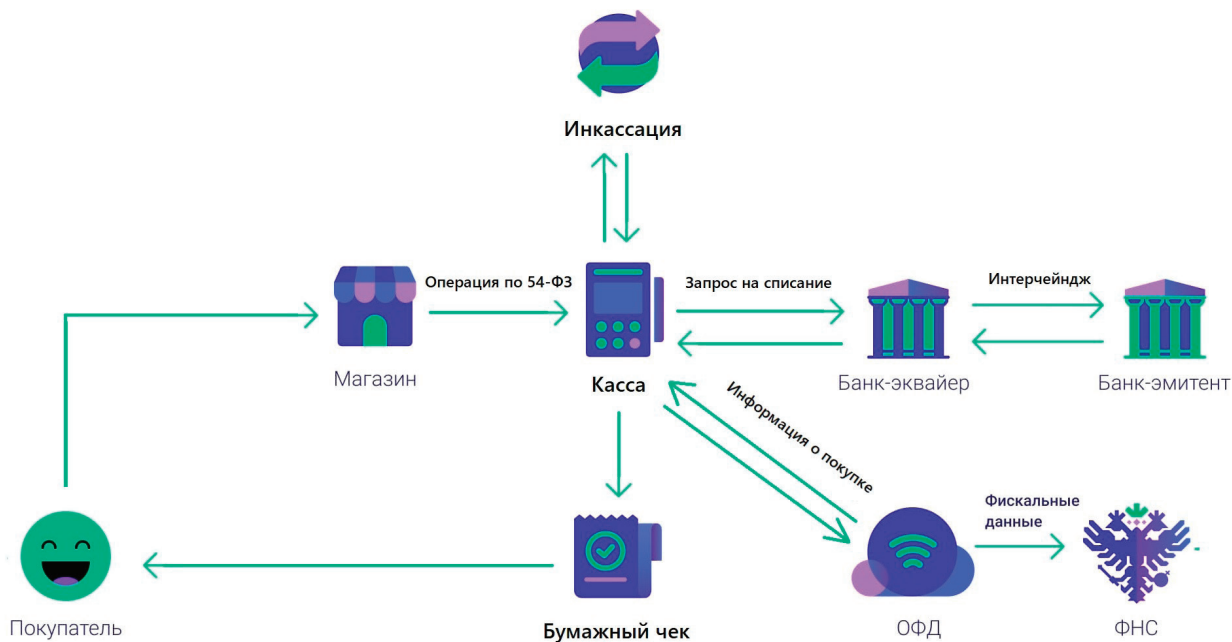


Рис. 2. Схема работы эквайринга

Интернет-эквайринг сегодня начинает пользоваться все большей популярностью, что связано с развитием электронной коммерции. Многие предприятия торговли и сферы оказания услуг заводят в сети интернет-сайты, развиваются и маркетплейсы, активно реагируя на предпочтения клиентов делать покупки дистанционно. Свою лепту внесли и ограничения, связанные с распространением коронавируса. Поэтому бизнес начинает сотрудничество с банками при ведении электронных расчетов.

Интернет-эквайринг рассчитан в первую очередь на молодое, технологически активное поколение людей, которые стремятся минимизировать потери времени, в том числе, при

совершении покупок. Целевую группу (см. рис. 3) составляют люди в возрасте от 20 до 40 лет, примерно каждый четвертый покупатель. Вместе с тем, доля людей, приобретающих товары через Интернет, гораздо выше — примерно каждый второй. Однако, разница в доле покупающих и оплачивающих через Интернет связана с тем, вторая группа людей опасается быть обманутыми приобретением некачественного товара, поэтому, оплачивает товар после доставки.

Процесс оплаты товаров и услуг через интернет осуществляется следующим образом (схему процесса интернет-эквайринга см. рис. 4).

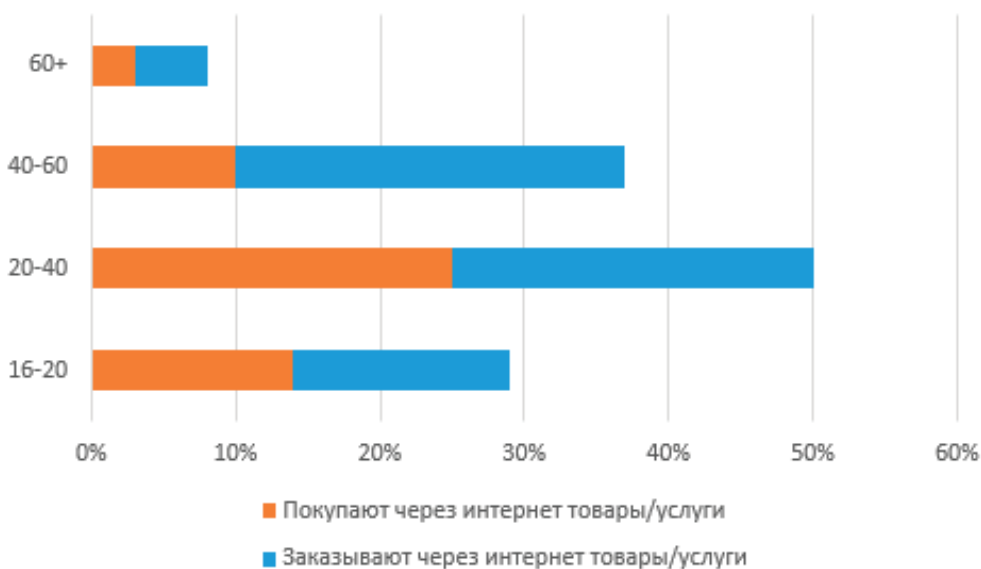


Рис. 3. Целевая группа пользователей интернет-эквайринга



Рис. 4. Схема работы интернет-эквайринга

1. Покупатель регистрируется на сайте или в мобильном приложении, предварительно ознакомившись с политикой конфиденциальности и обработки персональных данных. Выбрав нужный товар или услугу, потребителю предлагается оплатить товар/услугу с помощью карты, введя данные в соответствующей форме. Пункты 1–2 на схеме.

2. Информация о платеже направляется в процессинговый центр банка-эмитента. Это подразделение осуществляет и контролирует бесперебойное проведение операций. Пункты 3–4 на схеме.

3. Банк-эмитент проверяет сумму остатка на счете владельца карты. Покупатель подтверждает сделку ПИН-кодом или кодом из СМС. Пункты 3–4 на схеме.

4. Процессинговый центр банка-эмитента списывает деньги со счета покупателя и перечисляет в банк-эквайер. Пункты 4–7 на схеме.

5. Кассовый чек направляется клиенту на электронную почту либо в личный кабинет на сайте/в мобильном приложении. Пункты 8–10 на схеме.

6. Банк-эквайер переводит деньги со своего счета на счет продавца за вычетом комиссии. Срок обработки платежа зависит от условий договора банка и торговой точки, но не может превышать трех рабочих дней [9, С. 25–27]

Для осуществления операций по интернет-эквайрингу продавцу необходимо помимо счета в банке иметь сайт, отвечающий требованиям безопасности с использованием технологий шифрования во избежание утечки персональных данных покупателей.

Интернет-эквайринг имеет большие преимущества как для продавцов, так и для покупателей. Результаты сравнения торгового и интернет эквайринга, а также наличного расчета представлены в таблице 1. Так, продавец получает больше клиентов из числа тех, что ориентирован на безналичную форму оплаты, имеет возможность дистанционно контролировать транзакции, мгновенно снимать отчетность по кассе, а также защищен от возможности использования поддельных купюр. Покупатели также остаются в выигрыше: это отсутствие традиционных бумажных денег, мгновенная оплата, бонусы за использование безналичной оплаты.

Таблица 1. Сравнительная характеристика торгового и интернет-эквайринга

Характеристики	Торговый эквайринг	Интернет Эквайринг	Наличный расчет
Комиссия за использование	от 2% до 3,5%	от 1,6% до 2,5%	от 0,5% до 2% (за инкассацию)
Быстрая генерация отчета	+	+	-
Количество транзакций за единицу времени	1 акт продажи за 3–10 минут	95–100 транзакций в секунду	1 акт продажи за 5–12 минут
Безопасность	75%. Существует риск принятия фальшивых денежных купюр	89%. Существует риск осуществления незапланированной транзакции	68%. Существует риск принятия фальшивых денежных купюр
Конверсия продаж	93%	55%	86%

Таким образом, можно сделать вывод, что интернет-эквайринг является наиболее безопасным и быстрым способом осуществления сделки купли-продажи, однако именно эта скорость объясняет столь низкий уровень конверсии.

Интернет-эквайринг имеет определенные недостатки и риски. Для продавцов комиссия в интернет-эквайринге может составлять в среднем 2–3,5% и взиматься как с продавца, так и с покупателя. Покупатель несет риск кражи денежных средств со счета, став жертвой мошенников и кибер-преступников. К примеру, персональные данные могут быть считаны фишинговыми программами, считывающими ввод данных с клавиатуры или экрана, перехватывающими данные по пути на сервер. Также преступники создают копии сайтов и мобильных приложений. Во избежание утечки кражи персональных данных и средств рекомендуется внимательно проверять адрес сайта, изучать представленную на нем информацию, использовать лицензионное антивирусное программное обеспечение и не подтверждать операции поступившими ПИН-коды и СМС, если такие операции не совершались.

Для выявления преимуществ и недостатков интернет-эквайринга можно использовать различные метрики — качественные и количественные показатели. Так, важным критерием оценки эффективности работы является пиковая нагрузка на процессинг. Нормой считается показатель в 95–100 tps (коли-

чество транзакций в секунду). Другой критерий — конверсия платежей, т. е. процент, успешно проведенных транзакций от общего количества платежных операций. У быстрых и надежных систем этот показатель составляет около 100%.

Немаловажный критерий — безопасность проведения транзакций. Это вопрос финансовых вложений и пользовательского доверия, вопрос юридической и финансовой ответственности за последствия действий мошенников. Существует множество надежных систем защиты от проведения мошеннических транзакций, использование только одной системы защиты не дает гарантий. Для лучшей защиты нужно сочетать 3–4 системы защиты.

Новым трендом интернет-продаж стали QR-кодам — двухмерным графическим штрихкодам, считываемым камерой мобильного телефона. Оплата по QR-коду отличается от привычного интернет-эквайринга тем, что покупателю не нужно заполнять данными карты специальную форму на сайте — для него формируется платежный QR-код, который синхронизируется с банковским мобильным приложением и предлагает осуществить оплату. Вместе с тем, покупателю также нужно быть внимательным — мошенники могут подделывать QR-коды.

Основным отрицательным фактором внедрения эквайринга является денежный фактор. В таблице 2 проведен сравнительный анализ видов электронных платежей.

Таблица 2. Сравнительный анализ видов электронных платежей

Характеристика	Наличный расчет	Торговый эквайринг	Мобильный эквайринг	Интернет-эквайринг	Прием платежей по QR-коду
Срок поступления платежа	Мгновенно	1–3 дня	1–3 дня	1–3 дня	Мгновенно
Комиссия за операции	Отсутствует	От 1,2%	От 1,49%	От 1,2%	0% до 31 декабря 2021 года, далее — 0,4–0,7%
Оборудование	Кассовый аппарат (стоимость инкассации от 0 до 4500 руб.)	POS-терминал — от 11500 руб.; онлайн-касса — от 18925 руб.	MPOS-терминал — от 11500 руб.; смартфон или планшет — можно использовать личные	Сайт и платёжная страница	Смартфон или планшет — можно использовать личные

Как можно пронаблюдать из данных, представленных в таблице выше, наличный расчет, интернет эквайринг и прием платежей по QR-коду является наиболее экономически выгодными решениями. Использование только наличного расчета приводит к снижению количества потребителей. QR-коды для оплаты ещё недостаточно освещены среди населения и поэтому не пользуются достаточным доверием среди покупателей.

Вместе с тем, в России медленное развитие интернет-эквайринга связано с низкой финансовой грамотностью населения, недоверием к дистанционной форме оплаты и высокой актив-

ностью мошенников. Для преодоления ситуации нужно заинтересовать граждан в использовании электронной оплаты через бонусные программы.

В результате изучения различных источников, можно сделать вывод, что интернет эквайринг и электронная торговля неотрывно связаны между собой. Между тем розничная торговля продолжает активно внедрять новую технологию в свой процесс, чтобы соответствовать рыночным реалиям и запросам клиентов и покупателей. На фоне роста объема интернет-продаж не исключено снижение размера комиссии банков за ведение интернет-эквайринга.

Литература:

1. Федеральный закон от 22.05.2003 № 54-ФЗ (ред. от 23.11.2020) «О применении контрольно-кассовой техники при осуществлении расчетов в Российской Федерации» // СЗ РФ, 26.05.2003, № 21, ст. 1957.

2. Быстрова Н. В., Максимова К. А. Электронная коммерция и перспективы ее развития // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования.— 2018.— № 7 (33). — С. 86–90.
3. Евтеева Е. А. Эквайринг как инструмент электронных платежных систем // Интеграция и гармонизация учета, анализа и аудита в условиях цифровой экономики.— 2019. — С. 165–169.
4. Манушарова М. М. Банковские инновации в период пандемии: новые риски и возможности // Наука, образование и культура.— 2021.— № 1 (56). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bankovskie-innovatsii-v-period-pandemii-novye-riski-i-vozmozhnosti> (дата обращения: 06.12.2021).
5. Минаков А. В., Иванова Л. Н. Пути развития эквайринга в России // Журнал прикладных исследований.— 2021.— № 3. — С. 6–14.
6. Папба Э. Р. Развитие интернет-банкинга и современных банковских услуг // Вестник науки и образования.— 2018.— № 15-1 (51). — С. 35–39.
7. Развитие национальной платежной системы [Электронный ресурс]. — URL: cbr.ru/about_br/publ/annrep2020short/platezhnayasistema/ (дата обращения: 06.12.2021).
8. Садыкова О. Р., Казанская Н. Н. Анализ видов эквайринговых услуг, предлагаемых российскими коммерческими банками // Актуальные проблемы авиации и космонавтики.— 2018.— № 14. — С. 253–255.
9. Сердюкова Л. Н., Мартынова И. М. К вопросу о системе интернет эквайринга для физических лиц // Экономика, политика, право: актуальные вопросы, тенденции и перспективы развития.— 2019. — С. 25–27.
10. Цыганкова О. Н., Лазич Ю. В. Эквайринг — взаимовыгодное сотрудничество банка и малого бизнеса // Beneficium. 2018. № 2 (27). [Электронный ресурс]. — режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekvayring-vzaimovyygodnoe-sotrudnichestvo-banka-i-malogo-biznesa> (дата обращения: 06.12.2021).

Молодой ученый

Международный научный журнал
№ 20 (415) / 2022

Выпускающий редактор Г. А. Кайнова
Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга, З. А. Огурцова
Художник Е. А. Шишков
Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянов, М. В. Голубцов, О. В. Майер

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.
При перепечатке ссылка на журнал обязательна.
Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г., выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый»

Номер подписан в печать 01.06.2022. Дата выхода в свет: 08.06.2022.

Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

Почтовый адрес редакции: 420140, г. Казань, ул. Юлиуса Фучика, д. 94А, а/я 121.

Фактический адрес редакции: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <https://moluch.ru/>

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.