

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



3 2024
ЧАСТЬ I

16+

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 3 (502) / 2024

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)
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 Азизхон Боситхонович, доктор педагогических наук (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
Фозилов 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 Кулуг-Бек Бекмуратович, доктор педагогических наук, и.о. профессора, декан (Узбекистан)
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 *Герард Хофт (Герард'т Хоофт)* (1946), голландский физик-теоретик, профессор Утрехтского университета (Нидерланды), лауреат Нобелевской премии по физике за 1999 год (совместно с Мартинусом Велтманом).

Герард родился в Ден-Хелдере, но вырос в Гааге. Он был вторым из трёх детей в семье. Его бабушка, сестра лауреата Нобелевской премии Фрица Цернике, была замужем за Питером Николасом ван Кампенем, известным профессором зоологии в Лейденском университете. Его дядя Нико ван Кампен был профессором теоретической физики в Утрехтском университете. Мать не стала заниматься наукой и вышла замуж за морского инженера. Следуя по стопам своих родных, юный Хофт проявил интерес к науке в раннем возрасте. Когда учитель начальной школы спросил его, кем он хочет быть, когда вырастет, он смело заявил: «Человеком, который знает всё».

После начальной школы Герард учился в лицее Дальтона. Метод обучения, применявшийся там, хорошо подходил ему. Он легко проходил курсы естествознания и математики, но ему трудно давались языковые курсы. Тем не менее, он прошел уроки английского, французского, немецкого, классического греческого и латыни. В шестнадцать лет он получил серебряную медаль на второй голландской математической олимпиаде.

По окончании средней школы в 1964 году Хофт поступил на программу по физике в Утрехтском университете. Выбор Утрехта вместо гораздо более близкого Лейдена связан с тем, что его дядя был там профессором, а Герард хотел посещать его лекции. Поскольку он был так сосредоточен на науке, его отец настоял, чтобы он присоединился к Студенческому корпусу Утрехта в надежде, что Герард добьётся хороших результатов ещё в чём-то помимо учёбы. В какой-то степени это сработало: во время учёбы юноша был рулевым в гребном клубе «Тритон» и организовал национальный конгресс для студентов-естественников с научным дискуссионным клубом «Кристиан Гюйгенс».

В 1972 году Герард Хофт получил степень доктора философии в области теоретической физики в Утрехтском университете.

Вместе со своим научным руководителем Мартинусом Велтманом ученый развил теорию, которая помогла прояснить квантовую структуру электрослабых взаимодействий. Эту теорию создали в 1960-е годы Шелдон Глэшоу, Абдус Салам и Стивен

Вайнберг, предположившие, что слабое и электромагнитное взаимодействия являются проявлением единого электрослабого взаимодействия. Но применение этой теории для расчёта свойств предсказанных ею частиц было безрезультатным.

Разработанные Хофтом и Велтманом математические методы ренормализации янг-миллсовских полей, как безмассовых, так и получающих массу вследствие спонтанного нарушения симметрии, позволили рассчитать некоторые эффекты электрослабого взаимодействия, в частности оценить массы промежуточных векторных бозонов W^\pm и Z^0 , предсказанных теорией и вскоре после этого открытых экспериментально, причём полученные значения хорошо согласовывались с экспериментальными данными. Методом Велтмана и Хофта также была рассчитана масса топ-кварка, экспериментально обнаруженного в 1995 году в Национальной лаборатории им. Э. Ферми (США).

Путём создания реалити-шоу Герард Хофт поддерживает проект Mars One, целью которого является основание колонии на Марсе. В 2016 году ученый подписал письмо с призывом к Greenpeace, Организации Объединённых Наций и правительствам всего мира прекратить борьбу с генетически модифицированными организмами.

В 1993 году Герард Хофт впервые озвучил «голографическую» версию Вселенной. Согласно описанному принципу, Вселенная и черные дыры — это всего лишь двухмерная голограмма, на поверхности которой «записаны» данные об искривлении пространства-времени. Именно поэтому мы видим трехмерную Вселенную, а не просто плоские объекты. Стоит ли говорить, что идеологи «голографической» гипотезы столкнулись со шквалом критики в свой адрес. Между тем нашлись и сторонники этой версии. Сейчас перед исследователями стоит глобальный вопрос: считать ли нашу Вселенную трехмерным объектом или же она всего-навсего плоская голограмма?

Герард Хофт является членом Национальной академии наук США, Американской академии наук и искусств, награжден медалью Франклина (1995), медалью Джана Карло Вика, медалью Оскара Клейна, премией Всемирной федерации ученых (1997).

*Информацию собрала ответственный редактор
Екатерина Осянина*

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Анциферов И. Ю.

Автоматизированные системы управления в России в 2023 году: проблемы и тенденции.... 1

Валеев Е. В., Власов Д. А., Постовалов И. В., Гатаулин Ф. Ф., Жасан М. С., Кузьяров Н. Ф.

Применение эффекта Коандэ в авиации..... 4

Власов Д. А., Дехнич Г. Д., Ефимов О. В., Гатаулин Ф. Ф., Кузьяров Н. Ф.

Ил-80 — уникальный воздушный пункт управления (на основе открытых источников) ... 6

Власов Д. А., Ложкин М. С., Залесов Е. А., Гатаулин Ф. Ф.

Системы предотвращения столкновения самолетов в воздухе 8

Власов Д. А., Чаузов Д. В., Гатаулин Ф. Ф., Жасан М. С., Кузьяров Н. Ф.

Самолет, опередивший время.....10

Колотушкин Д. А.

Описание процесса получения трубки, армированной полиэфирной нитью13

Колотушкин Д. А.

Орбиты и условия эксплуатации спутников.....15

Кондакова И. В.

Исследование численной модели трубобетонной колонны круглого сечения в ПК Ansys Workbench 18

Кондакова И. В.

Напряженно-деформированное состояние трубобетонной колонны в зависимости от способа приложения нагрузки23

Конюхов А. В.

Целесообразность применения принципа глубокой утилизации на предприятии27

Петрова С. А.

Передовые тенденции в микроэлектронике: от новых материалов до квантовых вычислений.....29

Петрова С. А.

Микроэлектроника в медицине: революция здравоохранения через технологии будущего30

Попков А. С.

Проектирование блока многофункционального контроллера33

Пресняков В. М.

Анализ необходимости применения средств моделирования при проектировании регистратора климатических параметров36

Хорев С. А.

Разработка мероприятий по противоаварийной автоматике Комсомольского энергорайона Хабаровского края39

Хорев С. А.

Разработка мероприятий по реконструкции схемы выдачи мощности Амурской ТЭЦ-141

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Армихос Б. Х., Фернандес К. Э.

Варианты модульной конструкции в Южной Америке для чрезвычайных ситуаций44

Володская А. Н., Туманик Т. Г., Иванова Е. Г.

Композиционно-семиотический анализ архитектурного ансамбля ГЭС-2 в Москве47

Калинкина Е. И.

Комплексная застройка территории в г. Красноярске55

Лисицкая Ю. А.

Анализ современного состояния жилого фонда
1950–1979 годов постройки и способы его
модернизации56

Надольная К. О.

Влияние массы падающего груза на
продавливание безбалочных перекрытий.....58

ГЕОЛОГИЯ**Байгильдин А. И.**

Инженерно-геологические изыскания на
территории Капитоновского месторождения ...61

Хакимов Г. Э.

Определение литологического состава грунтов,
присвоение точной категории закарстованности
участка под застройку с использованием
современных методов изысканий для
определения экономической целесообразности
освоения данной территории.....62

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО**Балаева А. А.**

Проблемы в управлении землями
сельскохозяйственного назначения.....67

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Автоматизированные системы управления в России в 2023 году: проблемы и тенденции

Анциферов Игорь Юрьевич, студент магистратуры

Научный руководитель: Харисов Азамат Робертович, кандидат технических наук, доцент
Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина (г. Екатеринбург)

В статье автор исследует объемы рынка систем автоматизированного управления в России, влияние антироссийских санкций и тенденции развития данной отрасли.

Ключевые слова: системы управления, автоматизация, технологический процесс

Сегодня автоматизированные системы управления технологическими процессами являются наиболее востребованными в различных сферах экономики, благодаря стремительному развитию информатизации производства и неотложной потребности в автоматизации процессов, где человеческий фактор критичен. Эти системы играют ключевую роль в оперативном управлении техническими объектами в различных отраслях, таких как обрабатывающая промышленность, энергетика и транспорт, являясь неотъемлемым элементом успешного и высокорентабельного промышленного производства.

Внедрение автоматизированных систем управления технологическими процессами приносит значительные выгоды, такие как снижение производственных затрат до 81%, уменьшение себестоимости продукции до 74%, увеличение эффективности и срока службы оборудования до 39%, повышение качества продукции до 56% и сокращение потерь рабочего времени до 21%.

Не смотря на эти выгоды, согласно опросу промышленных предприятий в России, лишь 15,8% компаний имеют высокий уровень автоматизации, в то время как 47,4% обладают низким уровнем, а 36,8% оценивают уровень автоматизации как средний.

Автоматизированные системы управления технологическими процессами включают в себя пять модулей: технический блок для сбора данных, программное обеспечение (SCADA-системы) для визуализации и управления, информационное обеспечение для кодирования информации, оперативный персонал и организационное обеспечение.

Российский рынок таких систем можно условно разделить на производство технического оборудования, разработку про-

граммного обеспечения и инженерные услуги, включая проектирование, монтаж и техническое обслуживание.

Сложные вызовы, такие как дефицит комплектующих и уход крупных поставщиков, столкнули российский рынок с трудностями. В ответ на это возникла необходимость в параллельном импорте комплектующих и переориентации на восточные и российские поставщики, после того как Siemens, Schneider Electric и ABB покинули рынок.

Промышленные предприятия и интеграторы систем автоматизированного управления технологическими процессами сталкиваются с необходимостью адаптации к новой реальности, и разделяются на три группы:

- Те, кто удовлетворен параллельной цепочкой поставок.
- Те, кто готов рассматривать как российских, так и поставщиков из дружественных стран (Китай, Тайвань, Индия).
- Те, кто решает работать исключительно с российскими вендорами.

К краю 2022 года стоимость российского рынка автоматизированных систем управления технологическими процессами достигла 67,3 млрд рублей.

Крупнейшими потребителями этих систем являются нефтегазовая промышленность, энергетика и военная промышленность.

В соответствии с Федеральным законом «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации», объекты критической информационной инфраструктуры (КИИ) должны быть защищены от компьютерных атак. Автоматизированные системы управления должны соответствовать принципам законности, непрерывности и ком-

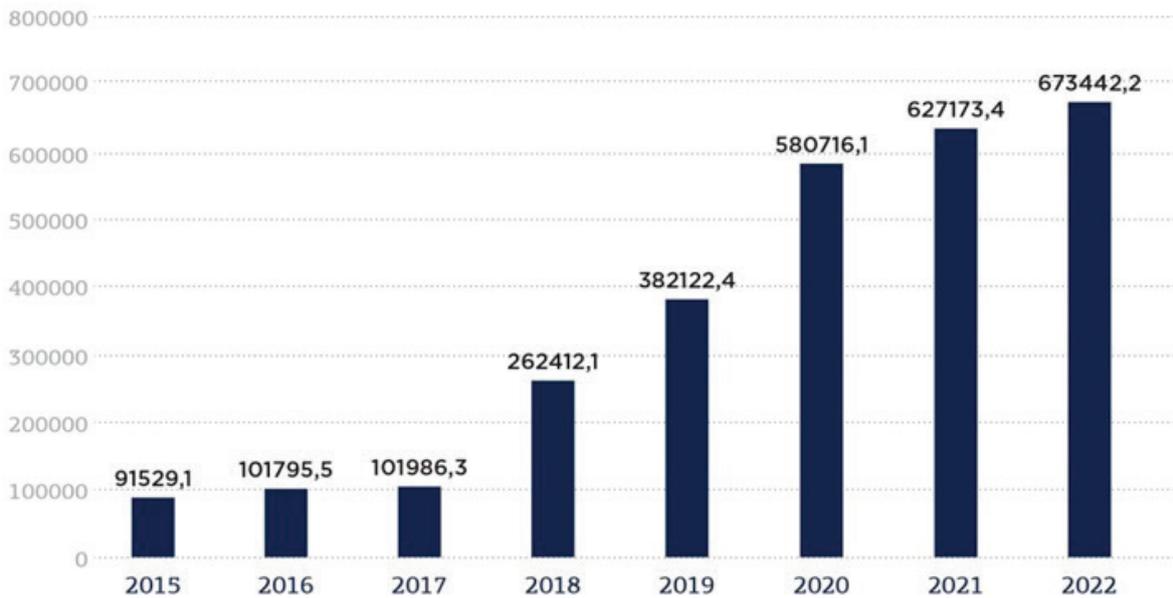


Рис. 1. Объем и темпы роста рынка автоматизированных систем управления технологическими процессами в России в 2015–2022 годах в стоимостном выражении, млн руб.

Источник: данные Федеральной таможенной службы Российской Федерации, ФТС РОССИИ, данные компаний-производителей

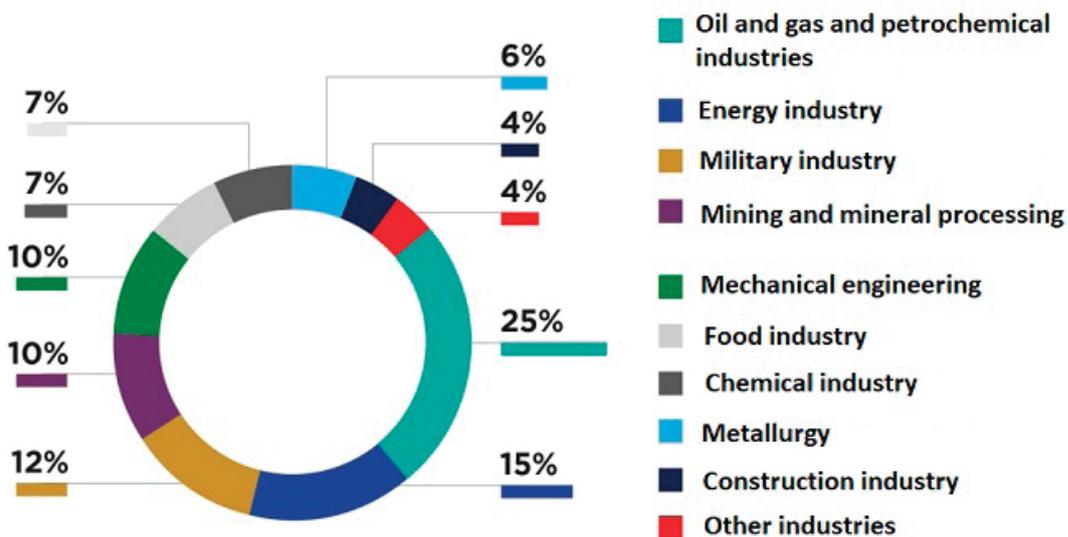


Рис. 2. Структура рынка автоматизированных систем управления технологическими процессами по потребительским секторам в 2022 году

Источник: Министерство промышленности и торговли

плексной обеспеченности безопасности, а также приоритету предотвращения компьютерных атак.

Отчет «Лаборатории Касперского» показывает, что в первой половине 2023 года вредоносное ПО было заблокировано на 32% компьютеров автоматизированных систем управления в России. Россия входит в число регионов с наибольшей долей компьютеров, на которых были обнаружены вредоносные скрипты и фишинговые страницы.

Вредоносные скрипты, используемые злоумышленниками, выполняют разнообразные задачи, включая сбор информации о жертве, отслеживание, и перенаправление браузера на вредо-

носные веб-ресурсы для загрузки вредоносного ПО в систему или браузер.

По последнему отчету, в течение первых шести месяцев 2023 года электронная почта впервые превзошла съемные носители как более существенный источник угроз для компьютеров автоматизированных систем управления в России. Доля компьютеров, подвергшихся атакам через почтовые клиенты, растет со второй половины 2021 года. В период с января по июнь 2023 года в России увеличилась доля атакованных компьютеров систем автоматизации, на которых были обнаружены вредоносные документы и веб-майнеры. Примерно 35,8%

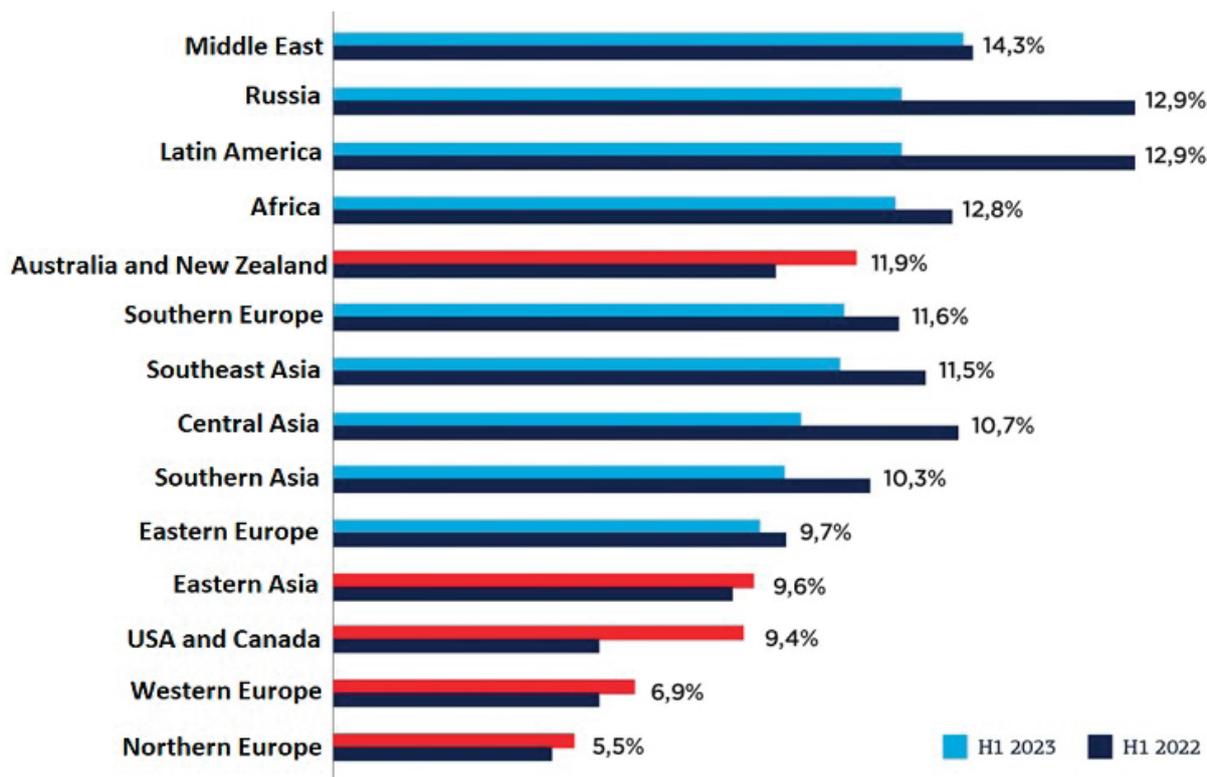


Рис. 3. Вредоносные скрипты и фишинговые страницы (JS и HTML)

Источник: Данные отчета Kaspersky ICS CERT

компаний, подвергшихся атакам, занимаются проектированием и интеграцией автоматизированных систем управления, 34,3% — автоматизацией зданий, 32,6% — энергетикой. Обработка промышленности увидела увеличение доли атакованных компьютеров до 30,4%, по сравнению с 2022 годом.

Специалисты считают, что наибольшее воздействие на инциденты информационной безопасности в начале 2023 года оказалось на организации государственного сектора и топливно-энергетический комплекс.

Изменения на рынке автоматизированных систем управления технологическими процессами в России затронули и вендоров, и заказчиков, и интеграторов. Для многих участников рынка способность к быстрой адаптации стала жизненно важной. В 2023 году на рынке останутся компании, обладающие собственными разработками, так как задачи реинжиниринга в текущих условиях требуют высоких компетенций и гибкости не только в инжиниринге, но и в ИТ. Опыт работы с оборудованием ушедших вендоров и глубокое понимание принципов их работы также становятся существенными преимуществами для успешной интеграции новых решений.

Сегодня все больше компаний обращают внимание на перспективные отрасли, где образовались пробелы после ухода иностранных компаний. В частности, внимание уделяется автоматизированным системам управления для крупных проектов, включая автоматизацию крупных предприятий, таких как химические комплексы или машиностроительные заводы. Только ключевые игроки в топливно-энергетическом комплексе планируют программы импортозамещения для сегмента автоматизированных систем управления технологиче-

скими процессами на сумму более 40 млрд рублей в течение ближайших 7 лет.

Важным событием стало создание в России рабочей группы, поддерживаемой Министерством промышленности и торговли, для разработки отечественной автоматизированной системы управления технологическими процессами с открытым исходным кодом. Эта инициатива была объявлена на конференции CIPR-2023, и в рамках этой группы предпринимаются шаги по формулированию требований, разработке архитектуры системы, внедрению сертификации и подготовке кадров.

Планируется, что отечественная платформа заменит продукты иностранных поставщиков, таких как GE и Siemens. Отмечается, что в случае разработки открытой автоматизированной системы управления технологическими процессами в проекте могут участвовать множество независимых разработчиков. Следовательно, требуется создать спецификацию, которая определит, как должно функционировать программное обеспечение, включая взаимодействие пользователя с автоматизированным рабочим местом, программным интерфейсом драйвера контроллера, логическим модулем предприятия и другими аспектами. Установка общих требований поможет согласовать процесс написания кода.

Тенденции 2023 года свидетельствуют о поэтапном переходе к российским решениям. Промышленность серьезно рассматривает использование отечественных комплектующих, проявляется интерес к переходу на отечественное программное обеспечение в области автоматизированных систем управления технологическими процессами. Государственная политика также поддерживает эту тенденцию, в том числе с принятием мер по стимулированию сотрудничества с российскими вендо-

рами и запретом использования иностранных ПТК на критической инфраструктуре. В различных отраслях промышленности активно ищут оптимальные пути интеграции или полного перехода к новым вендорам.

На сегодняшний день реинжиниринг существующих автоматизированных систем управления технологическими процессами является наиболее популярным запросом. Это может включать как комплексную разработку нового проекта, так и поэтапный переход к другому поставщику автоматизированных систем управления технологическими процессами без остановки производства. При этом обе системы (старая

и новая) работают параллельно до завершения пусконаладочных работ, после чего старая система демонтируется. Таких проектов становится все больше.

В целом, тенденции 2023 года на рынке автоматизированных систем управления и в российской промышленности указывают на стремление к развитию внутреннего потенциала. Акцент делается не только на импортозамещении, но и на технологической независимости. Сложная ситуация на рынке служит мотивацией для консолидации в направлении технологического суверенитета, развития отечественных разработок и поиска инновационных решений.

Литература:

1. Автоматизированная система управления. — Текст: электронный // Википедия: [сайт]. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Автоматизированная_система_управления (дата обращения: 16.01.2024).
2. Статистика. — Текст: электронный // Kaspersky ICS CERT: [сайт]. — URL: <https://ics-cert.kaspersky.ru/statistics/> (дата обращения: 16.01.2024).
3. Состояние промышленного производства России. — Текст: электронный // Минпромторг России: [сайт]. — URL: <https://minpromtorg.gov.ru/activities/statistic/ofstat?pdfModalID=18d68005-fd46-4818-a73b-5a7a52b7c8cd&fileModalID=9dc02f87-078e-4b0d-8732-cc2168516faf> (дата обращения: 16.01.2024).
4. Справочные и аналитические материалы. — Текст: электронный // Федеральная таможенная служба: [сайт]. — URL: <https://customs.gov.ru/statistic> (дата обращения: 16.01.2024).

Применение эффекта Коандэ в авиации

Валеев Евгений Вячеславович, студент;

Власов Давид Алексеевич, студент;

Постовалов Иван Витальевич, студент;

Гатаулин Фаиль Фанилевич, студент;

Жасан Михаил Сергеевич, преподаватель;

Кузьяров Наиль Фаритович, преподаватель

Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», филиал в г. Челябинске

В статье рассматриваются структура эффекта Коандэ в авиации, а также создание и использование данных свойств на отечественных самолетах Ан-72 и Ан-74.

Ключевые слова: Коандэ, Ан-72, самолет укороченного взлета, самолет укороченной посадки.

С дальнейшим развитием авиации расширялась и маршрутная сеть самолетов. Какие-то авиалайнеры выполняли перелеты на курорты, какие-то в большие города. Но нельзя было оставить без авиасообщения и удаленные территории полюсов, а также малых горных аэродромов. Для этого нужен был самолет, который бы мог взять на свой борт достаточное количество пассажиров и груза, но при этом чтобы длина разбега и пробега были минимальными. Советские конструкторы приняли решение о создании самолета на эффекте Коандэ. Проект получился успешно и используется в наше время в виде военного транспортного самолета Ан-72 и гражданской версии Ан-74.

Что из себя представляет эффект Коандэ

Эффект Коанда — это явление, при котором несколько объектов, находящихся в близости друг от друга, ведут себя как

единое целое. Слово пришло из румынского языка от фамилии данного ученого — Андреа Коандэ.

Степень проявления эффекта Коанда зависит от свойств объектов и силы их взаимодействия. Например, если рассматривать два больших объекта, которые сильно притягиваются друг к другу, то можно заметить, что они ведут себя как единое целое. При этом если один из объектов убрать, то второй объект будет вести себя так, как будто на него действует внешняя сила.

Эффект Коанда можно наблюдать и в дикой природе: стаи птиц или группы животных при движении действуют как единый организм. Этот эффект также используется человеком: например, при строительстве зданий или машин учитывается взаимодействие отдельных элементов с остальными частями конструкции.

Также данный эффект применяется в механике, в строительстве, электрике и других сферах, в том числе и в авиации.

Эффект Коандэ и авиация

Объяснение эффекта заключается в том, что твердая поверхность будет барьером поступления струи воздуха, в результате чего будут зарождаться завихрения в зоне пониженного давления возле поверхности полукрыла. Струя прилипает за счет внешнего давления и далее движется по поверхности.

Кроме того, атмосферное давление, действующее на противоположную сторону выбранной поверхности, создает заметную силу. Ее с успехом можно использовать в качестве подъемной, что улучшает аэродинамические характеристики, которые сокращают дистанцию взлета и пробег для самолетов современной авиации.

По началу аэродинамики отнеслись к открытию скептически.

Только через много лет, был раскрыт вопрос о действии этого эффекта. Его изначально не удавалось воплотить в жизнь, а возникал он только при строго определенном соотношении размера щели и диаметра сопла воздушного судна. Важную роль играли поверхность и форма поверхности полукрыла, позволяющие получить данный эффект.

В 1938 году Коандэ получил патент на «струйный зонт», в работе которого нашел практическое применение описываемый эффект. По своей сути, это — свернутое в кольцо крыло самолета. В верхней части имеется несколько отверстий, через которые с большой скоростью вырываются газовые струи. Струи обтекают выпуклую поверхность «зонта» и создают над ним пониженное давление. Возникает подъемная сила, направленная вертикально вверх. Но такие самолеты не пошли в серию и производство было закрыто. Хотя начало использования эффекта Коандэ в авиации получило большой успех в дальнейшем развитии.

Таким образом, эффект Коанда является важным физическим явлением, которое проявляется во многих областях науки и техники. Его понимание помогает создавать более эффективные и устойчивые системы и конструкции.

Вскоре был создан самолёт укороченных взлёта и посадки (УВП) такие как Ан-72, гражданская версия Ан-74 и самолет-разведчик Ан-71.

Уникальные и единственные в своем роде самолеты УВП Ан-72 и Ан-74

Используя этот эффект, коллектив Генерального конструктора Олега Константиновича Антонова создал грузовой самолет Ан-72 (рис. 1) со специальными реактивными двигателями.

У самолета очень короткий разбег и пробег, крутая траектория набора высоты и снижения, что достигается многими усовершенствованиями механизации крыла и тем, что выхлопные газы из двигателя, проходя над поверхностью крыла, создают дополнительную двигательную силу. Это — «эффект Коанда» в действии.

Чтобы продемонстрировать успешное применение данного эффекта, нужно ознакомиться с руководством по эксплуатации самолета. И действительно, аналогичные воздушные суда по массе и строению уступают по многим показателям данному самолету.

Ан-72 и Ан-74 могут вмещать до 70 пассажиров и брать на борт до 10 тонн техники и груза. При этом максимальная взлетная масса будет достигать около 20 тонн, по благодаря эффекту Коандэ, авиалайнер сможет совершить резкий взлет и мягкую посадку без использования реверса. При взлете Ан-72 потребуется всего 600м, а при посадке менее 500м. Благодаря двигателям, которые расположены над крылом, самолет получает больше подъемной силы, что является важным условием для полетов в Арктику или в небольшие горные аэродромы, где воздух увеличивает длину разбега любого самолета почти вдвое.

Заключение

Прошел век с создания данного эффекта и воплотить проекты Коандэ пытались многие конструкторы. Но на настоящее время уникальным самолетом на этом эффекте является Ан-72 и его модификации. Благодаря эффекту Коанда, авиалайнер может выполнить взлет с малой полосы и совершить посадку



Рис. 1. Самолет УВП Ан-72

не только на грунт, но и на лед. Развитие такой авиатехники не стоит на месте. Российские авиаконструкторы разрабатывают новые самолеты на основе эффекта Коандэ на замену Ан-72 и Ан-74. Примечателен тот факт, что только Россия яв-

ляется единственной страной с авиалайнером такого типа. За рубежом самолёты УВП небольших размеров и используются для перевозки не более 4 человек, в то время как самолёты Ан-74 могут перевозить свыше 50 человек.

Литература:

1. Ганич Г. А., Гущина Н. А., Жулев Ю. Г. Эффект Коанда при выдуве струй из прямоугольных сопел под углом к плоской поверхности // Ученые записки ЦАГИ. Том XXV, 1994 г.
2. Newman B. E. The deflexion of plane jets by boundary layer Coande effect. Boundary layer and flow control / Ed. by Lachmen G. V. // Pergamono Press. 1961. Vol. I
3. Руководство по летной эксплуатации самолета Ан-74–200. АСЦ ГосНИИ ГА. от 13.02.2003

Ил-80 — уникальный воздушный пункт управления (на основе открытых источников)

Власов Давид Алексеевич, студент;
Дехнич Глеб Денисович, студент;
Ефимов Олег Витальевич, студент;
Гатаулин Фаиль Фанилевич, студент;
Кузьяров Наиль Фаритович, преподаватель

Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», филиал в г. Челябинске

В статье рассматриваются уникальность создание воздушного командного пункта, назначение, применение в настоящее время и перспективы развития.

Ключевые слова: воздушный командный пункт, самолет судного дня, Ил-80, ядерная война.

Настоящая угроза ядерной войны заставила многие страны до мелочей продумать защиту от нападения. Допустим, а как лучше укрыть руководство страны? Спрятать в бункере? Опустить под воду? Или всё же отправить в небо? Результатом поиска ответов на эти вопросы стало создание самолётов «Судного дня» — полноценных командных пунктов, готовых на неделю предоставить командованию возможность управления из воздуха без какого-либо ущерба самому процессу.

Создание проекта воздушного командного пункта

Отечественный вариант такого самолета был Ил-80 и появился ещё в советское время. Производить его начали в середине 1980-х годов, всего выпустили четыре экземпляра — два основных и два запасных.

При создании за основу военного проекта конструкторы взяли пассажирский Ил-86, фюзеляж которого был достаточно широк, чтобы разместить большую и габаритную аппаратуру. Однако от коммерческого авиалайнера он отличается высоким «лбом» — на носовой части корпуса расположили крупный накладной отсек, куда поместили необходимое для управления радиоэлектронное оборудование. Также на Ил-80 нет иллюминаторов — это сделано для того, чтобы руководство, находящееся на борту и экипаж не ослепли от вспышки близкого ядерного взрыва. Ещё одной визуальной особенностью стала выпускающая тросовая антенна для связи с подвод-

ными лодками. Также были усилены стойки шасси из-за большого веса самолёта.

Уникальность применения

На самолёте Ил-80 (рис. 1) нет средств поражения, поэтому защитить его должны истребители. Но самое интересное кроется в его назначении. Этому способствует габаритная аппаратура, установленная в фюзеляже и даже на крыльях. Самолёт может управлять любыми пунктами с воздуха, передавать информацию, а также производить запуск ракет с земли с помощью команд операторов. Также конструкторами было предусмотрено создание коротковолновых антенн, если остальные средства связи на земле будут выведены из строя. Но такие массивные системы за затрачивают большое количество энергии, поэтому было решено установить дополнительные генераторы.

На самолёте установлены многие комплексы антенн на разных диапазонах приема и передачи, что обеспечивает управление с любой точки земли. Уникальность заключается и в том, что Ил-80 может выпускать некоторые типы антенн длиной около 4км прямо во время полета.

Так как самолет является одним из засекреченных на сегодня образцов российской военной техники, информации по самолету и его эксплуатации крайне мало. Известно, что, по крайней мере, один из Ил-86ВКП находится в полной боевой и технической готовности.



Рис. 1 Уникальный ВКП Ил-80

На самолёте установлены четыре силовые установки, что обеспечивает лучшие аэродинамические характеристики. Проект судного дня может совершать полеты на расстояние до 5000 км со скоростью свыше 800 км/ч. Но еще одна уникальная особенность данного самолёта заключается в том, что он имеет штангу дозаправки. А данное устройство позволяет такому типу воздушного судна находиться в воздухе несколько дней.

Другие проекты воздушных командных пунктов

Помимо Ил-80 в СССР были созданы и другие аналогичные проекты воздушного командного пункта. По спецзаказу Минобороны СССР два Ил-76МД СССР-76450 и СССР-76451 были построены как стратегические воздушные командные пункты (ВКП) для руководства ядерными силами СССР если наземные пункты управления будут выведены из строя.

Проект был построен на базе Ил-76, но в отличие от базовой модели имеют горб с радиоэлектронным оборудованием, остекление кабины штурмана было убрано от возможного облучения световой волны.

Второй проект такого пункта был Ил-22М. Он конструировался на базе гражданского Ил-18. Самолёт Ил-22 предназначен для выявления и подавления современных скрытых и защищённых систем боевого управления на всех театрах боевых действий. Включая РЛС, каналы наведения ЗРК и крылатых ракет, а также АСУ передачи тактической информации, такие как Link-16, внедрённая на таких самолётах иностранных ВВС как В-1В Lancer, F-15E, F-35 Lightning и другие. Другим объектом этого самолёта могут быть и зарубежные системы позиционирования, в том числе используемые странами блока НАТО. Помимо этих задач он используется как воздушный командный пункт. Он не только может служить ретранслятором,

но и подавлять каналы от нежелательных воздействий на работу ВКП. Используется для уменьшения лётного ресурса Ил-80(87).

Перспективы развития

Конечно, российский самолёт «Судного дня» способен работать автономно в течение нескольких дней. Но для этого его необходимо постоянно дозаправлять — и делать это придется чаще.

Вероятно, именно поэтому ещё в 2016 году военное руководство России заговорило о планах разработать новые воздушные командные пункты на основе Ил-96–400м, дальность которых почти в два раза выше. Таким образом возможно будет ликвидировать пробелы за счёт улучшенных эксплуатационных характеристик: это и дальность, и время патрулирования, это и улучшение систем связи. Насколько я знаю, там будут использованы полностью российские компоненты, что позволит обезопасить, в том числе, системы связи от нежелательного влияния и какой-либо прослушки.

Заключение

Воздушный командный пункт — ИЛ-80 играет важную роль при возникновении ядерной угрозы, так как если будут уничтожены все наземные пункты управления он сможет запустить системы обороны с воздуха и решать поставленные задачи по организации боевых действий. Ил-80 в отличие от Ил-22М и Ил-82 может находиться в воздухе не один день, так как оборудован штангой для дозаправки, что обеспечивает его непрерывное действие. Также важен тот факт, что такими воздушными командными пунктами обладают только две державы — Россия и США.

Литература:

1. Руководство по лётной эксплуатации самолёта Ил-86, книга 1, книга 2 / ОКБ Ильюшина/ под редакцией Г. Новожилова
2. Руководство по лётной эксплуатации и полёта самолёта Ил-18: Приказ минст-ра гражданской авиации СССР № 69 от 17.02.1971

Системы предотвращения столкновения самолетов в воздухе

Власов Давид Алексеевич, студент;
Ложкин Михаил Сергеевич, студент;
Залесов Евгений Андреевич, студент;
Гатаулин Фаиль Фанилевич, студент

Научный руководитель: Жасан Михаил Сергеевич, преподаватель

Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», филиал в г. Челябинске

В статье рассматриваются особенности назначения систем предотвращения столкновений самолетов в воздухе, применение в отечественной авиации, а также перспективы их развития.

Ключевые слова: воздушное движение, TCAS, воздушная навигация, безопасность полетов.

Больше века назад зародилась авиация. Первые летательные аппараты смогли подниматься только на несколько метров, а пролетать не более двухсот. Но с дальнейшим развитием воздухоплавания небо становится все более загруженным. Появляются все больше аэропортов, а соответственно увеличивается поток воздушного движения. Обеспечивать безопасность должны авиадиспетчеры. Каждый аэродром имел свой состав организации по воздушному движению. Но столкновения в воздухе были и нужно было решать этот проблемный вопрос.

Тогда впервые на самолеты начали устанавливать системы по предупреждению о столкновении. С того момента эти системы установлены на всех современных самолетах. С десятилетия приоритет системы TCAS являлся второстепенным. Команды авиадиспетчера были главнее электроники. Но после катастрофы над Боденским озером, команды системы TCAS носят приоритетный характер.

Назначение систем предупреждения столкновения в воздухе

Система обзора пространства вокруг воздушного судна, обнаруживая другие суда, оборудованные ответчиком системы TCAS. В случае возникновения риска столкновения система предупреждает об этом пилотов.

Принцип работы заключается в следующем. Для работы самолёт должен быть оборудован самолетным ответчиком и самой системой TCAS. Система одного самолета, работает в сотрудничестве с этим же транспондером или самолетным ответчиком, который в свою очередь обменивается информацией с TCAS другого борта. По своим характеристикам система TCAS способна обнаруживать конфликтные ситуации в 15 км. А также в продольном канале от 15 до 50 км в зависимости от скоростных характеристик судов и 3000 м по высотам.

Первым делом TCAS определяет курс конфликтного борта, относительно курса одного самолета. Далее расстояние между двумя самолетами, а также скорость расхождения или сближения. После чего определяется относительная высота конфликтного борта, если он сообщает о своей высоте с помощью транспондера в режиме C или S.

Затем TCAS рассчитывает траекторию движения бортов до возникновения конфликтной ситуации, так называемую точку

наибольшего сближения (Closest Point of Approach — CPA) и расчетное время до достижения этой точки

Всего существуют четыре категории конфликтующих самолетов. Немедленное вмешательство (RA) — красный цвет; уведомление об сближении (TA) — оранжевый цвет; ближайшие самолеты — бирюзовый цвет; другие объекты. — все что вне остальных зон.

В комплект оборудования TCAS входят: компьютерный блок, который просчитывает варианты развития событий и определяет выдаваемые команды, две приемопередающие антенны, устанавливаемые сверху и снизу фюзеляжа, другая все-направленная, отдельные антенны для транспондеров и дисплей-индикатор в кабине.

Для работоспособности данной системы существует транспондер, который содержит несколько режимов работы. На всех самолетах гражданской авиации устанавливаются такие приемопередачики. С их помощью диспетчер идентифицирует воздушное судно и имеет возможность следить за его передвижением.

Первый и самый простой — режим A. Каждому воздушному судну Службой Управления Движением (попросту диспетчером) присваивается свой четырехзначный цифровой идентификационный код (squawk code), в просторечии «сквок». Если код не выдан диспетчером, то используется один из существующих стандартных, например 1200 — код полета по США или 7000 — код полета по Европе.

Этот код пилот вводит в систему через пульт управления транспондером у себя в кабине. Существуют, так называемые спецкоды. Например 7500 — захват самолета, 7700 — аварийная ситуация на борту. При отображении на экране радара диспетчера таких кодов автоматически срабатывает оповещение для диспетчеров.

Информации минимум, что не есть хорошо, поэтому для исправления ситуации был разработан режим C. Здесь уже вместе с кодом в сигнале присутствует информация о высоте полета. Транспондеры, использующие режим A+C, называют RBS или ATC RBS. Такие приемопередачики обязательны при полетах выше 3000 м и в радиусе 12 км вокруг больших аэроузлов (аэропортов).

Система TCAS может осуществлять наблюдение за самолетами как в режиме работы транспондеров C, так и в режиме S. Приемопередачики, работающие в режиме S ежесекундно

излучают самогенерируемые сигналы, так называемые сквиттеры. В этом сигнале содержится адрес отправителя. По его данным TCAS адресно отправляет запрос и по полученному ответу определяет дальность, курсовой угол (азимут) и высоту контролируемого самолета.

Получаемые данные отправляются в вычислительный блок (компьютер), который, объединяя сведения обо всех воздушных судах, вычисляет степень опасности каждого контролируемого самолета по отношению к борту, на котором установлена система TCAS. Формируется как бы виртуальная объемная карта защищаемого пространства вокруг нашего самолета.

Посторонний летательный аппарат, который входит в защищаемую зону, называют самолетом-нарушителем (на английском intruder) или конфликтующим самолетом.

Различие системы TCAS II от первых версий

TCAS может обнаруживать воздушные суда на расстояниях до 25 км.

Система TCAS II (рис. 1) в отличие от TCAS I выдает не только пассивную информацию о воздушной обстановке, но и прямые рекомендации по устранению возникшей конфликтной ситуации. Система одновременно может отслеживать до 30 воздушных судов и для трех одновременно выдавать команды по разрешению конфликтной ситуации.

Информация от системы TCAS II выдается визуально на индикатор-дисплей в кабине экипажа, а также в звуковом варианте через динамик и наушники СПУ (самолетное переговорное устройство).

Данный комплекс оборудован не только всеми иностранными самолетами, но и отечественными такими как Ту204, Ил-96, Сухой «Суперджет» и МС-21. Помимо этого системы

предупреждения столкновения установлены дополнительно и на такие самолеты Ту-154, Ан-24, Як-40 и ряд других старых моделей.

Перспективы развития системы TCAS

Развитие авиации не стоит на месте. Поэтому и количество самолетов в воздухе будет увеличиваться. Для обеспечения безопасности полетов, система предупреждения о столкновении должна совершенствоваться. Это возможно путем улучшения характеристик радаров обнаружения, мощных транспондеров, а также автоматизации по избеганию столкновения путем команд автопилота. В дальнейшем будущем именно автоматика сможет дать команду самолету самостоятельно набирать высоту или снижаться, тем самым разводя два самолета на безопасные интервалы. Уже внедрены команды автопилота для автоматизированной посадки, выбор профиля набора или снижения, а также предотвращение выхода на критические значения угла атаки.

Заключение

Для полного обеспечения безопасности полетов был создан комплекс для предупреждения о столкновении с другим самолетом, тем самым сделав управление движения автоматизированным процессом. Уведомление передается не только на центр управления полетами, но и всем экипажам самолетов. После авиакатастрофы над Боденским озером выполнение команды системы TCAS обязательны к исполнению, даже если команды диспетчера противоречат этой системе. В дальнейшем развитии авиации данные комплексы будут в автоматическом режиме разводить воздушные суда на безопасные расстояния, как по высоте, так и в горизонтальной плоскости.



Рис. 1. Система TCAS

Литература:

1. Introduction to TCAS II version 7.1: U.S. Department of transportation. Federal Aviation Administration от 28.02.2011

2. Decision criteria for regulatory measures on TCAS II version 7.1: EUROCONTROL Mode S Programme: Stéphan Chabert & Hervé Drévilion от 25.07.2008
3. Collision avoidance on the UKCS (TCAS II): Mark Prior Bristow
4. Largest navigation change since radar: part 5, Bjorn Fehrm

Самолет, опередивший время

Власов Давид Алексеевич, студент;
Чаузов Дмитрий Витальевич, студент;
Гатаулин Фаиль Фанилевич, студент;
Жасан Михаил Сергеевич, преподаватель;
Кузияров Наиль Фаритович, преподаватель

Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», филиал в г. Челябинске

В статье рассматриваются этапы создания первого в мире пассажирского сверхзвукового самолета, особенности его конструкции, конкурентирование и перспективы развития.

Ключевые слова: сверхзвуковой, авиалайнер, Ту-144, Concorde.

Развитие авиации не стоит на месте. Каждый год появляются новые самолеты, их модификации. В середине прошлого века, авиация уже имела боевые сверхзвуковые истребители, авиалайнеры преодолевающие 10000км, первые космические аппараты. К тому времени возникла задача о доставке пассажиров на большие расстояния за короткий промежуток времени. Этим вопросом занимались три державы. Англия, Франция и СССР. Задача перед отечественными авиастроителями стояла сложная. Нужно было не только опередить в создании такого проекта других держав, но и превосходить по показателям в аэродинамике.

Ту-144 первый в мире сверхзвуковой авиалайнер

31 декабря 1969 года провел испытания первый в мире сверхзвуковой пассажирский самолет ОКБ Туполева Ту-144. (рис. 1)

Примечательным является тот факт, что Ту-144 стал единственным сверхзвуковым пассажирским самолётом Советского Союза. Из аналогов был только англо-французский Concorde, ввод в эксплуатацию которого произошёл через 2 с лишним месяца после советского. Разработки других стран существенно отличались не только характеристиками, но и требуемыми от них показателями. В конечном итоге только два этих самолета смогли совершить коммерческие полеты.

Проектные и исследовательские работы начались ещё в конце 50-х гг. прошлого столетия. Завершились они 16 июля 1963 г., когда в постановлении Совета министров СССР было утверждено, что работы поручаются ОКБ А. Н. Туполева. По заданию Партии бюро должно будет спроектировать и собрать самолёт, имеющий 4 реактивных двигателя.

Сборка самолёта осуществлялась в Москве, в то время как отдельные элементы конструкции производились в других уголках СССР:

Фюзеляж и киль в посёлке Томилино (Московская область).

Рули, элероны, основное шасси и двигатель — в Куйбышеве, на разных заводах.

Отъёмная часть крыла и носовое шасси — в Воронеже.

Продолжающаяся гонка вооружения стала причиной того, что на изготовление самолёта отводились минимальные сроки. В результате чего сборка проводилась в 3 смены, с практически ежедневными проверками уполномоченных из ЦК КПСС.

Первый опытный экземпляр собирался на Московском машиностроительном заводе «Опыт», однако для осуществления пробного полёта практически в завершённом виде был перевезён на базу в Жуковском. Здесь и произошло тестирование, в ходе которого Ту-144 находился в небе 38 минут и показал хорошие результаты.

Первый полёт осуществлён 31 декабря 1968 г. Англо-французский Concorde запущен в воздух лишь спустя 2 месяца, 2 марта 1969 г. Хотя работы по его созданию были начаты раньше.

Впервые Ту-144 использовался для пассажирских перевозок 16 декабря 1975 г. по рейсу Москва — Алма-Ата. Все рейсы осуществлялись только лётчиками-испытателями ОКБ Туполева, а пилоты «Аэрофлота» выступали в качестве дублирующих.

История использования первого советского сверхзвукового самолёта была недолгой. Ту-144 эксплуатировался только в направлении Москва — Алма-Ата, расстояние между которыми равнялось 3260 км. Это являлось пределом по имеющемуся топливу. Поэтому не исключалась вероятность того, что, не получив разрешения в посадке из-за неблагоприятных метеоусловий в пункте назначения или ближайшем Ташкентском аэропорту, до другого самолёт дотянуть бы не смог. Ему просто не хватило бы топлива, потому пилоты каждые 10–15 минут полёта делали запрос на землю, осведомляясь о метеорологических условиях аэропорта прибытия.

Сравнение характеристик Ту-144 и Concorde

Эти два самолета имели один и тот же класс, одни и те же задачи и были построены почти в одно и то же время.

Ту-144 советский сверхзвуковой авиалайнер. Выполнил первый полет 31 декабря 1968 года. Производился с 1968 года по



Рис. 1. Советский авиалайнер Ту-144

1978 года. За всю историю было построено 20 самолетов и один проект был закрыт во время строительства. Длина авиалайнера составляла свыше 65м, а размах крыльев достигал 28м. Максимальная масса при взлете достигала почти 200 тонн, а запас топлива в баках составлял 80000кг. Ту-144 в час расходовал большое количество керосина — 39 тонн. На обычном режиме скорость составляла отметки $M=0,85$, а на крейсерском сверхзвуковом $M=2.0$. При этом, чтобы оторваться от земли самолет разгонялся до скорости равной 360 км/ч. Дальность при таких условиях составляла свыше 3000км. [1] Но авиалайнер мог лететь на высоте 19 км. Этот показатель даже не все военные самолеты могут побить.

Англо-французский Concorde (рис. 2) был похож на советский аналог как визуально, так и по характеристикам, но отличия в этом были. Иностраный проект также был построен в 20 экземплярах, но позже второго марта 1969 года. Годы серийного производства были 1965 по 1979. В отличие от нашего варианта, где было предусмотрено 4 члена кабинного экипажа,

у Concorde было 3. По длине он уступал на 10м, а по размаху крыла на 4м. Масса взлета была меньше на 8 тонн, но запас топлива превышал отметки 95000кг. Расход топлива был меньше на целых 15 тонн. Крейсерская дозвуковая скорость была ниже на 100км/ч, а максимальная сверхзвуковая уступала на 0.2 числа Маха. Дальность была в полтора раза выше, но аэродинамическое качество было лучше у советского Ту-144. Практический потолок тоже не был побит и составлял 18км. [2]

Завершение эксплуатации

Несмотря на то, что билеты на рейсы Ту-144 почти всегда продавались полностью, хотя и стоили в полтора раза дороже обычных, они не окупали затрат перевозчика. Увеличивать цену ещё в 2–3 раза не имело смысла, так как в Советском Союзе, в отличие от Европы, не было класса богатых людей, готовых пользоваться такими услугами при наличии более дешёвых аналогов.



Рис. 2. Англо-французский Concorde

Ещё более усугубил ситуацию нефтяной кризис и рост цен на «черное золото». Таким образом, 1 июня 1978 г. «Аэрофлот» завершил использование сверхзвуковых лайнеров для пассажирских перевозок. Официальной причиной была названа катастрофа пятилетней давности, произошедшая в Ле-Бурже.

Всего за историю коммерческой эксплуатации под знамёнами «Аэрофлота» Ту-144 использовался около семи месяцев. За этот период совершил 102 перелёта, 55 из которых были пассажирскими.

Такая же судьба ждала и англо-французского конкурента и оба проекта закончили свою деятельность в 2003 году. В данное время два легендарных авиалайнера находятся в музеях и занимают почетное место не только в истории авиации, но и мира.

Перспективы развития

Но авиастроение не останавливается над созданием такого проекта, но с более улучшенными характеристиками. К примеру российское конструкторское бюро Туполева продолжает совершенствовать проект Ту-444 (рис. 3), который предполагает перевозку пассажиров деловой авиации. Экипаж будет сокращен до двух пилотов, скорость останется прежней, но масса лайнера значительно уменьшиться, а соответственно и расход топлива. Дальность полета увеличится вдвое и будет составлять 7500 км. Этот проект уже рассматривается в объединенной авиационной корпорации России и первые полеты будут в 2025–2027 году.

Сверхзвуковой Ту-444 для деловой авиации

В ОКБ А. Н. Туполева разработан новый сверхзвуковой пассажирский самолет

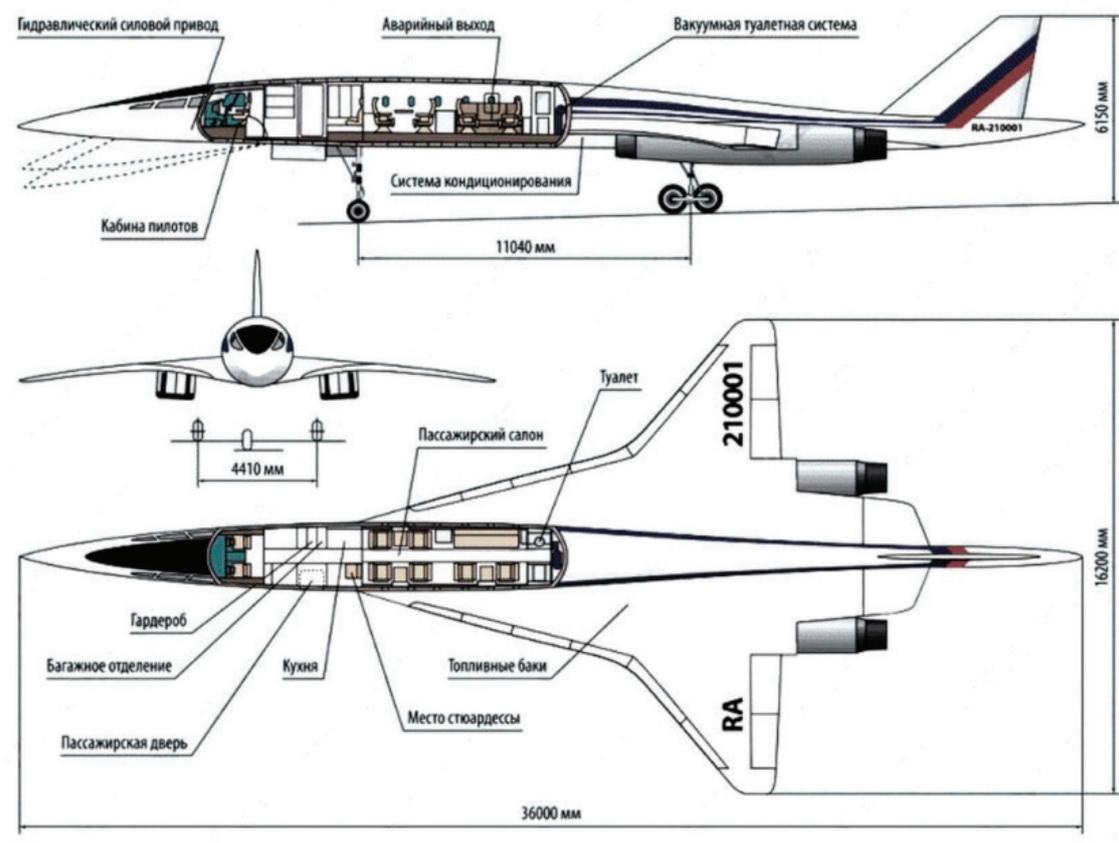


Рис. 3. Проект Ту-444

Заключение

В середине прошлого века такого понятия как добраться из Москвы до Новосибирска за полтора часа и не могло быть. Турбовинтовые Ил-18 преодолевали такое расстояние за 4–5 часов.

Литература:

1. Самолет Ту-144. Руководство по технической и летной эксплуатации: ОКБ Туполева от 1975г
2. Aerospatiale/BAC Concorde. Owners' workshop manual: Haynes от 2010г

Но с появлением сверхзвуковых пассажирских авиалайнеров это стало возможно. Но требования к ним должны улучшаться. А именно по дальности полета, расходу топлива и пассажирской вместимости. Такие показатели должен будет иметь новый российский самолет данного типа Ту-444.

Описание процесса получения трубки, армированной полиэфирной нитью

Колотушкин Даниил Александрович, лаборант спектрального анализа
АО «Научно-производственное объединение имени С. А. Лавочкина» (г. Химки)

Производство шлангов армированных нитями разных типов, является одним из наиболее распространенных технологических процессов. Для катетеризации, зондирования, дренирования и соединения с хирургическими аппаратами и приборами широко применяются трубки медицинские из силикона, ПВХ, в том числе армированные. Трубки могут применяться в системах взятия и переливания крови, в аппаратах, работающих в контакте с кровью, кровезаменителями, физиологическими растворами. Если трубку делают из ПВХ, то применяют специально разработанный пластифицированный медицинский ПВХ пластикат марок ПМ-1/42С, ПМ-2/42М. Для увеличения прочности трубки ее армируют металлической проволокой, различными типами нитей, для медицинских целей армируют в основном полиэфирной нитью. Технология производства изделий такого типа является непрерывной, осуществляется на экструзионных линиях.

Ключевые слова: оснастка, производственная линия, производство, эффективность, автоматизация, оборудование, сборка, оптимизация, процесс, контроль качества

Пластикат поливинилхлорид (ПВХ). В качестве основного исходного сырья для производства медицинских трубок применяют специально разработанный пластифицированный медицинский ПВХ пластикат марки ПМ-1/42С, марки ПМ-2/42М спецификация которого приведена ниже.

Описание:

Цилиндрические гранулы размером 2–6 мм.

Химический состав:

Пластикат представляет собой композицию смолы ПВХ и пластификатора с добавлением стабилизаторов и модифицирующих добавок. Прочность при разрыве пластиката ПМ1/42М медицинского составляет 16,2 Мпа. Он без запаха, обладает высокой прозрачностью, применяются пищевые кальций-цинковые стабилизаторы.

Для производства армированных медицинских трубок применяют пластикат ПВХ, который представляет собой смолу поливинилхлоридную, смешанную с различными вариантами пластификаторов, наполнителей, стабилизаторов и другими подобными компонентами. Сам поливинилхлорид (ПВХ) является высокомолекулярным соединением линейного типа, визуально выглядящий как мелкий порошок. Молекулярная масса варьируется в пределах от 50 до 200 тысяч. Химическая формула $(-CH_2-CHCl-)_n$. В зависимости от используемых дополнительных элементов, пластикат получает различные дополнительные свойства, характеристики и параметры, которые позволяют использовать тот или иной пластикат в различных сферах деятельности.

Главное требование к пластикату из ПВХ состоит в том, чтобы материал не оказывал вредного, канцерогенного влияния на организм человека при использовании конечных изделий в медицине и прежде всего в изделиях, контактирующих с кровью, кровезаменителями и инфузионными растворами. Особенно вредное влияние могут оказывать пластификаторы и стабилизаторы, которые вводятся для улучшения технологических свойств при переработке ПВХ. Над улучшением качества медицинского пластиката работают многие специалисты. Так в российском патенте RU2533150C2 [18] предложена пластифицированная композиция на основе ПВХ. В патенте предложен ряд композиций, которые решают ряд задач. С одной

стороны, предложено улучшение технологических свойств композиции для переработки, исключения слипаемости поверхностей готового пленочного изделия при хранении и использовании. С другой стороны, решалась техническая задача, улучшение свойств пластика для изделия медицинского назначения, а именно: повысить термостабильность, цветостабильность, радиационной стойкостью, создать композиции, не содержащих фталатные группы. Технический результат достигается применением пластификаторов триоктил тримеллитата (ТОТМ), или 1,2-циклогексан-дикарбоновой кислоты — диизонил-эфир (DINCH), или ацетил-три-бутил-цитрата (АТВС), эпоксицианированного растительного масла (оливкового, подсолнечного, конопляного, предпочтительно соевого) стеарата цинка, стеарата кальция в качестве стабилизаторов, полиэтиленового (ПЭ) воска, предпочтительно неокисленного, который обеспечивает щадящие условия переработки композиции при пониженных температурах, что, в конечном итоге, положительно влияет на свойства конечных изделий. Кроме того, технический результат усиливается введением ионола или 4-метил-2,6-изоборнилфенола, как стабилизаторов-антиоксидантов. Для предотвращения слипаемости поверхностей в готовых изделиях при хранении и использовании вводится дополнительное количество ПВХ смолы с константой Фикентчера от 58 до 64 единиц.

При обозначении трубки медицинской обычно указывают наружный диаметр трубки и толщины стенки.

Благодаря особым свойствам поливинилхлорида трубки, изготовленные из ПВХ, отличаются высокой ударпрочностью, высокой устойчивостью к воздействию большинства химических элементов, атмосферным воздействиям. Наряду с этими свойствами, трубка ПВХ обладает отличной гибкостью и не образует заломов при изгибе, что очень важно при эксплуатации.

Армирующая нить. Для армирования трубок и шлангов применяют металлическую проволоку и различные армирующие нити из полиэстерового, полипропиленового, полиамидного, полиэфирного материала. Большое применение нашли различные виды органических химических армирующих волокон, нитей и волокнистых материалов на их основе: технические нити — полиэфирные (лавсан), поливинилспиртовые и др.; параарамидные высокопрочные и высококомодульные во-



Рис. 1. Трубка медицинская ПВХ 12 x 2 мм

локна и нити (армос, русар, тварон, кевлар); метаарамидные термостойкие волокна (фенилон, номекс, конекс) для некоторых видов термостойких ВПКМ; полиоксадиазольные волокна и нити (арселон) для некоторых видов термостойких и фрикционных ВПКМ; волокна общего назначения (полиамидные, полиэфирные, вискозные и др.).

Одной из проблем, которую решают при армировании шлангов или труб различными типами нитей, является повышение адгезии армирующего материала к ПВХ.

Полиэфирная нить и ее основные свойства.

Это химическая нить, которая изготовлена из синтетических полимеров — из расплава полиэтилентерефталата. (ПЭТФ — полимер, принадлежащий к классу полиэфиров, твёрдое, бесцветное, прозрачное вещество в аморфном состоянии белое, производная нефти — терефталевая кислота и этиленгликоля). Существует три стадии технологии производства полиэфирных нитей: на первой стадии полимер расплавляют, продавливают расплавленный полимер через фильтры, затем охлаждают воздухом, и далее производят вытяжку для достижения необходимой штапельной линейной плотности и прочности.

Основные свойства:

— высокая эластичность и формоустойчивость, модуль упругости в два раза выше, чем у полиамидных нитей;

— устойчивость к истиранию выше, чем у натуральных и некоторых других химических нитей;

— высокая термостойкость (температура плавления 265 0С);

— полиэфирные нити термопластичны, вследствие чего разрывное удлинение возрастает с повышением температуры;

— устойчивы к воздействию ультрафиолетового излучения; по стойкости к действию света лавсан уступают лишь нитроновому волокну;

— обладают малой гигроскопичностью, водопоглощение полиэфирных нитей при относительной влажности 65% составляет 0,4%;

— имеют высокую биостойкость;

— суровые полиэфирные нити обладают высокой стойкостью к минеральным и органическим кислотам, к щелочному гидролизу, выдерживают отбеливание текстильных материалов любыми отбеливающими средствами;

— по прочности на разрыв (40–50 кгс/мм²) не уступают полиамидным, но в мокром состоянии почти не теряют прочности, выдерживают нагревание до 180°С;

— по теплозащитным свойствам, несминаемости и эластичности близки к шерсти, а по упругости превосходят ее;

— к недостаткам относятся низкая гигроскопичность (0,4%), высокая электризуемость, плохая окрашиваемость.

Литература:

1. Басов, Н.И., Брагинский, В.А., Казанков, Ю. В. Расчет и конструирование формующего инструмента для изготовления изделий из полимерных материалов. М., Химия, 1991.
2. Беляков Г.И. Охрана труда и техника безопасности: Учебник для СПО-Люберцы: Юрайт, 2016.-404 с
3. Кербер, М. Л., Виноградов, В. М., Головкин Г.С., и др. под ред. А. А. Берлина. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология /учебное пособие (5-е издание, исправленное и дополненное).— СПб.: Профессия, 2018.
4. Ким, В.С. Оборудование и инструменты для изготовления изделий из полимерных композитов. В 2 ч.: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. С. Ким, М. А. Шерышев.— 2-е изд., испр. и доп.— Москва: Издательство Юрайт, 2019.

Орбиты и условия эксплуатации спутников

Колотушкин Даниил Александрович, лаборант спектрального анализа
АО «Научно-производственное объединение имени С. А. Лавочкина» (г. Химки)

Современный мир сложно представить без использования спутников связи. Работа современных технических комплексов и развитие в разных сферах жизни напрямую связаны с технологиями, работающими благодаря спутникам. Спутник связи — это искусственный спутник, выведенный на орбиту с помощью летательного аппарата (ЛА), назначением которого является ретрансляция радиосигнала между точками на поверхности Земли.

Развитие систем в разных сферах жизни человека таких, как спутниковая связь, GPS-ГЛОНАСС, метеорология, наблюдение за наземными и космическими объектами и т.д. потребовало улучшения характеристик рефлектора. Современные антенны должны обеспечивать большой коэффициент усиления и точность приёма и передачи сигнала. Важной составляющей частью рефлектора является его крепление к КА. От конструкции крепления зависят основные характеристики, связанные с точностью передачи сигнала. Существует два основных типа конструкции крепления: подвижное и неподвижное. В данной работе будет рассмотрено неподвижное крепление, которое обеспечит хорошие жесткостные характеристики конструкции, что способствует увеличению точности передаваемого и принимаемого сигнала.

Ключевые слова: оснастка, производственная линия, производство, эффективность, оборудование, оптимизация, процесс, контроль качества

Орбиты и условия эксплуатации спутников

Проектирование крепления конструкции РЗКА к КА является сложной и многостадийной задачей. Для её выполнения необходимо рассмотреть множество факторов и особенностей при работе спутника в открытом космосе. Спутники связи эксплуатируются на геостационарной орбите, поэтому необходимо учитывать её особенности при создании изделия. Также спутник выводится на орбиту с помощью ракеты-носителя, а значит испытывает перегрузки при старте и во время всего полёта. Это тоже важно учитывать, поскольку соединения между креплением и рёбрами могут быть клеевыми, а значит вибрационные нагрузки могут разрушить подобного рода соединения, если неправильно будет подобран материал.

Принцип спутниковой связи заключается в ретрансляции аппаратурой спутника сигнала от передающих наземных станций к приёмникам. Спутник представляет собой устройство, принимающее сигнал с поверхности Земли, который

в дальнейшем усиливает и отправляет обратно на Землю. В настоящее время люди используют несколько орбит для размещения спутников. Орбита представляет собой траекторию вокруг Земли, по которой движется спутник. Во время свободного полёта движение аппарата происходит под действие сил гравитации.

Эллиптические спутниковые орбиты чаще всего называют высокой эллиптической орбитой (ВЭО). Одной из особенностей этой орбиты является то, что спутник вращается по кривой эллипса вокруг Земли. А значит, что в разных точках движется с разной скоростью, т.е. чем ближе он к поверхности планеты, тем быстрее он начинает двигаться, а чем дальше от поверхности, тем меньше его скорость. Расположение эллиптической орбиты показано на рисунке 1.

Каждый эллипс имеет два центра, один из них совпадает с центром Земли. Ещё одной важной особенностью является наличие на этой орбите двух точек, одна из которых расположена в месте наибольшего удаления от Земли. Эта точка на-

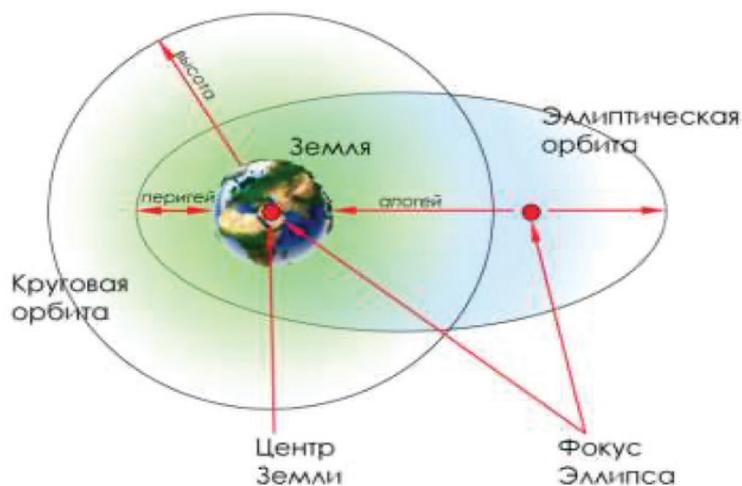


Рис. 1. Эллиптическая и круговая орбиты

зывается апогей, в ней достигается минимальная скорость космического аппарата, поскольку гравитация достигает минимальных значений. Точка, максимально приближённая к поверхности Земли — перигей, в ней достигается максимальная скорость из-за действия гравитации.

Геостационарная орбита (ГСО) используется для размещения на ней разных видов спутников, начиная со спутников связи и заканчивая спутниками военного назначения. Высота данной орбиты в среднем составляет около 35786 км от среднего уровня моря. Преимуществом данной орбиты является то, что спутник находится на одном и том же расстоянии от поверхности Земли, что позволяет направлять на спутник фиксированную антенну наземной станции.

Спутник, находящийся на этой орбите, совершает один оборот вокруг Земли за сутки. Приведем ряд преимуществ, которые являются важными при организации глобальной связи:

- отсутствие перерывов связи вследствие взаимного перемещения КА и пользовательского терминала во время сеанса связи;
- охват связью 95% поверхности Земли системой, состоящей всего из трех геостационарных спутников;
- отсутствие необходимости в организации межспутниковой связи (в отличие, например, от низкоорбитальных систем);
- простота организации связи в глобальном масштабе

Высота ГСО имеет довольно большое численное значение, из-за этого есть значительный недостаток — длительная задержка между передачей и приёмом сигнала. Помимо этого, задержка зависит от атмосферы и приёмопередающего оборудования. Также недостатком данной линии связи является перенасыщенность ГСО и невозможность обслуживания полярных областей.

Далее рассмотрим условия работы конструкции с учётом воздействия разных факторов, влияющих на спутник на разных этапах эксплуатации, начиная со старта ракеты и заканчивая работой на ГСО.

Во время полёта РН на него действуют три основные группы факторов, существенно влияющие на полёт. Реактивные силы,

влияющие на конструкцию ракеты при истечении газов из двигательных установок и массовые силы, подчинённые закону тяготения, являются внешними силами. Поверхностные силы, к которым относятся аэродинамические нагрузки. Все силы, действующие на ракету, имеют воздействие и на внутренние части, в том числе и на спутник, находящийся в головном отсеке. Рассмотрим более детально перечисленные силы:

1. Сила тяги ракетного двигателя: равнодействующая сила, действующих сил на поверхность ракетного двигателя и сил давления окружающей среды, направлена против силы тяги двигателя. При работе двигателей и воздействии данной силы могут возникать вибрационные нагрузки.

2. Массовые силы: сила притяжения, действующая на ракету в полёте. Ускорения притяжения изменяется с высотой полёта.

3. Поверхностные силы: аэродинамические силы, действующие на участке полёта, где присутствует атмосфера.

4. Аэродинамические силы: силы сопротивления при движении ракеты в пространстве, также могут вызывать вибрационные нагрузки.

Также существует понятие о перегрузке, при движении ракеты с ускорением появляются силы инерции, которые дополнительно нагружают элементы конструкции. Данные силы относятся к массовым. Самое большое воздействие на перегрузку оказывает масса ракеты в полёте вследствие выгорания топлива.

Помимо нагрузок, возникающих при полёте, конструкция испытывает нагрузки в открытом космосе. Примером таких нагрузок являются тепловые. Тепловой режим КА формируется под воздействием внешнего и внутреннего теплообмена. Данный теплообмен рассматривается в специфических условиях космического пространства. Внешняя поверхность нагревается за счёт тепловых потоков со стороны Солнца, планет и фоновой радиации, также источниками энергии служат столкновения с атомами и молекулами верхних разряженных слоёв атмосферы.

Самой большой проблемой работы в условиях открытого космоса, является проблема, связанная с большим перепадом



Рис. 2. Геостационарная орбита

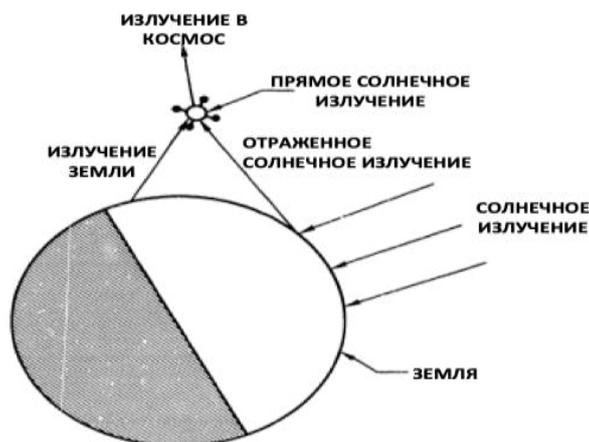


Рис. 3. Тепловой баланс тела в открытом космосе

температур. Это связано с тем, что ЛА вращается вокруг Земли, а не находится на одной точке, то есть за время своей работы находится в теневой области или же под прямым действием солнца.

Задачей теплового анализа является определение полей и перепадов температур по элементам конструкции антенны в условиях ее эксплуатации на орбите Земли.

Поверхностная температура КА на околоземных орбитах определяется тепловым балансом между поверхностью КА и окружающей его средой, которая включает Солнце, Землю и её атмосферу, а также открытый космос, который выступает в качестве окружающей среды, куда осуществляется отток тепла. Основными источниками, составляющими внешний тепловой поток q_{ext} , приходящийся на поверхность КА, являются прямое солнечное излучение, солнечный поток, отраженный от Земли (альбедо), и собственное инфракрасное излучение Земли. Таким образом, внешний тепловой поток, приходящийся на тело открытому космосе, определяется суммой

$$Q_{ext} = Q_{solar} + Q_{earth} + Q_{albedo}, \tag{1}$$

Q_{solar} — солнечный тепловой поток, Q_{earth} — тепловой поток от инфракрасного излучения Земли, Q_{albedo} — тепловой поток за счет отраженного от Земли солнечного излучения.

Внешний нагрев КА на орбите Земли изменяется во времени, то есть орбитальный нагрев — это функция, зависящая от высоты орбиты и геометрической ориентации конструкции КА относительно Земли и солнца.

Факторы видимости используются для расчета лучистого теплообмена между несколькими поверхностями — это и есть коэффициенты, отвечающие за орбитальную и взаимную ориентацию элементов конструкции КА.

Также стоит обратить внимание на потоки тепла, исходящие при соударении КА с молекулами и атомами атмосферы. Нагрев становится заметным при движении на участках орбиты, расположенных ближе всего в поверхности планеты. Тепловой эффект проявляется при переходе части или всей кинетической энергии частиц в тепловую.

Помимо температурных нагрузок, на конструкции ЛА воздействует радиация, что тоже имеет большое влияние на

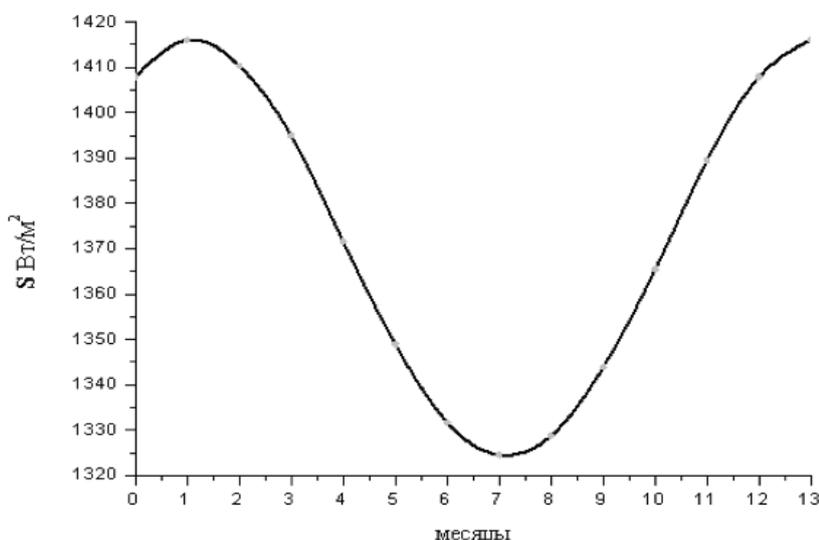


Рис. 4. График изменения солнечной постоянной в течение года

эксплуатационные характеристики. Мощным источником радиации является солнце. Наиболее стойкими к данному излучению являются керамические покрытия.

Рассмотрим влияние космического вакуума на конструкции РКТ. При воздействии космоса меняются механические, оптические и другие характеристики материалов. В вакууме происходит испарение чистого вещества, ему подвержены все материалы, используемые в космосе. Наиболее подверженные материалы: кадмий, цинки марганец. Другие привычные материалы такие, как алюминий, кремний и медь более устойчивы к сублимации. При температурах ниже 370 К устойчивы алкидные, фенольные и эпоксидные смолы, но

при температуре более 420 К их химический состав изменится и начинается интенсивное испарение. Также может усиливаться адгезия разнородных материалов при их соприкосновении. Помимо этого, могут возникать микроскопические трещины и коррозия.

Стоит обратить внимание на ещё одну категорию воздействия на ЛА — космический мусор. Стоит отметить, что на данный момент ведутся исследования, связанные с очищением космического пространства от мусора. Нельзя не учитывать приведённый фактор, поскольку мусор может повредить конструкцию спутника. Для защиты внешней части ЛА используют специальные прочные покрытия.

Литература:

1. Тайгин, В.Б. Обзор конструкций зеркальных антенн космических аппаратов с твердотельными прецизионными размеростабильными рефлекторами / В.Б. Тайгин, А.В. Лопатин // Космические аппараты и технологии. — 2021. — Т. 5, № 1. — С. 14–26.
2. Пономарёв, В.С. Напряжённо-деформированное состояние антенных рефлекторов космических аппаратов при нестационарных тепловых воздействиях: автореф. дисс. 01.02.04 канд. физ.-мат. Наук / Пономарёв Виктор Сергеевич. — Томск, 2015. — 139 с.
3. Advanced antennas for small satellites / S. Gao [et al.] // Proceedings of the IEEE. — 2018. — Vol. 106, No. 3. — P. 391–403.
4. Выбор схемы подкрепления параболической антенны из композиционных материалов с эллиптической линией раскрытия / А.Л. Галиновский [и др.] // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. — 2020. — № 9. — С. 54–68.

Исследование численной модели трубобетонной колонны круглого сечения в ПК Ansys Workbench

Кондакова Ирина Валерьевна, студент магистратуры

Научный руководитель: Шеховцов Алексей Сергеевич, кандидат технических наук, доцент
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Для анализа напряженно-деформированного состояния трубобетонной колонны круглого сечения была выполнена конечно-элементная модель в программном комплексе Ansys Workbench с учетом физической, геометрической и контактной нелинейности. Полученная расчетная модель достоверно отражает работу трубобетонных конструкций и может быть использована для дальнейших исследований.

Ключевые слова: трубобетон, трубобетонные сжатые колонны, модель Друкера — Прагера с учетом упрочнения/разупрочнения, нелинейная работа конструкций.

Одним из способов увеличения прочности бетона является применение стальных труб, выступающих в роли оболочки для бетонного ядра. Такие конструкции называются трубобетонными (ТБК).

Исследование ТБК началось еще в начале XX века и продолжается по сегодняшний день. Трубобетонные конструкции в современном строительстве нашли широкое применение, так как обладают конструкционными, эксплуатационными, технологическими и экономическими преимуществами. Важной особенностью таких конструкций является то, что несущая способность при совместной работе трубы и бетонного ядра выше, чем их суммарная несущая способность по отдельности.

Теоретическое определение напряжений в бетоне и трубе ТБК представляет сложную задачу. Такие ученые как Росновский В.А. [1], Лукша Л.К. [2], Кикин А.И. [3], Кришан А.Л. [4], Стороженко Л.И. [5], Маренин В.Ф. [6], Санжаровский Р.С. [7] и другие исследовали работу трубобетонных конструкций на основе результатов испытаний опытных образцов. Но все полученные результаты справедливы только для тех условий, в которых они были получены. Поэтому необходимо создать конечно-элементную модель трубобетонной конструкции, которая при известных физико-механических свойствах материалов позволит вычислить развивающиеся деформации и напряжения в зависимости от напряженного состояния конструкции.

Одним из современных вычислительных комплексов, в котором доступен расчет нелинейных задач на основе конечно-элементного метода, является программный комплекс Ansys Workbench.

Трубобетонные конструкции характеризуются своей пластичной работой при приложении нагрузки. В работе таких конструкций встречаются все 3 вида нелинейности: геометрическая, физическая и контактная.

Геометрическая нелинейность конструкции заключается в непропорциональной зависимости между нагрузкой и перемещениями, вызванными деформированием конструкции. Математическая модель, с помощью которой возможно учесть большие перемещения, деформации, прогибы и изменение эффективной жесткости при изгибе, активируется с помощью метода Ньютона-Рафсона (Newton-Raphson Option). Данный метод является итерационным методом решения нелинейных задач. На каждом этапе загрузки программа выполняет решение системы линейных уравнений, на основе которых вычисляется приращение перемещений, и вычисляет вектор внутренних сил, при котором система находится в равновесии [8].

Также геометрическая нелинейность учитывается за счет активированной опции Large Deflection, которая позволяет учитывать большие деформации, перемещения и углы поворота в конструкции [8].

Физической нелинейностью называется непропорциональная зависимость между напряжениями и деформациями. Для описания нелинейного поведения стали была применена модель с изотропным упрочнением и билинейная диаграмма зависимости напряжений от деформаций с изгибом на пределе прочности (рисунок 1). Для моделирования процесса пластического деформирования бетона задана нелинейной диаграммой деформирования бетона по приложению Г [9] (рисунок 2) с помощью модели Друкера — Прагера с экспоненциальным упрочнением/разупрочнением (softening).

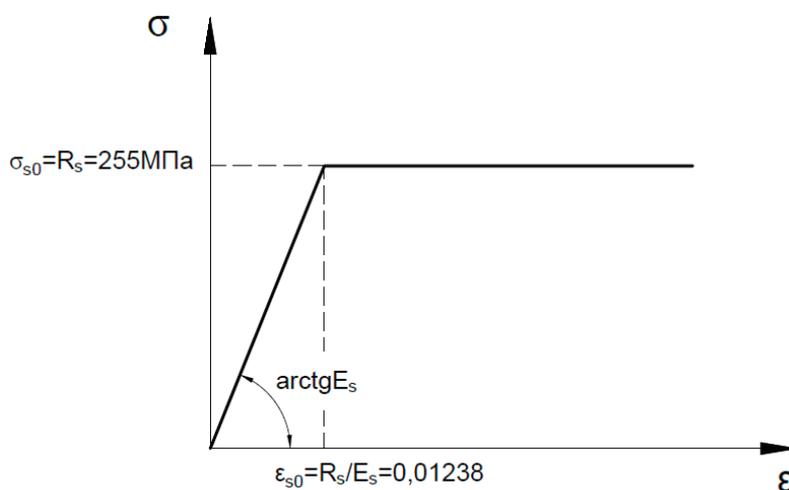


Рис. 1. Билинейная диаграмма зависимости напряжений от деформаций для стали

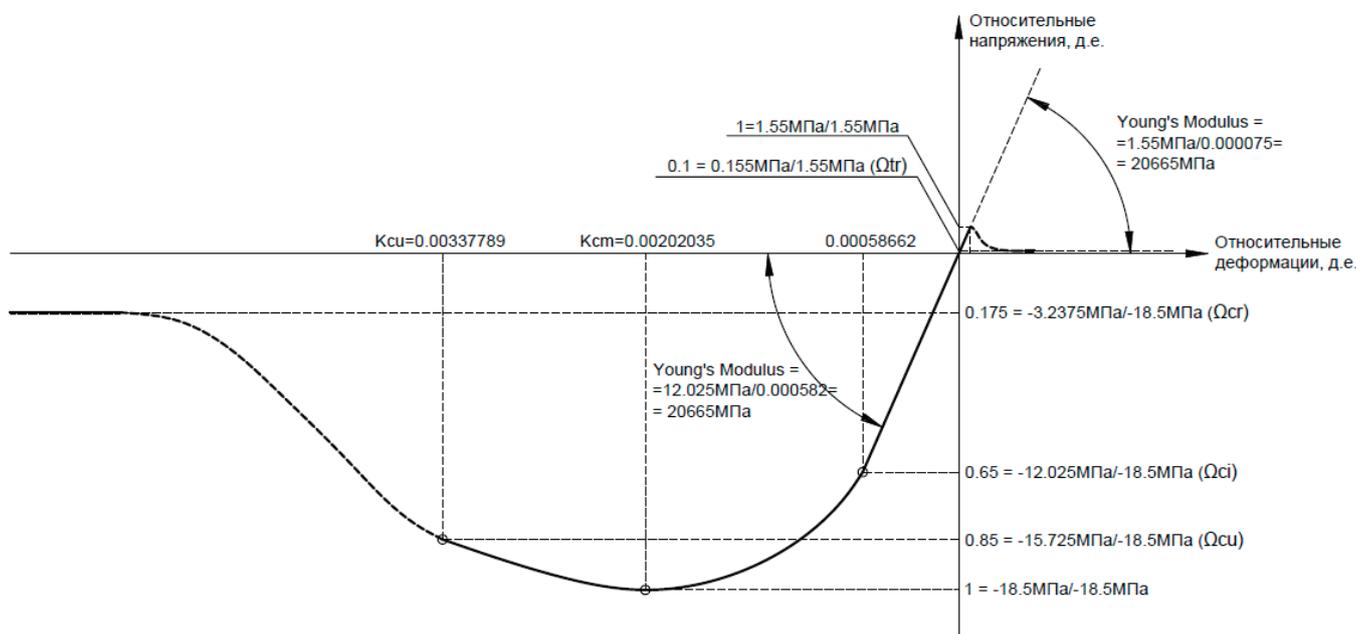


Рис. 2. Криволинейная диаграмма деформирования бетона В25

Модель Друкера — Прагера подходит для модели бетона в составе трубобетонной колонны, так как основывается на предположении трехосного расширения и на теории пластического течения.

Для верификации нелинейной модели бетона в Ansys Workbench был выполнен расчет эталонной призмы размерами 150x150x600 мм выполненной из бетона класса В25 [10], прочность при осевом сжатии которого составляет 18,5 МПа [9]. Несущая способность призмы составила 18,51 МПа, то есть разрушение призмы происходит при величине нагрузки чуть больше эталонной. Также были получены максимальные относительные деформации при сжатии на последней стадии работы образца, которые составляют 0,00384, что очень близко к рассчитанному значению 0,00338. Следовательно, можно сделать вывод, что модель Друкера — Прагера с учетом упрочнения-разупрочнения является наиболее подходящей для описания нелинейной работы бетона.

В качестве моделирования конструкции бетонного ядра и стальной оболочки использовался объемный конечный элемент SOLID186, в котором в перемещениях учитываются поступательные степени свободы, а также вводится дополнительная степень свободы — давление [8].

Контактная нелинейность характеризуется изменением статуса контакта, то есть от статуса контакта на соответствующем шаге нагружения зависит жесткость системы [8]. Для описания работы трубобетонной колонны в компьютерной модели взаимодействие бетона и трубы было задано через тип контакта Frictional — нелинейный тип контакта, который моделирует сцепление с коэффициентом трения. Коэффициент трения бетона о сталь был принят равным 0,47. Для моделирования контактной пары между поверхностью бетона и трубы были применены следующие типы конечных элементов:

- CONTA174 для бетона;
- TARGE170 для стали.

В Ansys Workbench была создана модель короткого трубобетонного образца высотой 1м, диаметром 159мм и толщиной оболочки 3мм. Заданные материалы представлены в таблицах 1 и 2.

Нижний торец трубобетонной колонны был закреплен от смещения и поворота (Fixed Support), а на верхний торец образца (на все сечение) было приложено заданное перемещение (Displacement). Также был задан собственный вес конструкции (рисунок 3).

В результате была получен график зависимости деформаций от нагрузки (рисунок 4).

Таблица 1. Физико-механические свойства материала стали

Плотность, кг/м ³	Модуль упругости, Па	Модуль объемных деформаций, Па	Модуль сдвига, Па	Коэффициент Пуассона	Предел текучести, Па	Касательный модуль, Па
7850	$2,06 \cdot 10^{11}$	$1,7167 \cdot 10^{11}$	$7,9231 \cdot 10^{11}$	0,3	$2,55 \cdot 10^8$	$1,45 \cdot 10^9$

Таблица 2. Физико-механические свойства бетона

Характеристика	Значение
Плотность	2400 кг/м ³
Модуль упругости	20665 МПа
Коэффициент Пуассона	0,2
Модуль объемных деформаций	$1,1481 \cdot 10^{10}$ Па
Модуль сдвига	$8,6104 \cdot 10^9$ Па
Предел прочности бетона при одноосном сжатии	18,5 МПа
Предел прочности бетона при одноосном растяжении	1,55 МПа
Предел прочности бетона при двухосном сжатии	22,2 МПа
Дилатансия растяжения и растяжения-сжатия	0,25
Дилатансия сжатия	1
Пластические относительные деформации при одноосном сжатии, k_{cm}	0,00143373
Полные относительные деформации при переходе от степенного к экспоненциальному размягчению, k_{cu}	0,00279127
Относительные напряжения в начале нелинейного упрочнения, Ω_{ci}	0,65
Остаточное относительное напряжения при переходе от степенного закона к экспоненциальному размягчению, Ω_{cu}	0,85
Остаточное относительное напряжение при сжатии, Ω_{cr}	0,175
Энергия разрушения	155,55
Остаточное относительное напряжение при растяжении	0,1

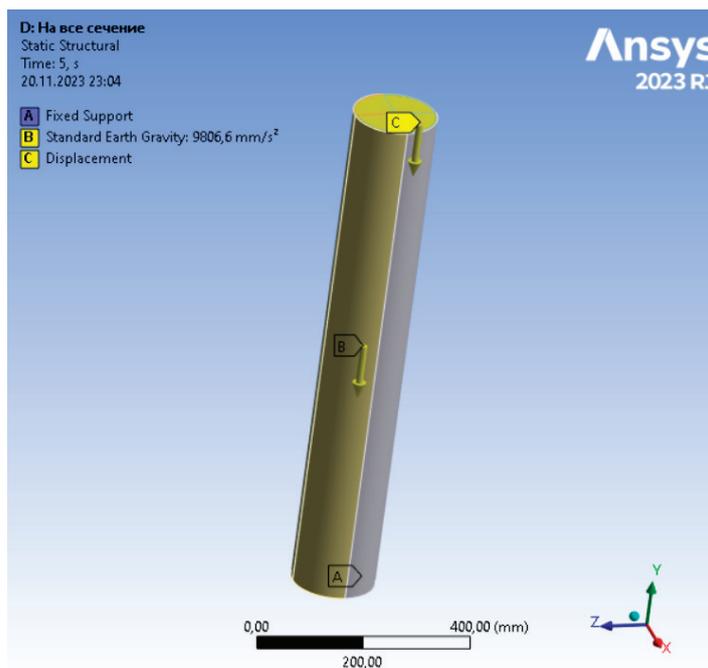


Рис. 3. Расчетная модель трубобетонной колонны круглого сечения

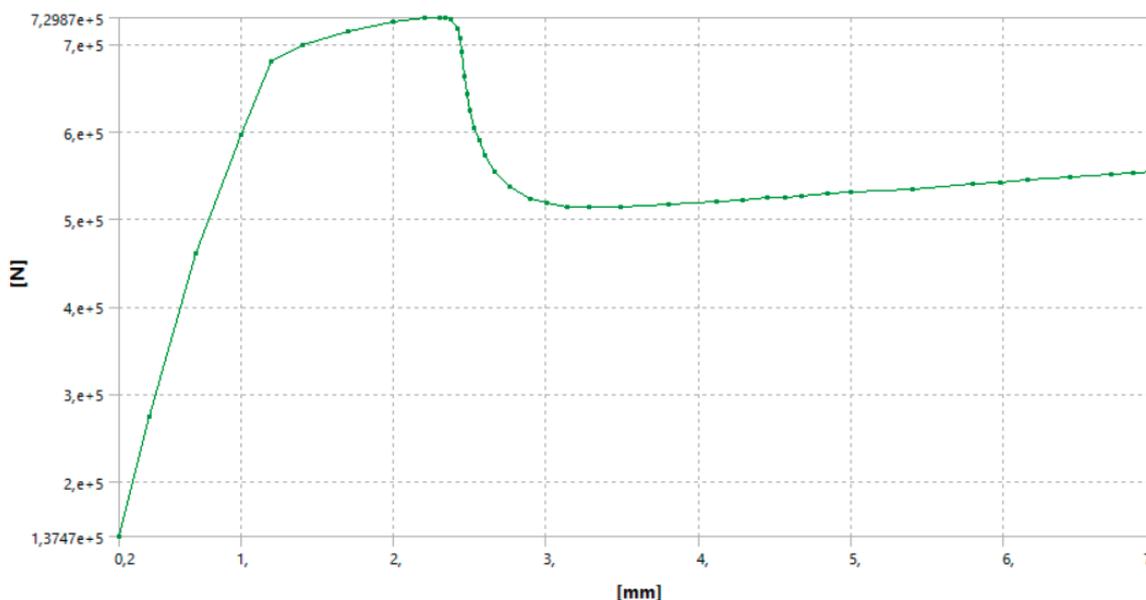


Рис. 4. График зависимости перемещений от нагрузки ТБК d159t3

Полученная диаграмма деформирования ТБК схожа с диаграммами, полученными другими авторами [1, 4]. Картина деформирования трубобетонного элемента (рисунок 5) похожа на деформированные образцы, полученные при испытаниях Росновского [1].

При приложении нагрузки образец сначала деформируется упруго, затем при относительных деформациях 0,7–2,3 мм/м в образце появляются пластические деформации. При достижении пластических деформаций выше 2,3 мм/м происходит резкое снижение несущей способности, бетон принимает форму бочки, появляются характерные поперечные складки на трубе и образец разрушается.

В результате расчета предельная нагрузка на испытуемый образец составила:

$$N_{\text{ТБК}} = 729,87 \text{ кН}$$

Значение предельной нагрузки, рассчитанное по своду правил [11]:

$$N = 769,508 \text{ кН}$$

Разница составляет 5%.

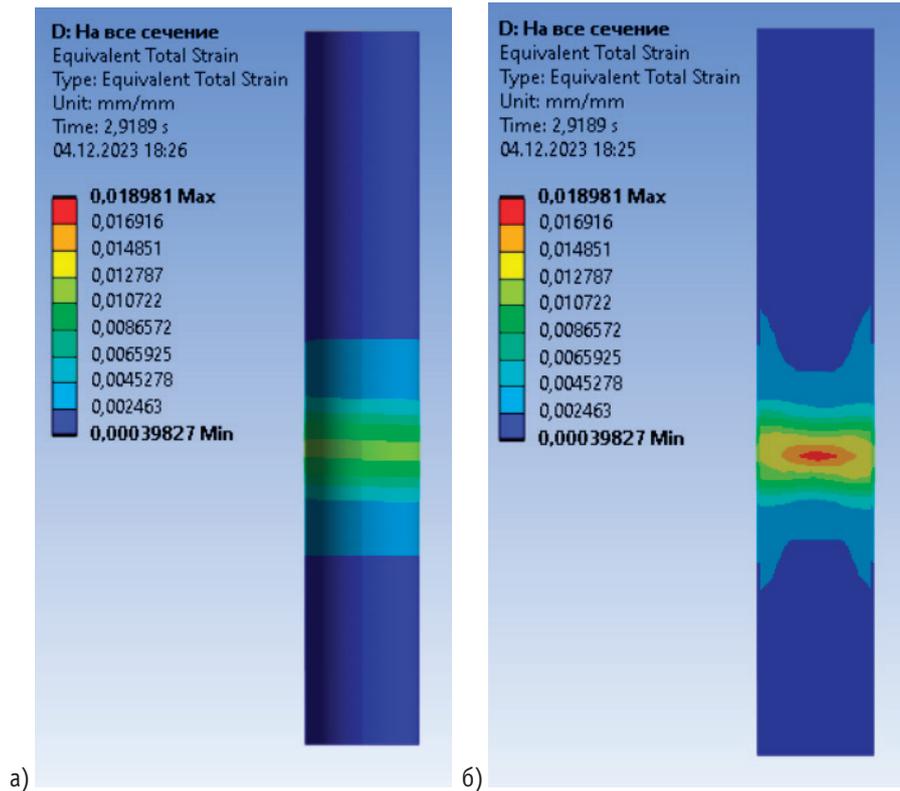


Рис. 5. Распределение суммарных эквивалентных деформаций: а) в стальной оболочке; б) в бетонном ядре

Суммарное предельное усилие стальной оболочки и бетонного цилиндра:

$$N_{sum} = R_b \cdot A_b + \sigma_t \cdot A_{ct} = 18,5 \cdot 10^3 \cdot 0,01838 + 255 \cdot 10^3 \cdot 0,00147 = 715 \text{ кН}$$

Так как $N_{ТБК} > N_{sum}$, можно сделать вывод, что расчетная модель учитывает особенности работы ТБК.

Предельная нагрузка на бетонный цилиндр диаметром 153 мм:

$$N_b = R_b \cdot A_b = 18,5 \cdot 10^3 \cdot 0,01838 = 340 \text{ кН}$$

Также была вычислена несущая способность для железобетонной колонны диаметром 153 мм с таким же процентом армирования $\mu = 8\%$, то есть армированной арматурными стержнями бd18. Предельная нагрузка на железобетонную колонну:

$$N_{ЖБ} = 627 \text{ кН}$$

Следовательно, применение данной трубобетонной колонны дает увеличение несущей способности в 2,14 раза по сравнению с бетонным неармированным цилиндром и в 1,2 раза по сравнению с железобетонной колонной с таким же процентом армирования, что соответствует выводам других авторов.

Таким образом, была создана и описана конечно-элементная модель образца трубобетонной колонны круглого сечения, которая достоверно отображает работу ТБК. Следовательно, полученная расчетная модель может быть использована для дальнейших исследований.

Литература:

1. Росновский В. А. Трубобетон в мостостроении. М., Трансжелдориздат, 1963, 109с.
2. Лукша Л. К. Прочность трубобетона. Мн., «Высшая школа», 1977, 96с.
3. Кикин А. И., Санжаровский Р. С., Труль В. А. Конструкции из стальных труб, заполненных бетоном. М., Стройиздат, 1974, 144с.
4. Кришан А. Л., Римшин В. И., Астафьева М. А. Сжатые трубобетонные элементы. Теория и практика: монография. М.: Издательство АСВ, 2020, 322с.
5. Стороженко Л. И., Плахотный П. И., Черный А. Я. Расчет трубобетонных конструкций. К.: Будивэльнык, 1991, 120 с.
6. Маренин В. Ф. Исследование прочности стальных труб, заполненных бетоном при осевом сжатии: дис. канд. техн. наук. М., 1959. 291 с.
7. Санжаровский Р. С. Теория и расчет прочности и устойчивости элементов конструкций из стальных труб, заполненных бетоном. Автореферат дис. на соискание ученой степени доктора технических наук / Ленингр.инж.-строит. Ин-т.— Ленинград: 1974, 55с.
8. Федорова Н. Н., Вальгер С. А., Данилов М. Н., Захарова Ю. В. Основы работы в ANSYS17. М.: ДМК Пресс, 2017, 210с.

9. СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения». Актуализированная редакция СНиП 52–01–2003 (с Изменениями № 1,2). [Электронный ресурс]. ИС «Техэксперт» (дата обращения 01.04.2022).
10. ГОСТ 10180–2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам». [Электронный ресурс]. ИС «Техэксперт» (дата обращения 01.05.2023).
11. СП 266.1325800.2016 «Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования» (с Изменениями № 1,2,3, с Поправками). [Электронный ресурс]. ИС «Техэксперт» (дата обращения 01.02.2022).

Напряженно-деформированное состояние трубобетонной колонны в зависимости от способа приложения нагрузки

Кондакова Ирина Валерьевна, студент магистратуры
Научный руководитель: Шеховцов Алексей Сергеевич, кандидат технических наук, доцент
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Рассмотрены разные способы приложения нагрузки на трубобетонные колонны: на все сечение целиком и на бетонное ядро. Выполнен обзор литературы по данному вопросу, а также выполнен расчет на основе конечно-элементной модели в Ansys Workbench. Сделан вывод о том, что способ передачи нагрузки на все сечение является наиболее эффективным.

Ключевые слова: трубобетон, трубобетонные колонны, способ передачи нагрузки на трубобетон, эффект обоймы, способ нагружения

Целями современного строительства является снижение стоимости строительства, уменьшение веса конструкций, экономия стали, снижение трудозатрат, а также увеличение несущей способности конструкций.

Трубобетонные колонны (ТБК) обладают высокой несущей способностью, по сравнению с железобетонными колоннами. Их применение позволяет уменьшить сечение колонн, снизить затраты на опалубочные работы и снизить сроки строительства.

Теоретическое определение напряжений в бетоне и трубе ТБК представляет сложную задачу. Несмотря на множество экспериментальных исследований, до сих пор нет единого мнения как прикладывать нагрузку на трубобетонные колонны: на все сечение целиком или только на бетонное ядро.

В. А. Росновский [1] считает, что бетон, заключенный в трубчатую обойму способен достигать предельных напряжений, соответствующих состоянию текучести бетона благодаря тому, что стальная оболочка воспринимает на себя растягивающие и скалывающие напряжения, которые возникают в бетоне под влиянием осевой нагрузки. Также Росновский считает, что оболочка работает на сжатие как продольная арматура, а ее работа в поперечном направлении незначительна. В экспериментальных исследованиях Росновского было испытано более 300 трубобетонных образцов различной длины, диаметра и толщины оболочки. В основном испытания проводились с образцами, у которых торец затирался заподлицо со стенкой трубы, а также испытывались образцы без тщательной обработки и образцы, в которых бетон выступал за края труб. Было выяснено, что прочность образцов особо не отличались. Эти же результаты были получены в испытании опытной ферме из трубобетонных элементов. Поэтому был сделан вывод, что нет необходимости в точной пригонке торцов стыкуемых труб.

В. Ф. Маренин [2] проводил испытания с трубобетонными образцами, часть которых имела ненарушенное сцепление бетона с трубой (давление от пресса передавалось на все сечение образца) и часть образцов была с нарушенным сцеплением (нагрузка передавалась только на бетон через стальные диски, внутренняя поверхность труб была смазана машинным маслом перед заливкой бетона). Все образцы имели диаметр 300 мм и длину 1200 мм. В результате эксперимента, Маренин выяснил, что приложение нагрузки на бетон приводит к повышению нагрузки на 10–11%, но при этом предельная деформативность образцов с нарушенным сцеплением и передачей давления на бетон значительно выше, чем у образцов с нагрузкой на все сечение. Поэтому хоть способ передачи нагрузки на бетон и дает прочностной эффект, но из-за ухудшения деформативных свойств бетона предпочтительнее передавать нагрузку на все сечение ТБК.

Стороженко в своей книге [3] описывает результаты испытаний более 300 трубобетонных образцов. Конструкции, к которым была приложена нагрузка на все сечение или только на бетон, показали примерно одинаковую несущую способность, а при нагружении только трубы образца несущая способность оказалась ниже на 36%.

Работу трубобетонных конструкций в последнее время интенсивно изучал А. Л. Кришан [4]. При сравнении способов передачи нагрузки на колонну Кришан выделил 4 основных способа: на все сечение, на бетон, на сталь и на бетон со смазкой поверхности контакта бетона и стали. Он пришел к выводу, что первые два варианта незначительно отличаются, но передача на все сечение является более эффективной и простой для реализации. У 3-го варианта несущая способность значительно ниже и почти не отличается от несущей способности стальной трубы, которая не заполнена бетоном. 4-й вариант требует при-

менения специальных составов для устранения трения и дополнительных трудозатрат.

В статье Бакевича А. М. и Ваучского М. Н. [5] отмечается, что главным недостатком ТБК является отслоение оболочки. Отставание оболочки происходит из-за того, что коэффициент Пуассона у металла и бетона различный, и при нагружении труба стремится расширяться больше, чем ядро. Поэтому, как утверждают авторы статьи, если прикладывать нагрузку исключительно на бетонное ядро, то можно исключить процесс отслоения оболочки из работы ТБК. Были проведены испытания образцов, к которым нагрузка была приложена на все сечение целиком и только на ядро через прокладочную пластину. В результате оказалось, что во втором случае несущая способность образца была 29% выше.

Huang F., Yu X., Chen B. [6] провели экспериментальное сравнительное исследование в общей сложности восемнадцати коротких, средних и длинных круглых колонн ТБК, подвергнутых различным схемам осевой нагрузки. Нагрузки были приложены ко всему сечению, только к бетонному сердечнику, только к стальной трубе или ко всему сечению с двумя различными коэффициентами предварительной нагрузки. В результате получилось, что в коротких колоннах возникал эффект обоймы, и при приложении нагрузки к бетонному сердечнику несущая способность немного увеличивалась, но при этом бетонное ядро деформировалось больше, чем в случае приложении нагрузки на все сечение. Для средних и длинных колонн эффект обоймы был значительно слабее, гораздо больше влиял эффект гибкости. Из-за высокого коэффициента гибкости ТБК разрушалась вследствие общей потери устойчивости, при этом колонны были гораздо эффективнее, если нагрузка была равномерно распределена по бетонному сердечнику и окружающим его стальной трубе.

На сегодняшний день по расчету трубобетонных конструкций существует свод правил СП 266.1325800.2016 «Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования» [7]. В данном своде правил сказано, что передача нагрузки от других конструкций должна равномерно распределяться между трубой и бетоном. В европейских нормах [8] есть обязательные требования к опорному узлу с постановкой анкеров, при котором осуществляется равномерное перераспределение усилий между

ядром и оболочкой. Передача нагрузки на колонну без установки анкеров допускается лишь в том случае, когда используется специальный оголовок колонны, который равномерно передает нагрузку как на стальную трубу, так и на бетонное ядро.

Таким образом, необходимо выяснить как от способа передачи нагрузки на трубобетонную конструкцию зависит ее предельная несущая способность.

Рассмотрим 2 способа передачи нагрузки на ТБК:

- нагрузка передается на все сечение элемента (рисунок 1, а);
- нагрузка передается только на бетонное ядро, а роль оболочки сводится к созданию реактивного бокового давления на ядро (рисунок 1, б).

В Ansys Workbench были созданы расчетные модели трубобетонных колонн диаметром 159 мм и длиной 1 м с различными вариантами загрузки. Загружение задавалось в виде заданного перемещения на верхний торец колонны. Нижний торец колонны был закреплен от смещения. Также учитывался собственный вес. Материал бетонного ядра был задан в программном комплексе в модели Друкера-Прагера с экспоненциальным упрочнение-разупрочнением, а для описания нелинейного поведения стали была применена модель с изотропным упрочнением и билинейная диаграмма зависимости напряжений от деформаций с изгибом на пределе прочности.

Полученные распределения суммарных эквивалентных деформаций показаны на рисунках 2, 3.

Графики зависимости деформаций от нагрузки представлены на рисунках 4, 5.

Несущая способность ТБК при приложении нагрузки на все сечение:

$$N_1 = 729,87 \text{ кН}$$

Несущая способность ТБК при приложении нагрузки на бетон:

$$N_2 = 719,65 \text{ кН}$$

$$\frac{N_1 - N_2}{N_1} \cdot 100 \% = 9,3 \%$$

Таким образом, приложение нагрузки только на бетон снижает несущую способность на 9,3%.

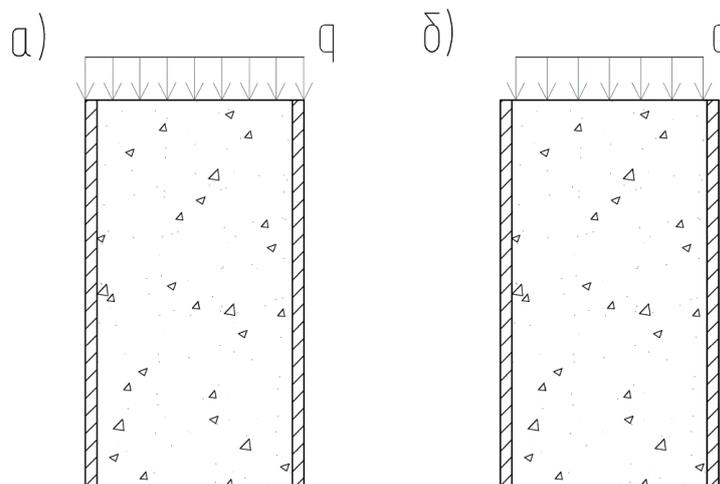


Рис. 1. Схемы передачи усилия на ТБК: а) на все сечение; б) на бетон

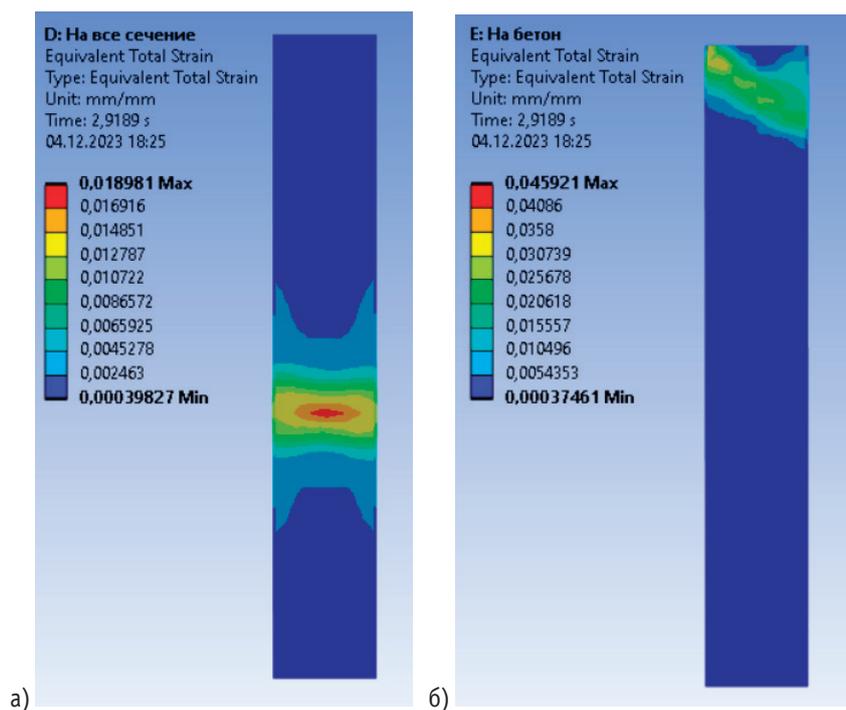


Рис. 2. Распределение суммарных эквивалентных деформаций в бетонном ядре:
а) нагрузка на все сечение; б) нагрузка на бетонное ядро

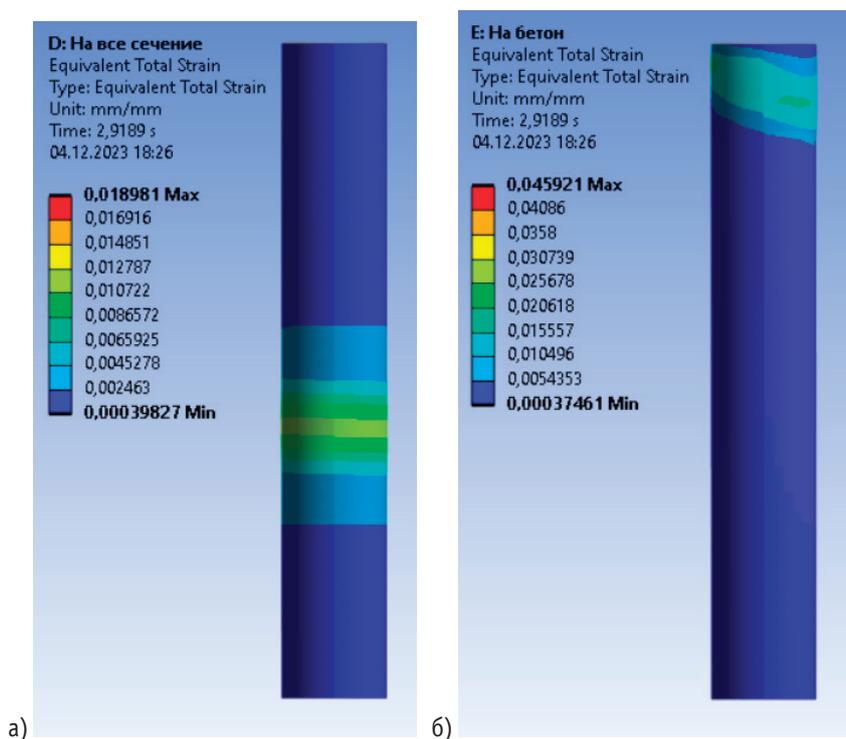


Рис. 3. Распределение суммарных эквивалентных деформаций в стальной оболочке:
а) нагрузка на все сечение; б) нагрузка на бетонное ядро

Также были проведены исследования влияние способа приложения нагрузки на трубобетонные колонны диаметром 108 мм и толщиной оболочки 5мм разной гибкости. Результаты расчетов приведены в таблице 1.

В результате получается, что с увеличением гибкости несущая способность колонны снижается.

Для коротких колонн ($\lambda = 20, \lambda = 40$) несущая способность образцов, у которых нагрузка приложена только на бетон примерно одинаковая по сравнению с образцами, у которых нагрузка на все сечение (разница 2%). Следовательно, при передаче нагрузки на бетон, оболочка включается в работу ТБК за счет сил сцепления и работает в поперечном направлении.

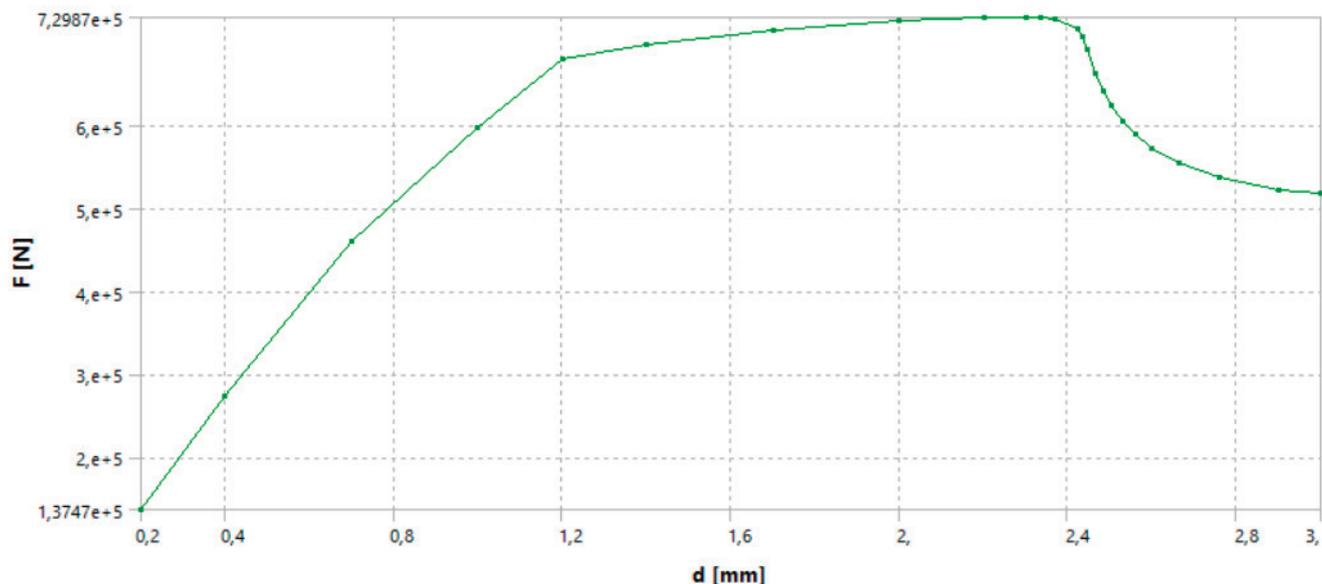


Рис. 4. График зависимости деформаций от нагрузки при приложении нагрузки на все сечение

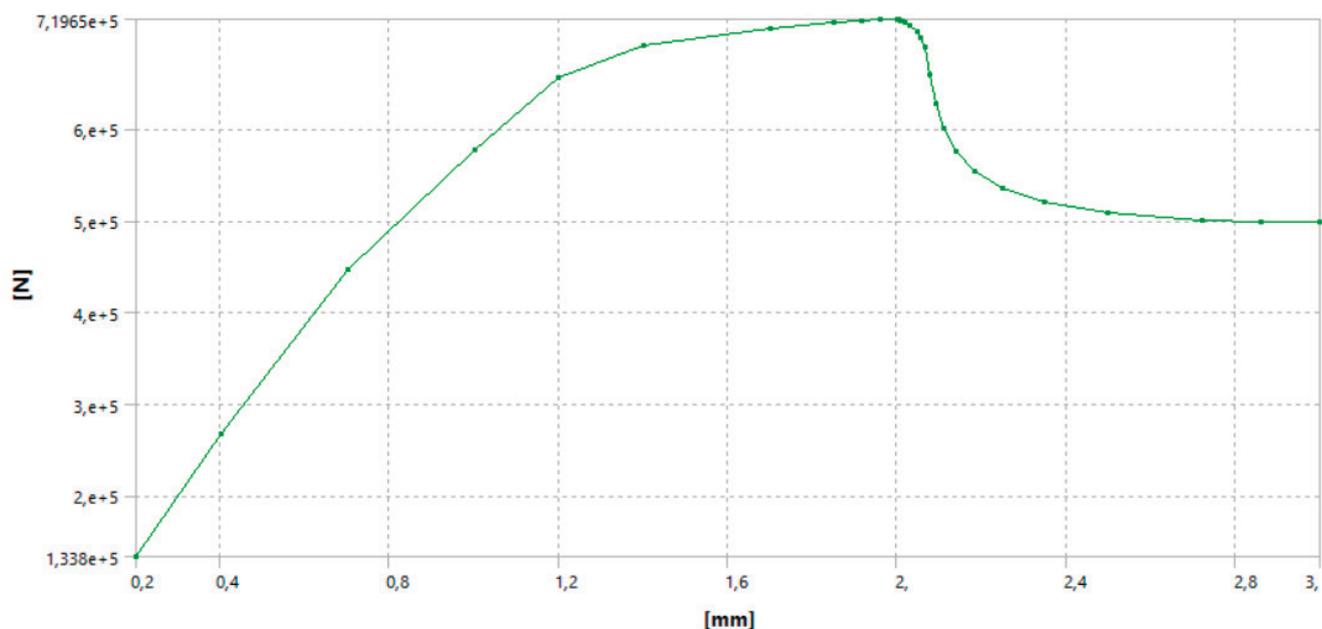


Рис. 5. График зависимости деформаций от нагрузки при приложении нагрузки только на бетон

Таблица 1. Результаты расчета ТБК 108x5

№ п/п	h, мм	λ	На все сечение		На бетон	
			N_u , кН	ε_r , мм/мм	N_u , кН	ε_r , мм/мм
1	560	20	373,73	0,00282	363,8	0,006727
2	1120	40	373,57	0,00289	359,84	0,004835
3	1640	60	373,4	0,00306	350,78	0,01548
4	2200	80	373,3	0,002857	350,77	0,012839

N_u — предельная нагрузка;
 ε_r , мм/мм — относительные деформации в момент разрушения.

Для средних и длинных колонн ($\lambda = 60, \lambda = 80$) предельная нагрузка при приложении на бетон ниже на 6%. Получается, что для таких колонн труба работает как в продольном, так и в поперечном направлении, но эффект обоймы ниже, чем у коротких образцов. Это происходит из-за того, что колонна начинает терять устойчивость и эффект обоймы не успевает проявиться в полной мере.

Также следует отметить, что при приложении нагрузки на бетон образцы становятся более деформативны. Так для коротких образцов относительные деформации при нагрузке на бетон выше в 2,4 раза, а для длинных — в 4,5 раза.

По полученным результатам анализа напряженно-деформированного состояния трубобетонной колонны можно сде-

лать вывод, что независимо от способа приложения нагрузки оболочка работает совместно с бетонным ядром на всех стадиях работы. При нагрузках близким к предельным труба сдерживает деформации бетона в поперечном направлении и в бетонном ядре возникает эффект обоймы. Благодаря этому несущая способность ТБК выше, чем несущая способность железобетонных колонн.

Приложение нагрузки исключительно на бетон не улучшает работу ТБК, а наоборот приводит к снижению несущей способности. И чем выше гибкость колонны, тем больше разница в значениях предельной нагрузки.

Таким образом, способ передачи нагрузки на все сечение является наиболее эффективным и простым в реализации.

Литература:

1. Росновский В. А. Трубобетон в мостостроении. М., Трансжелдориздат, 1963, 109 с.
2. Маренин В. Ф. Исследование прочности стальных труб, заполненных бетоном при осевом сжатии: дис. канд. техн. наук. М., 1959. 291 с.
3. Стороженко Л. И., Плахотный П. И., Черный А. Я. Расчет трубобетонных конструкций. К.: Будивэльнык, 1991, 120с.
4. Кришан А. Л., Римшин В. И., Астафьева М. А. Сжатые трубобетонные элементы. Теория и практика: монография. М.: Издательство АСВ, 2020, 322с.
5. Ваучский М. Н., Бакевич А. М. Исследование эффекта обоймы несущих колонн // Жилищное строительство. 2016. № 12. С. 22–25.
6. Huang F., Yu X., Chen B. The structural performance of axially loaded CFST columns under various loading conditions // Steel and Composite Structures. — 2012. — Vol. 13, No. 5. — Pp. 451–471.
7. СП 266.1325800.2016 «Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования» (с Изменениями № 1,2,3, с Поправками). [Электронный ресурс]. ИС «Техэксперт» (дата обращения 01.02.2022).
8. Eurocode 4. Design of composite steel and concrete structures / Part 1–1. General rules and rules for buildings. EN1994–1–1:2004 (E).— 118 с.

Целесообразность применения принципа глубокой утилизации на предприятии

Конюхов Александр Владимирович, студент
Российский университет транспорта (МИИТ) (г. Москва)

В статье анализируются положительные влияния использования глубокой утилизации уходящих газов.

Ключевые слова: глубокая утилизация, уходящие газы, котлоагрегат, экология, целесообразность использования.

Принцип глубокой утилизации — это подход к управлению отходами и ресурсами, когда максимально возможное количество материалов и энергии, даже после основного использования, перерабатывается и используется повторно. Применение этого принципа на предприятии приводит к ряду значительных преимуществ и может быть выгодным с точки зрения экономики, энергосбережения и экологической устойчивости.

Проблема загрязнения атмосферы дымовыми газами является актуальной для многих отраслей промышленности. Применение принципа глубокой утилизации дымовых газов представляет собой важный аспект снижения негативного воздействия на окружающую среду и оптимизации производственных процессов на предприятии.

При работе котлоагрегатов на природном газе, или другом углеводородном топливе, наблюдается высокое содержание водяных паров в продуктах сгорания. При низких массовых скоростях происходит глубокое охлаждение уходящих газов в газоходах и дымовой трубе. Для предотвращения конденсации водяных паров приходится увеличивать температуру уходящих газов, что приводит к росту тепловых потерь котла с уходящими газами.

Глубокая утилизация тепла подразумевает снижение температуры дымовых газов ниже точки росы водяных паров с их последующей конденсацией. При этом утилизируется значительная часть скрытой теплоты конденсации, а конденсат, после дополнительной обработки, может быть использован для восполнения потерь воды в энергетическом цикле или теплосети.

Для утилизации тепла отходящих газов применяются контактные и поверхностные теплообменные аппараты, которые используют воду для отвода тепла конденсации водяных паров. В настоящее время проектируемые и эксплуатируемые конденсационные теплоутилизаторы имеют малую глубину утилизации. На практике тепловые утилизаторы не могут сконденсировать все водяные пары. Здесь главным фактором является конечная температура дымовых газов, равная температуре точки росы. Она определяет конечное влагосодержание, итоговый расход конденсата и мощность конденсатора.

При использовании технологии глубокой утилизации уходящих газов дополнительно можно получить от 13 до 22% полезной мощности от общей мощности котла. Экономия топлива при этом может достигать от 5 до 10%, повышение КПД котлоагрегата от 3–5%. Срок окупаемости данного принципа и системы в целом примерно 5–7 лет.

Принцип глубокой утилизации уходящих газов предполагает не только очистку выбросов, но и их последующее использование в производственных процессах. Например, дымовые газы могут быть использованы для генерации электроэнергии или в качестве сырья для производства химических продуктов. Эта система также включает в себя использование инновационных технологий для повышения качества процессов очистки и утилизации отходящих газов.

Одним из основных преимуществ применения принципа глубокой утилизации дымовых газов является снижение негативного воздействия на окружающую среду. Обработка и очистка дымовых газов позволяет снизить выбросы вредных веществ в атмосферу, такие как диоксид серы, оксиды азота и другие. Таким образом, предприятие способствует улучшению качества воздуха и снижению загрязнения окружающей среды, что является важным аспектом экологической устойчивости.

Применение принципа глубокой утилизации дымовых газов может привести к экономическим выгодам. Переработка и последующее использование этих газов может уменьшить расходы на закупку энергоресурсов и сырья. Повышение энергоэффективности также позволяет снизить затраты на производство и содействует развитию более устойчивых моделей предприятий.

Литература:

1. Шадек Е., Маршак Б., Анохин А., Горшков В. Глубокая утилизация тепла отходящих газов теплогенераторов // Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ, 2014
2. <https://habr.com/ru/company/lanit/blog/460419/>
3. https://portal.tpu.ru/portal/pls/portal/app_ds.ds_view_bknd.download_doc?fileid=4454

Применение принципа глубокой утилизации дымовых газов на предприятии способствует снижению затрат на обработку и утилизацию отходов. Обычно, предприятия вынуждены платить значительные средства за вывоз и обработку дымовых газов на специализированных полигонах. Однако, благодаря глубокой утилизации, эти газы могут быть использованы повторно, вместо их изъятия из производственного процесса. В результате, предприятие может снизить свои расходы и оптимизировать затраты на утилизацию отходов.

Сделаем вывод, что внедрение описанной технологии позволяет решать сразу несколько задач. Это:

- максимально полное и полезное использование тепла дымовых газов (а также скрытой теплоты конденсации водяных паров),
- снижение объёма выбросов NOx и SOx в атмосферу,
- получение дополнительного ресурса — очищенной воды (которому найдётся полезное применение на любом предприятии, например, в качестве подпитки теплосети и других водяных контуров),
- ликвидация дымового факела (он становится едва различимым или исчезает вовсе).

Практика показывает, что целесообразность применения подобных решений в первую очередь зависит от:

- возможности полезной утилизации имеющегося тепла дымовых газов,
- продолжительности использования полученной тепловой энергии в году,
- стоимости энергоресурсов на предприятии,
- наличия превышения предельно допустимой концентрации выбросов по NOx и SOx (а также от строгости местного экологического законодательства),
- способа нейтрализации конденсата и вариантов его дальнейшего использования.

Таким образом, применение принципа глубокой утилизации на предприятии является очень целесообразным с точки зрения экономических преимуществ, энергосбережения и экологической устойчивости. Компании, активно внедряющие этот принцип, могут сократить затраты, улучшить свои экологические показатели и повысить свою конкурентоспособность на рынке, получая одновременно выгоду для себя и для окружающей среды.

Передовые тенденции в микроэлектронике: от новых материалов до квантовых вычислений

Петрова София Артемовна, студент магистратуры
Филиал Национального исследовательского университета «МЭИ» в г. Смоленске

Эта обзорная статья представляет современный ландшафт микроэлектроники, освещая последние достижения и инновации в отрасли. Начиная с обзора новых материалов и технологий производства, мы рассматриваем интеграцию передовых технологий, таких как квантовые вычисления и искусственный интеллект. Дополнительно мы обсуждаем перспективы в области дизайна, безопасности и выявляем тенденции, которые будут определять развитие микроэлектроники в будущем. Взгляд на новые материалы, энергоэффективность, искусственный интеллект и безопасность создает полную картину текущего состояния и будущих направлений в мире микроэлектроники.

Ключевые слова: микроэлектроника, квантовые вычисления, искусственный интеллект

Микроэлектроника, являющаяся важнейшей составляющей современных технологий, находится в центре непрерывного технологического прогресса. Последние десятилетия принесли с собой волну инноваций, преобразовавших эту область. В данном обзоре мы представим вам увлекательный мир новейших тенденций в микроэлектронике, от новых материалов до интеграции передовых технологий.

Сердце микроэлектронных устройств — материалы, из которых они создаются. Современные исследования фокусируются на открытии новых материалов с улучшенными свойствами, такими как проводимость, прочность и электроизоляция. Одним из наиболее обещающих направлений является использование 2D материалов, таких как графен, который обладает уникальными электронными характеристиками. Эксперименты с наноматериалами открывают новые горизонты возможностей в области производства микроэлектронных компонентов.

В параллель с поиском новых материалов, технологии производства микроэлектроники стремительно эволюционируют. Современные тенденции нацелены на улучшение производственных процессов для достижения высокой эффективности и экономии ресурсов. Одним из важных достижений в этой области является внедрение технологий литографии с использованием ультрафиолетового света (EUV), позволяющих создавать более точные и компактные элементы интегральных схем. Другие инновации включают 3D-интеграцию, многозадачные технологии и нанотехнологии в процессах производства, что дает новые возможности для создания более мощных и энергоэффективных устройств.

Современные микроэлектронные устройства требуют не только высококачественных материалов и технологий производства, но и гармоничной интеграции различных технологий. Одной из важнейших тенденций в этом направлении является объединение различных функциональных элементов на одном чипе. Это подходит под определение системы на кристалле (SoC), где процессор, память, и другие компоненты интегрируются в единое целое. Такие решения обеспечивают не только улучшенную производительность, но и снижение энергопотребления и размеров устройств.

Примером успешной интеграции технологий является комбинирование высокоскоростных процессоров с эффектив-

ными системами охлаждения, позволяющее создавать мощные вычислительные устройства в компактных форм-факторах. Это не только улучшает производительность, но и открывает новые возможности для применения в сферах искусственного интеллекта, автономных транспортных средств и других перспективных областях.

Современные требования к микроэлектронным устройствам непрерывно возрастают, и дизайн становится ключевым аспектом для обеспечения оптимальной производительности и функциональности. Новые тенденции в области дизайна направлены на создание более эффективных и инновационных устройств.

Программируемая архитектура: Вместе с расширением возможностей чипов, происходит рост интереса к программированию архитектуры. Программируемые устройства позволяют адаптировать функциональность под конкретные задачи, повышая гибкость и универсальность устройств.

Интеграция искусственного интеллекта (ИИ): Дизайн микроэлектронных устройств теперь активно включает в себя интеграцию технологий искусственного интеллекта. Это включает в себя использование специализированных ядер для обработки данных машинного обучения, что ускоряет выполнение задач и обеспечивает новые уровни эффективности.

Гомогенные и гетерогенные многозадачные системы: Стремительный рост вычислительных задач требует новых подходов к организации многозадачности. Гетерогенные системы, объединяющие различные типы ядер и ускорителей, предоставляют баланс между производительностью и энергоэффективностью, что особенно важно для современных вычислительных задач.

С увеличением числа подключенных устройств и объема обрабатываемых данных, вопросы кибербезопасности становятся более актуальными. В связи с этим, микроэлектроника не только сосредотачивается на повышении производительности, но также на вопросах безопасности и защиты данных.

Безопасные элементы управления: Стремление к улучшению безопасности привело к разработке более защищенных элементов управления, которые могут предотвращать различные виды атак, включая атаки с использованием сторонних каналов и физических атак.

Технологии квантовой криптографии: В свете растущей мощности вычислений, квантовая криптография становится

ключевым направлением для обеспечения безопасности передачи данных. Исследования в области разработки квантовых стойких криптографических алгоритмов и квантовых ключей предоставляют перспективы для создания надежных систем шифрования.

Биометрическая идентификация на чипе: Интеграция биометрических данных непосредственно на микрочипе предоставляет дополнительный уровень безопасности для устройств. Это включает в себя использование отпечатков пальцев, распознавания лица и других биометрических данных для аутентификации пользователей.

В завершение обзора новейших тенденций в микроэлектронике, давайте взглянем на перспективы развития этой динамичной области.

Квантовые вычисления: Развитие квантовых вычислений обещает революцию в области вычислений, предоставляя высокую производительность для решения сложных задач. Однако этот подход все еще находится в стадии исследований, и требует решения множества технических и теоретических проблем.

Энергоэффективность и устойчивость к износу: Будущее микроэлектроники связано с разработкой более энергоэффективных устройств и систем. Инженеры стремятся создать чипы, способные обеспечивать высокую производительность при минимальном энергопотреблении, а также устойчивые к физическому износу.

Интернет вещей и связанная с ними безопасность: С увеличением числа подключенных устройств в Интернете вещей

(IoT), сфера микроэлектроники сталкивается с вызовами в области безопасности и управления данными. Развитие новых методов защиты личной информации и обеспечения целостности данных становится критически важным аспектом.

Эти перспективы предоставляют лишь небольшой обзор того, как микроэлектроника может развиваться в ближайшие годы. Сложные задачи, стоящие перед этой областью, будут требовать коллективных усилий и инновационных решений для достижения новых высот.

Микроэлектроника продолжает играть важную роль в нашей современной цифровой эре, и последние тенденции являются свидетельством стремительного технологического развития в этой области. Новые материалы, технологии производства, интеграция функций и улучшение безопасности формируют будущее микроэлектроники.

Однако эти новые возможности несут с собой и вызовы, такие как вопросы безопасности и энергоэффективности. Продолжающийся прогресс в области квантовых вычислений, биометрической идентификации, а также развитие Интернета вещей, ставят перед исследователями и инженерами новые задачи и возможности.

Будущее микроэлектроники зависит от того, насколько успешно сможем преодолевать технические и технологические вызовы, создавая инновационные и устойчивые решения. Совместные усилия в области исследований и разработок будут способствовать созданию следующего поколения микроэлектронных устройств, открывая новые возможности для нашего технологического будущего.

Литература:

- Смит, Дж. (2023). «Достижения в микроэлектронике: Комплексный обзор». Журнал Электроники и Технологии, 45(2), 112–130.
- Ким, С., & Чжан, Ц. (2022). «Последние тенденции в полупроводниковых материалах для микроэлектроники». Материалы науки и инженерии: С, 78, 245–256. doi:10.1016/j.msec.2022.04.011
- Чен, Л., & Ли, Х. (2024). «Квантовые вычисления: Проблемы и перспективы в микроэлектронике». Транзакции IEEE по квантовой инженерии, 8(3), 210–225. doi:10.1109/TQE.2024.6789012

Микроэлектроника в медицине: революция здравоохранения через технологии будущего

Петрова София Артемовна, студент магистратуры
Филиал Национального исследовательского университета «МЭИ» в г. Смоленске

Современные медицинские технологии стремительно встраиваются в ткани и органы человеческого организма, благодаря прогрессу в области микроэлектроники. Эта статья предоставляет обзор применения микроэлектроники в медицинских инновациях, включая имплантируемые устройства, биосенсоры и передовые методы диагностики. Рассматриваются перспективы будущего развития технологий, а также вопросы этики и безопасности, стоящие перед этим технологическим прогрессом.

Ключевые слова: микроэлектроника, медицинские инновации, биосенсоры, имплантируемые устройства

В современном мире прогресс медицинской науки становится неотъемлемой частью повседневной жизни. Одним из ключевых катализаторов этого прогресса является использование микроэлектроники в медицинских технологиях. Эта симбиоз технологических достижений и медицинской прак-

тики открывает перед нами увлекательные перспективы в области диагностики, лечения и ухода за пациентами.

В данной статье мы рассмотрим, как микроэлектроника преобразует лицо медицины, проникая в самые глубокие уровни человеческого организма. Исследуем применение микроэлек-

роники в создании имплантируемых устройств, разберемся, как биосенсоры стали неотъемлемой частью медицинской диагностики, и затронем вопросы этики и безопасности, стоящие перед этим технологическим прогрессом.

Давайте вместе погрузимся в мир микроэлектроники в медицине и рассмотрим, как эти инновационные технологии переписывают правила игры в сфере здравоохранения.

Имплантируемые медицинские устройства стали невероятным достижением в области современной медицины, и микроэлектроника играет ключевую роль в их создании и функционировании. Эти небольшие, но мощные устройства проникают в ткани и органы, обеспечивая новые перспективы лечения и управления заболеваниями.

— **Сердечные стимуляторы и кардиоинтервенционные устройства:** Микроэлектроника возможностей, предоставляемых имплантируемыми устройствами, ярко проявляется в области кардиологии. Сердечные стимуляторы, управляемые микрочипами, обеспечивают точное и индивидуальное воздействие на сердечный ритм, что крайне важно для пациентов с аритмией. Кардиоинтервенционные устройства, также основанные на микроэлектронике, предоставляют врачам инструменты для точного контроля и лечения сердечных заболеваний.

— **Нейростимуляторы и устройства для борьбы с болями:** Микроэлектроника также находит свое применение в области нейрохирургии и борьбы с хронической болью. Нейростимуляторы, работающие на микрочипах, способны подавлять болевые сигналы, предоставляя пациентам значительное облегчение. Эти импланты точно настраиваются под индивидуальные потребности, повышая эффективность лечения.

— **Преимущества использования имплантируемых устройств:** Важно отметить, что использование микроэлектроники в имплантируемых устройствах обеспечивает не только точность и эффективность, но также минимизацию инвазивности процедур. Пациенты получают доступ к инновационным методам лечения, сокращая время восстановления и повышая качество жизни.

Имплантируемые устройства, основанные на микроэлектронике, открывают перед медициной новые возможности, позволяя буквально лечить и управлять заболеваниями «изнутри». Переход от общих методов лечения к индивидуально настроенным технологиям становится реальностью, предоставляя пациентам надежду на эффективное и персонализированное вмешательство в здравоохранении.

Биосенсоры представляют собой важный инструмент в области медицинских исследований и диагностики, и развитие микроэлектроники дало им новую жизнь, существенно улучшив их функциональность и точность.

— **Что такое биосенсоры:** Наши тела — сложные биологические системы, и биосенсоры представляют из себя устройства, способные обнаруживать биологические молекулы и изменения в окружающей среде. Эти устройства могут измерять концентрацию различных веществ, что делает их важными для диагностики и мониторинга заболеваний.

— **Улучшение чувствительности и точности с помощью микроэлектроники:** Внедрение микроэлектроники в биосен-

соры значительно повысило их чувствительность и точность. Микрочипы позволяют более тщательно контролировать процессы детекции, обеспечивая более надежные результаты. Это особенно важно в контексте ранней диагностики и мониторинга хронических заболеваний.

— **Применение биосенсоров в медицинских исследованиях:** Микроэлектроника сделала биосенсоры незаменимыми инструментами в лабораторных исследованиях. Они используются для анализа биохимических процессов, изучения молекулярных механизмов заболеваний и определения эффективности лекарств.

Применение микроэлектроники в области биосенсоров открывает новые перспективы для скоростной и точной диагностики заболеваний. Эти технологии становятся более доступными и интегрированными в повседневную медицинскую практику, что приносит реальные выгоды пациентам и обществу в целом.

В современной медицинской диагностике использование микроэлектроники стало ключевым фактором, повышающим точность и эффективность различных методов обследования. Эти технологии не только улучшают качество диагностики, но и открывают новые возможности для исследования внутренней структуры организма.

• **Магнитно-резонансная томография (МРТ):** Микроэлектроника играет важную роль в совершенствовании методов МРТ. Современные МРТ-сканеры используют микрочипы для более точного управления магнитными полями и лучше контрастирования тканей. Это повышает четкость изображений и улучшает диагностическую точность, особенно при изучении сложных структур, таких как мозг.

• **Компьютерная томография (КТ):** В медицинской диагностике КТ также выигрывает от интеграции микроэлектроники. Микрочипы позволяют оптимизировать процессы формирования изображений, что приводит к более быстрому и качественному сканированию. Улучшенные КТ-технологии обеспечивают более точные результаты и меньшую дозу радиации для пациентов.

• **Преимущества и перспективы:** Использование микроэлектроники в диагностических методах не только повышает точность, но также сокращает время проведения процедур, что важно для улучшения эффективности медицинской практики. Более тонкие и точные данные также открывают новые перспективы для исследований и более точного планирования лечения.

Интеграция микроэлектроники в методы медицинской диагностики поднимает этот процесс на новый уровень, превращая его в точное и технологичное исследование внутренних структур организма. Это позволяет врачам получать более полное и детальное представление о состоянии здоровья пациентов, что становится важным фактором для успешного лечения.

Современные технологии микроэлектроники в медицине являются лишь началом захватывающего пути, который, кажется, не имеет пределов. Развитие и интеграция микроэлектронных технологий продолжает переопределять подходы к лечению и диагностике, а будущие инновации могут изменить картину здравоохранения еще более кардинально.

— **Нейромодуляция и умные импланты:** Одним из перспективных направлений развития является использование микроэлектроники для создания умных имплантов и систем нейромодуляции. Устройства, способные в реальном времени анализировать данные и реагировать на потребности организма, открывают новые возможности для лечения хронических заболеваний, таких как боли и неврологические расстройства.

— **Искусственный интеллект в обработке данных:** С ростом объема данных, получаемых от микроэлектронных устройств, искусственный интеллект становится важным инструментом для их анализа. Алгоритмы машинного обучения могут помочь в выявлении закономерностей, диагностике редких заболеваний и персонализации лечения на основе уникальных характеристик пациента.

— **Миниатюризация и интеграция:** Ожидается, что будущие микроэлектронные устройства в медицине станут еще более миниатюрными и энергоэффективными. Это откроет двери для более широкого использования внутренних мониторинговых систем и имплантов, делая их менее инвазивными и более доступными для пациентов.

Будущее микроэлектроники в медицине обещает революцию в области здравоохранения. Исследования в области нейромодуляции, интеграции искусственного интеллекта и постоянной миниатюризации открывают новые возможности для улучшения качества жизни пациентов и эффективности медицинской помощи.

С внедрением микроэлектроники в медицинские технологии возникают не только технические вопросы, но и серьезные этические и безопасностные дилеммы. Разработка и использование таких технологий требует внимательного внимания к нравственным и правовым аспектам.

— **Приватность пациентов:** Сбор и анализ данных, получаемых от микроэлектронных устройств, поднимает вопросы о приватности пациентов. Как эти данные будут использоваться, храниться и передаваться, и как обеспечивается конфиденциальность информации, становятся ключевыми моментами, требующими тщательного регулирования.

— **Безопасность данных и защита от взломов:** В свете увеличивающегося числа кибератак и угроз безопасности, необходимо обеспечить надежную защиту данных, связанных с микроэлектронными устройствами в медицине. Это важно не только для предотвращения неправомерного доступа к личной информации, но и для обеспечения целостности медицинских данных.

— **Этические аспекты использования умных имплантов:** Применение умных имплантов и нейромодуляционных систем вызывает вопросы о том, какие виды воздействия на мозг или

органы считаются этически допустимыми. Следует ли использование таких технологий только для лечения болезней, или они могут быть расширены на улучшение человеческих способностей?

— **Доступность и социальная справедливость:** С увеличением числа инноваций в области микроэлектроники в медицине важно обеспечить их равномерное распространение. Это поднимает вопросы доступности таких технологий для всех слоев населения и предотвращения углубления разрыва в медицинской области.

Введение микроэлектроники в медицину требует внимания к этическим и безопасностным стандартам, чтобы обеспечить ответственное и справедливое использование технологий в интересах здоровья общества. Эти вопросы становятся неотъемлемой частью дискуссии о будущем медицинских технологий.

В наше время, в эпоху стремительного технологического развития, микроэлектроника стала незыблемым катализатором для инноваций в медицине. От имплантируемых устройств до биосенсоров и передовых методов медицинской диагностики — технологии микроэлектроники открывают новые горизонты и улучшают качество заботы о здоровье.

Микроэлектронные импланты, регулируемые микроchipами, трансформируют лечение, делая его более персонализированным и эффективным. Биосенсоры, улучшенные микроэлектроникой, позволяют проводить диагностику на более ранних стадиях и вносить революцию в методы исследований. Стратегии медицинской диагностики, улучшенные с использованием микроэлектроники, предоставляют врачам более детальные и точные данные.

Будущее микроэлектроники в медицине обещает еще больше инноваций. Умные импланты, алгоритмы искусственного интеллекта и постоянная миниатюризация предоставляют бескрайние возможности для улучшения качества медицинской помощи.

Однако, вместе с этими потенциальными выгодами, необходимо с уважением относиться к этическим и безопасностным вопросам. Приватность, безопасность данных и социальная справедливость должны стать неразрывной частью развития медицинских технологий.

Микроэлектроника в медицине — это не только технологический прорыв, но и вызов к ответственному применению науки. С учетом этических норм и безопасностных стандартов, эти технологии прокладывают путь к более заботливому, точному и персонализированному здравоохранению. Таким образом, микроэлектроника становится ключом к здоровью будущего, открывая двери к новым возможностям в области медицинской науки и практики.

Литература:

1. Smith, J. et al. (2022). «Advancements in Medical Implants: A Microelectronics Perspective». *Journal of Medical Technology*, 17(3), 45–58.
2. Brown, A., & Patel, R. (2023). «Microelectronics Revolutionizing Biosensors in Healthcare». *Sensors and Actuators B: Chemical*, 281, 112–125.
3. Johnson, M. et al. (2024). «The Future of Medical Diagnostics: Integrating Microelectronics for Enhanced Imaging». *Journal of Medical Electronics*, 29(2), 201–215.

Проектирование блока многофункционального контроллера

Попков Андрей Сергеевич, студент магистратуры

Арзамасский политехнический институт Нижегородского государственного политехнического университета имени Р. Е. Алексеева

В настоящей работе приводится обоснование необходимости применения средств схемотехнического моделирования при проектировании блока многофункционального контроллера. Дана краткая характеристика схемотехнического моделирования и его текущего развития. В основной части работы приводится характеристика проектируемого блока, его функционального назначения и отличительных особенностей. На основе приведенных данных делается вывод о необходимости применения в составе блока вычислительного узла на микроконтроллере. По результатам сравнения готового решения на основе Arduino и произвольного микроконтроллера сделан выбор в пользу PIC16F877. На основе данных производителя микроконтроллера дана его краткая характеристика с точки зрения применимости в составе проектируемого блока вне типовых схем подключения. Сделан вывод о том, что в этом случае требуется подтверждение теоретических выводов путем проведения моделирования схемы и оценки ее работоспособности. Для этой цели были выбраны наиболее известные комплексные программные продукты, имеющие функции моделирования электрических схем, дана их сравнительная характеристика. В результате анализа достоинств и недостатков был сделан выбор в пользу пакета Altium Designer.

Ключевые слова: многофункциональный контроллер, микроконтроллер, моделирование.

Проектируемый блок многофункционального контроллера представляет собой компактное устройство, которое позволяет организовать управление различными исполнительными устройствами путем изменения программного обеспечения. Отличительной особенностью блока является то, что все порты

ввода/вывода используемого микроконтроллера должны быть выведены на контакты внешних разъемов. Это позволяет подключать к ним различные внешние устройства, подающие сигналы на входы микроконтроллера или управляемые сигналами с его выходов. Структурная схема блока приведена на рисунке 1.

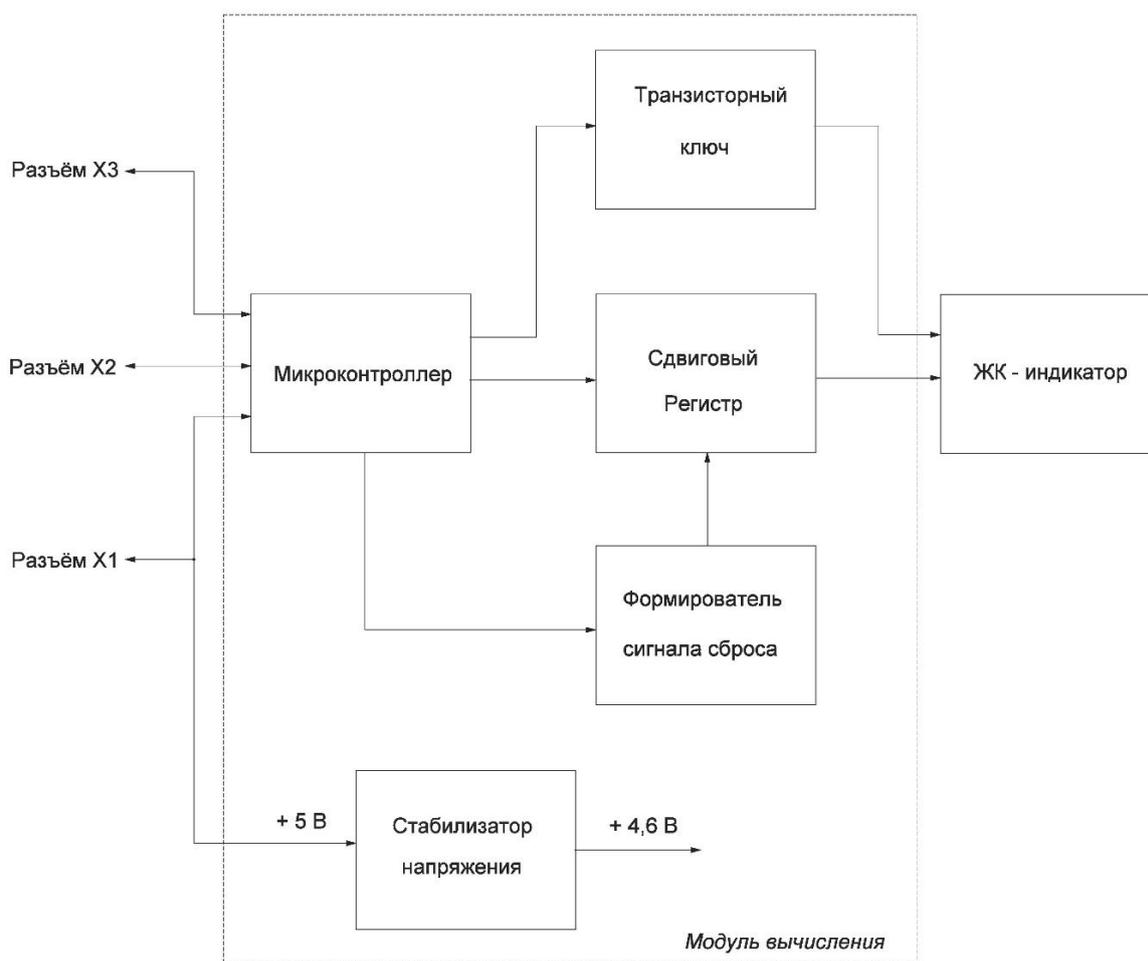


Рис. 1. Структурная схема блока

Блок многофункционального контроллера разрабатывается на основе прототипа, который хоть и обладает необходимыми функциональными возможностями, но не лишен ряда недостатков. Прежде всего это касается габаритов и массы блока. Например, в устройстве-прототипе применяется корпусная навесная элементная база. Поскольку конструктивно блок должен состоять из одного печатного узла, то его размеры, определяемые установочными размерами применяемых элементов, будут определять габариты всего блока [2].

Блок-прототип не предусматривает возможности отладки узла контроллера и управления его работой с помощью терминальной программы на персональном компьютере. В то же время, например, при осуществлении перепрограммирования микроконтроллера, лучшим вариантом будет вывод требуемых контактов микроконтроллера на разъем, чтобы провести операцию без демонтажа микроконтроллера.

Резервное питание в блоке-прототипе не предусматривается. Таким образом при перебоях питания работа устройства может быть нарушена. Но, исходя из универсальности устройства, вопрос необходимости организации непрерывного питания следует решать в зависимости от конкретной реализации и назначения управляемой системы.

Таким образом, главная цель, преследуемая при проектировании блока, состоит в реализации следующих функций:

- подключение графического жидкокристаллического индикатора;
- реализация двойного назначения одного из функциональных разъемов;
- вывод на внешние функциональные разъемы максимального количества выводов микроконтроллера.

При этом функциональный разъем двойного назначения может быть задействован в одном из двух основных режимов:

- нормальная работа контроллера — в этом случае не требуются дополнительные линии подключения питания;
- режим программирования — в этом случае питание может подаваться как на программатор от модуля вычисления, так и наоборот в зависимости от типа программатора.

Для управления работой блока многофункционального контроллера может быть применен вычислительный узел на основе Arduino или микроконтроллер без подключенных стандартных цепей комплектации. В качестве такого микроконтроллера может быть использован, например, PIC16F877A-20PU [3]. Такое конструкторское решение дешевле, чем Arduino, к тому же оно позволяет сэкономить объем в корпусе блока, упростит организацию коммутации внутри блока и позволит снизить энергопотребление за счет отсутствия элементов, которые входят в стандартную комплектацию, но не потребуются для реализации функциональных возможностей блока многофункционального контроллера.

PIC16F877-8-разрядный микроконтроллер, выпускаемый фирмой Microchip Technology. Это специализированный микропроцессор, предназначенный в основном для программного управления автоматизированными системами, автомобильными и электрическими двигателями, устройствами передачи информации и измерительными приборами. В отличие от универсальных процессоров, он имеет развитые средства взаимо-

действия с внешними устройствами и более простую систему команд [3].

Данный микроконтроллер не имеет встроенного тактового генератора, поэтому к внешним выводам OSC1 и OSC2 необходимо подключить кварцевый резонатор частотой 8 МГц [3].

Для подключения графического жидкокристаллического индикатора между ним и микроконтроллером следует установить регистр. Для этой цели подойдет, например, распространенная микросхема IN74HC164, подключаемая по типовому варианту [4].

Питание схемы должно осуществляться от стабилизированного источника, во избежание повреждения микроконтроллера и индикатора. Такой источник питания может быть реализован с помощью микросхемы регулируемого стабилизатора TL431CPL.

На такой источник питания необходимо подавать внешнее напряжение не менее +5 В. Максимальное допустимое значение напряжения будет ограничиваться только параметрами применяемых транзисторов. Тем не менее, производитель микросхемы не рекомендует подавать напряжение выше +12 В без крайней необходимости.

Полученная в итоге схема блока многофункционального контроллера приведена на рисунке 2.

Разъем X4 может быть использован для подключения к нему, как показано на схеме, графического ЖКИ HG1 с разрешением 128x64 пкс и встроенным контроллером. Для экономии выводов микроконтроллер выдает информацию для отображения на ЖКИ последовательным кодом, который с помощью сдвигового регистра DD2 преобразуется в параллельный, подаваемый на шину данных индикатора. Регулировка контрастности отображения на ЖКИ производится резистором R15. Транзистор VT3 по сигналам микроконтроллера включает и выключает подсветку.

При обычной работе узла между контактами 1, 2 и 8, 9 разъема X2 должны быть установлены показанные на схеме перемычки S1 и S2. Для внутрисхемного программирования микроконтроллера DD1 к этому разъему можно подключить программатор.

Учитывая, что микросхема контроллера подключается не по типовой схеме, в которой отсутствуют обычно применяемые в комплекте с ней элементы, необходимо провести моделирование схемы устройства с целью оценки работоспособности проектируемого устройства.

Блок многофункционального контроллера по принципу действия является, в основном, цифровым устройством, поэтому при выборе программных средств для его моделирования основным критерием будет являться не только точность и достоверность получаемых результатов, но и фактор доступности моделей конкретных микросхем и микроконтроллеров в базах данного программного продукта.

С целью выбора САПР для моделирования схемы радиоприемного модуля был проведен сравнительный анализ наиболее часто используемых на данный момент программных пакетов, результаты которого представлены в таблице 1.

Как видно из приведенного анализа, лучшими характеристиками обладают САПР Altium Designer и Delta Design.

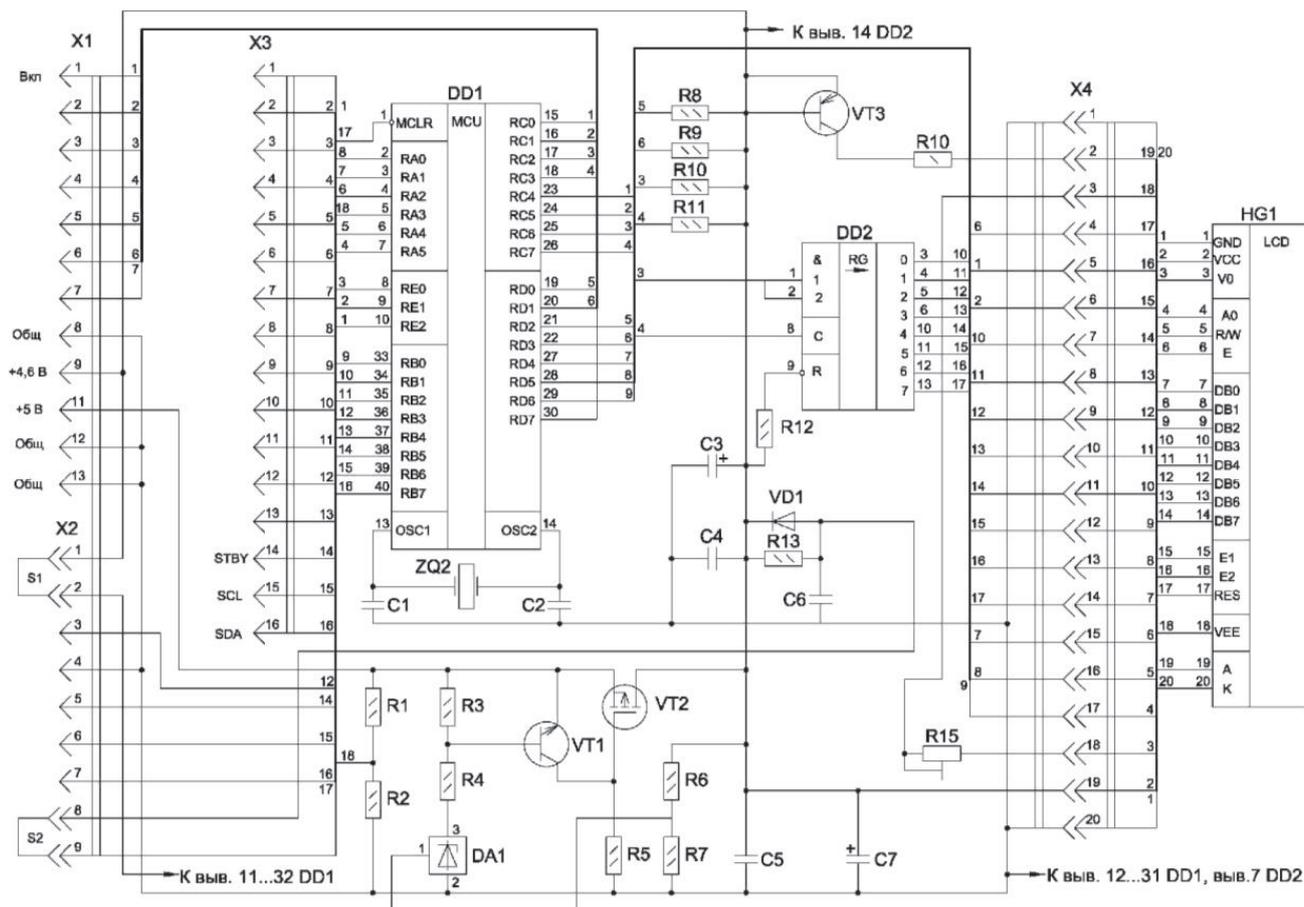


Рис. 2. Принципиальная схема блока многофункционального контроллера

Таблица 1. Сравнительная характеристика средств САПР

Параметр	Altium Designer	Delta Design	Electronics Workbench
наличие обновляемых баз электронных компонентов	+	+	-
требовательность к ресурсам ПК	-	+	+
точность и достоверность формирования результата	+	нет данных	+
наличие поддержки производителем	+	+	-
наличие русскоязычного интерфейса	+/-	+/-	-
наличие документации на русском языке	+	+	+
возможность трассировки печатной платы	+	+/-	в стороннем приложении

Достоинством Delta Design в условиях нынешней экономической ситуации и санкционного давления является то, что данный программный пакет позиционируется как САПР отечественной разработки. Немаловажно и то, что базы программы уже содержат модели более 30000 различных элементов и продолжают наполняться. Тем не менее, этот пакет имеет ряд недостатков, таких как неполная локализация на русский язык и недостатки интегрированной программы-трассировщика Топор [5].

При всем сказанном выше нельзя не отметить, что сейчас самыми обширными базами компонентов, включающими, в том числе, микроконтроллер PIC16F877A, обладает САПР Altium Designer [6]. Поэтому, даже при условии частично русифицированного интерфейса, для моделирования схемы проектируемого блока многофункционального контроллера было решено использовать именно Altium Designer. В настоящее время проводится разработка модели электрической схемы блока многофункционального контроллера.

Литература:

1. Антипенский, Р.В. Схемотехническое проектирование и моделирование радиоэлектронных устройств / Р.В. Антипенский, А.Г. Фадин. — М.: Техносфера, 2007. — 127 с.

2. Проектирование РЭС: Учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию / В. Ф. Борисов, А. А. Мухин, М. Ф. Митюшин, А. Н. Шишков, Ю. В. Чайка. — М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2018. — 96 с.: ил.
3. Сайт производителя «MICROCHIP» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.microchip.com/en-us/product/PIC16F877A> — (Дата обращения 24.12.2023).
4. Холдинг «Интеграл» [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://integral-catalog.by/produksiya/integralnye-mikroskhemu/standartnye-tsifrovye-logicheskie-ims/kmop-seriya-in74hcxxxn-d-dw/in74hc164ad.html?sphrase_id=29460 — (Дата обращения 24.12.2023).
5. Сайт производителя «EREMEX» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.remex.ru/products/delta-design> — (Дата обращения 24.12.2023).
6. Сайт производителя «Altium» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.altium.com/ru> — (Дата обращения 24.12.2023).

Анализ необходимости применения средств моделирования при проектировании регистратора климатических параметров

Пресняков Владимир Михайлович, студент магистратуры

Арзамасский политехнический институт Нижегородского государственного политехнического университета имени П. Е. Алексеева

В данной работе рассматриваются вопросы применения информационных технологий проектирования электронных изделий при проектировании регистратора климатических параметров. Дана характеристика области применения проектируемого устройства. Обосновано применение в устройстве быстродействующего микроконтроллера ATmega8 производства компании Atmel, в том числе с позиции импортозамещения. Указано, что этот микроконтроллер, помимо высокого быстродействия обладает низким энергопотреблением, что является критичным для портативного устройства. Сделан вывод о необходимости применения при проектировании средств САПР с функцией схемотехнического моделирования с целью сокращения затрат организации-разработчика на этапе изготовления и испытаний опытных образцов изделия.

Ключевые слова: регистратор климатических параметров, электрическая схема, САПР.

Проектируемый регистратор предназначается для регистрации и отображения на жидкокристаллическом индикаторе температуры окружающего воздуха и атмосферного давления. Схема устройства питается от гальванической батареи постоянным напряжением +9 В. Оно может использоваться как в качестве стационарного, так и в качестве портативного прибора, в том числе, для косвенного измерения высоты над уровнем моря. Проектирование ведется на базе прототипа и на основе структурной схемы, представленной на рисунке 1.

Главная цель, которая должна быть достигнута при проектировании блока, состоит в реализации следующих функций:

- подключение жидкокристаллического индикатора;
- возможность измерения атмосферного давления и температуры;
- возможность использования устройства в переносном варианте.

При этом следует предусмотреть возможность организации питания устройства в двух вариантах:

- питание от сети переменного тока с использованием стабилизированного блока питания, подключаемого к внешнему разъему устройства;
- питание от гальванической батареи, устанавливаемой в корпус устройства.

С точки зрения указанных целей устройство-прототип обладает функциональными возможностями, необходимыми

для реализации основных функций. Однако, с точки зрения удобства использования, особенно при использовании в переносном варианте, его конструкция не сможет в полной мере удовлетворять требованиям удобства использования.

Моделирование электрической схемы устройства при этом призвано дать ответ на вопрос, верно ли определены на этапе проектирования режимы работы радиоэлементов, входящих в схему.

В основе электрической схемы регистратора лежит микроконтроллер ATmega8, работающий с тактовой частотой 4 МГц. Это восьмиразрядный AVR микроконтроллер, имеющий RISC архитектуру. Это восьмиразрядный AVR микроконтроллер высокой производительности, имеющий малое энергопотребление. Микроконтроллер ATmega8 выполнен по технологии CMOS и основан на архитектуре RISC. Выполняя одну полноценную инструкцию за один такт, микроконтроллер позволяет достигнуть производительности 1 MIPS на МГц, что обеспечивает оптимальность соотношения производительности к потребляемой энергии [1].

В условиях текущей экономической ситуации и общей направленности экономики на импортозамещение целесообразно было бы рассмотреть отечественные аналоги данного микроконтроллера. Одним из таких аналогов может являться микроконтроллер 1881BG4T, производимый компанией «Интеграл». Тем не менее, на сайте производителя не приводятся характеристики данной микросхемы [2]. Таким образом, заме-

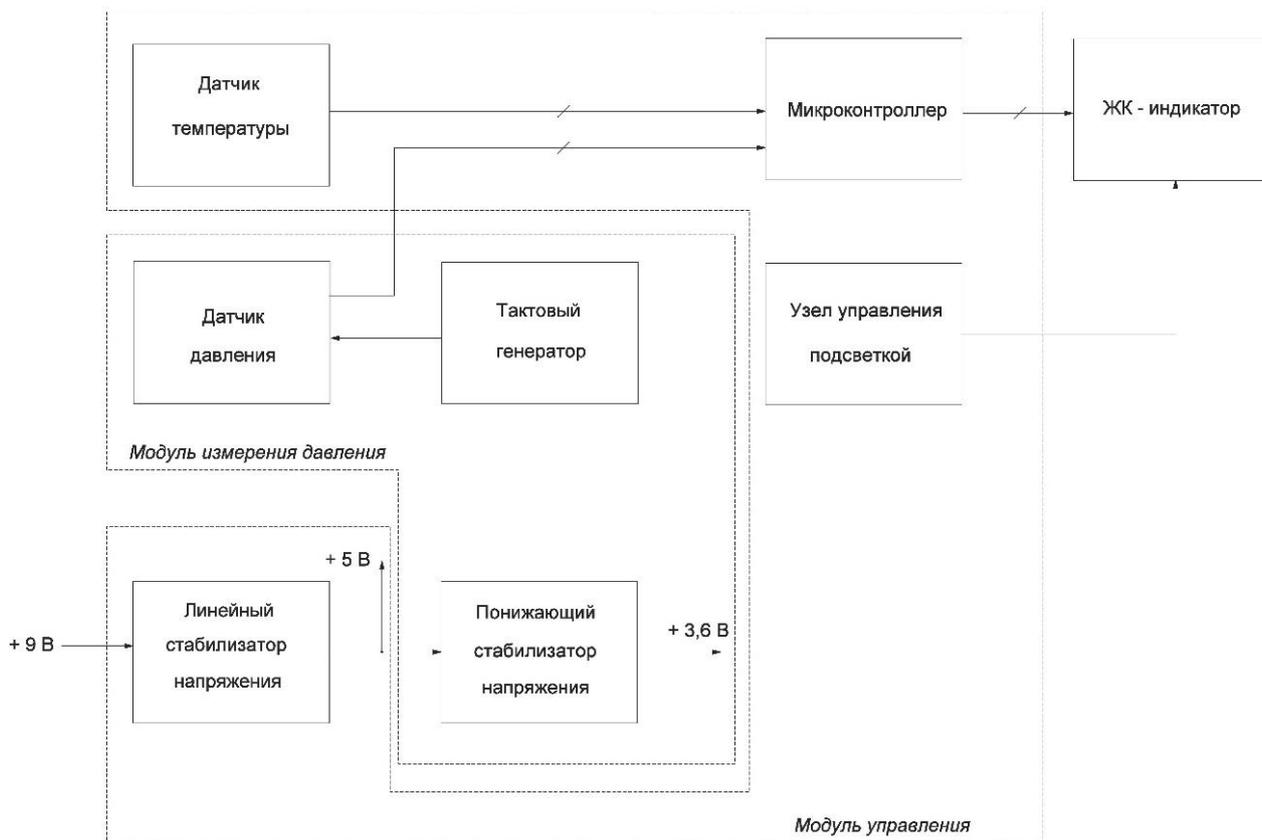


Рис. 1. Структурная схема регистратора климатических параметров

щение данной микросхемы отечественным аналогом можно считать темой самостоятельного исследования.

Для измерения атмосферного давления к микроконтроллеру необходимо подключить датчик, обладающий достаточной точностью, чтобы с его помощью можно было проводить косвенное определение перепада высоты над уровнем моря. Для этой цели можно использовать, к примеру, датчик HP03SB, подключаемый по типовой схеме [3].

Единственным недостатком данной микросхемы является то, что она требует пониженного напряжения питания, по сравнению с микроконтроллером. Это приводит к необходимости использования подтягивающих резисторов и понижающего стабилизатора. В то же время, эта микросхема имеет встроенный датчик температуры, по показаниям которого микроконтроллер может корректировать показания атмосферного давления. Однако для реализации измерения температуры, как одной из основных функций устройства, этот датчик имеет недостаточную точность [2].

Более высокой точностью обладает цифровой датчик температуры DS1624. В настоящее время он почти не имеет конкурентов, поскольку может подключаться к микроконтроллеру напрямую.

Питание схемы должно осуществляться от стабилизированного источника или гальванического элемента напряжением +9 В. Однако для микроконтроллера и связанного с ним ЖКИ требуется напряжение питания +5 В. Такое понижение питания может быть реализовано с помощью интегрального стабилизатора напряжения 78M05.

Таким образом, применение в схеме регистратора микроконтроллера ATmega8 потребует введения в схему устройства цифрового датчика температуры и понижающего стабилизатора напряжения, что может быть реализовано по типовым схемам подключения. Схема электрическая принципиальная регистратора климатических параметров приведена на рисунке 2.

Необходимые для работы датчика тактовые импульсы частотой 32768 Гц вырабатывает генератор на элементах микросхемы DD1. В принципе, эти импульсы мог бы формировать и микроконтроллер DD2 с помощью одного из имеющихся в нем таймеров, но это потребовало бы усложнения программы и является направлением дальнейшего исследования.

Напряжение 3,6 В для питания датчика B1 и микросхемы DD1 получено с помощью стабилизатора VD1. Резисторы R1-R3 — нагрузочные для линий связывающего датчик с микроконтроллером интерфейса I2C и сигнала XCLR.

Хотя датчик давления HP03SB (B1) содержит в своем составе и встроенный измеритель температуры, его показания используются программой микроконтроллера DD2 только для уточнения результатов измерения давления. На жидкокристаллический индикатор HG1 вместе со значением давления выводятся показания другого датчика температуры — DS1624 (B2). Причина этого, как указано выше в его более высокой точности.

В то же время, разработка, а особенно модернизация и внедрение в производство новых изделий сопряжено с затратами производителя на изготовление опытных образцов, их испытания и доработку. Поэтому, если при проектировании схемы

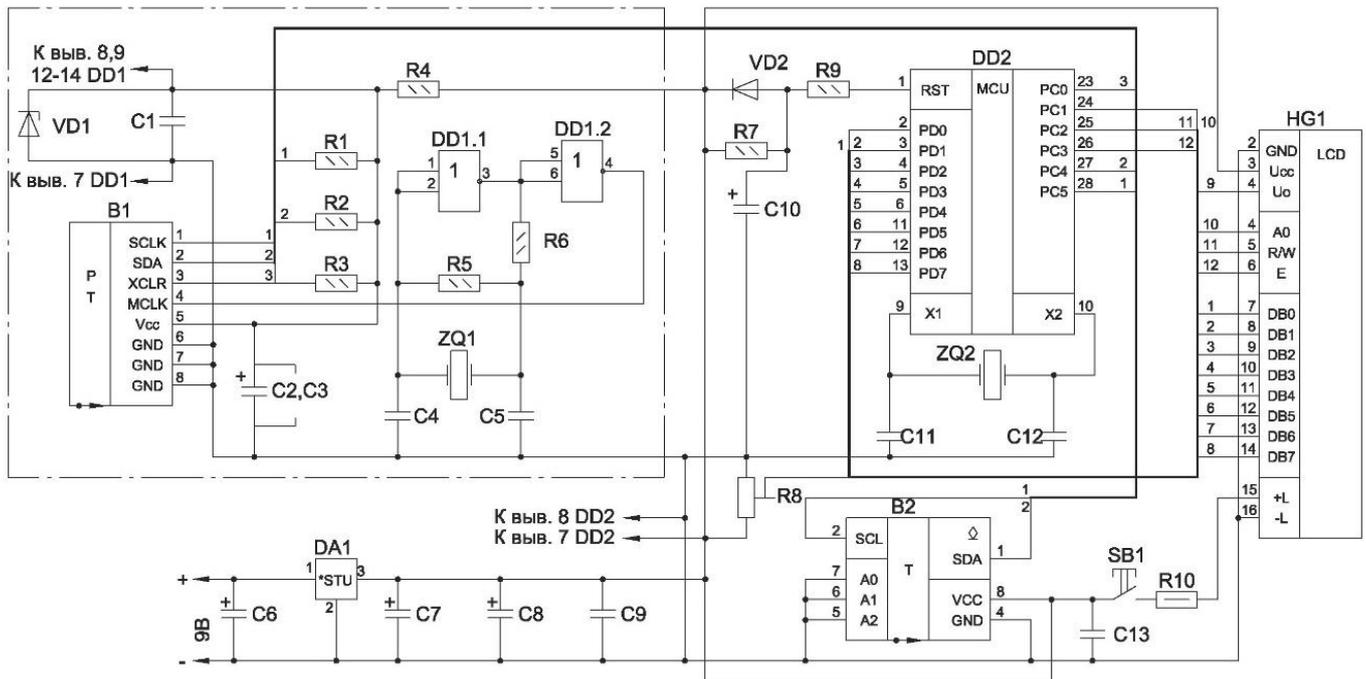


Рис. 2. Регистратор климатических параметров. Схема электрическая принципиальная

регистратора будут допущены ошибки, это может привести к фатальным отказам опытных образцов, что, в свою очередь, будет приводить к росту затрат на опытно-конструкторские разработки и, как следствие, увеличению себестоимости готового изделия. Риск этого невозможно полностью устранить, но можно свести его к минимуму путем использования на этапе проектирования регистратора климатических параметров средств САПР, функционал которых включает возможность моделирования работы электрической схемы [4].

Таким образом, для получения более объективной информации о параметрах режима работы элементов схемы регистратора было принято решение провести теоретический расчет режимов работы при максимальной нагрузке радиоэлементов, а затем сравнить его с результатами, полученными в САПР, обладающей функциями схемотехнического моделирования. Учитывая наличие в схеме регистратора микроконтроллера, следует обратить внимание на наличие его готовой модели в базах программы.

Литература:

1. Сайт производителя «ATMEL» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.microchip.com/en-us/product/ATmega8> — (Дата обращения 24.12.2023).
2. Холдинг «Интеграл» [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://integral-catalog.by/produksiya/integralnye-mikroskhemy/standartnye-tsifrovye-logicheskie-ims/kmop-seriya-in74hcxxxn-d-dw/in74hc164ad.html?sphrase_id=29460 — (Дата обращения 24.12.2023).
3. Сайт производителя «Hoperf Microelectronics» [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://www.hoperf.com/sensor/pressure_sensor/index.html — (Дата обращения 24.12.2023).
4. Антипенский, Р.В. Схемотехническое проектирование и моделирование радиоэлектронных устройств / Р.В. Антипенский, А.Г. Фадин. — М.: Техносфера, 2007. — 127 с.
5. Сайт производителя «Altium» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.altium.com/ru> — (Дата обращения 24.12.2023).

Из наиболее часто используемых средств САПР, имеющих требуемые функции моделирования электрических режимов элементов, можно отметить такие как Altium Designer, Electronics Workbench и, набирающий популярность продукт отечественной разработки SimOne.

Altium Designer на данный момент является самым универсальным комплексным пакетом для разработки РЭС. Файлы проектов легко могут быть конвертированы в форматы сторонних приложений, а интерфейс интуитивно понятен. Даже несмотря на введенные санкционные ограничения и прекращение работы компании Altium в России, данный программный продукт продолжает оставаться широко распространенным [5].

Поэтому, исходя из проведенного анализа возможностей перечисленных программных пакетов, для моделирования схемы блока защиты нагрузки было решено применить САПР Altium Designer. В настоящее время автором проводится построение модели схемы регистратора климатических параметров с целью проверки результатов теоретического расчета.

Разработка мероприятий по противоаварийной автоматике Комсомольского энергорайона Хабаровского края

Хорев Сергей Александрович, студент магистратуры
Дальневосточный государственный университет путей сообщения (г. Хабаровск)

В статье разработаны мероприятия для решения проблемы пропускной способности сетевого оборудования Комсомольского энергорайона. Проведен анализ того, как установка противоаварийной автоматики АОПО оборудования на ПС 220 кВ Старт и ПС 500 кВ Комсомольская, а также установке противоаварийной автоматики ЛАПНУ для обеспечения динамической устойчивости генерирующего оборудования повлияла на максимально допустимый переток активной мощности в сечениях.

Ключевые слова: допустимые перетоки, пропускная способность, противоаварийная автоматика, расчет.

Недостаточное использование пропускной способности оборудования — одна из проблем энергетики России, которая приводит к «запиранию» мощностей станций, что ведет к простоему генерирующего оборудования.

В данной статье рассмотрен Комсомольский энергорайон (далее — КЭР), который является избыточным в зимний период при минимуме нагрузок, то есть отсутствует выдача полной мощности электростанций на участке «Комсомольск-Хабаровск». После проведенного анализа, разработаны мероприятия по увеличению пропускной способности сечений.

КЭР ограничен ВЛ 500 кВ Хабаровская — Комсомольская, ВЛ 220 кВ Горин — Старт, ВЛ 220 кВ Старт-НПС-3, ВЛ 220 кВ НПС-2 — Старт.

Сеть участка «Комсомольск» контролируется в прямом направлении.

В состав контролируемого сечения входят:

- Автотрансформаторы 3АТ, 4АТ ПС 500 кВ Комсомольская
- Автотрансформаторы 1АТ, 2АТ ПС 220 кВ Старт
- ВЛ 110 кВ Комсомольская ТЭЦ-2 — Т № 2 с отпайкой на ПС Парус.

Пропускная способность оборудования и ВЛ 110 кВ, по которым выдается мощность электростанции ограничена номинальной мощностью.

Сеть участка (контролируемое сечение) «Комсомольск-Хабаровск» состоит из ВЛ 500 кВ Хабаровская — Комсомольская, ВЛ 220 кВ НПС-2 — Старт, ВЛ 220 кВ НПС-3 — Старт, ВЛ 220 кВ Горин — Старт.

Определение максимально допустимых перетоков мощности на участке «Комсомольск-Хабаровск», включая «Комсомольск» производится на основе замеров зимнего минимума нагрузок 2022 года, для нормальной схемы сети на потребление — 283 МВт.

Анализ режимов произведен с помощью программно-вычислительного комплекса приложение «СК-11» ТНА (Терминал интерактивного анализа режимов электрической сети от компании АО «Монитор Электрик»).

Расчеты определения максимально допустимых перетоков (далее — МДП) выполнены с учетом ограничений токовых нагрузок, которые принимались в соответствии с данными, предоставленными филиалом АО «СО ЕЭС» Тихоокеанское РДУ.

При определении МДП учитываются условия обеспечения статической аperiodической устойчивости энергосистемы и длительно-допустимых токовых нагрузок элементов сети (перегрузок с учетом их длительности).

Определение границ области статической устойчивости выполняется при помощи расчетов установившихся режимов, начиная с заведомо устойчивого, при таком изменении параметров режима, которое приводит к предельному режиму. В связи с большой трудоемкостью расчетов из всего множества ремонтных и послеаварийных режимов, соответствующих различным сочетаниям отключений основных элементов сети, выбираются схемы достаточно вероятные и существенно отличающиеся от нормальных.

Определение МДП в контролируемых сечениях осуществлялось на основе рекомендаций, изложенных в [1,2], где критерии определения рассмотрены подробно. Значения критических напряжений в узлах нагрузки неизвестны, поэтому согласно [1] в качестве значения критического напряжения принимается величина, равная $0,7U_{ном}$.

Определение МДП производится на основе требований [1] с учетом нерегулярных колебаний ($\Delta P_{нк} = 20$ МВт).

Как показали расчеты в сечении «Комсомольск» достичь предельных по статической устойчивости перетоков активной мощности невозможно, так как они ограничиваются токовой загрузкой электросетевых элементов. Так в нормальной схеме предельный переток $P_{АДТН} = 480$ МВт. Критерием определения МДП $P_{м} = 460$ МВт является аварийно допустимая токовая нагрузка 3АТ ПС 500 кВ Комсомольская в послеаварийном режиме отключения 4АТ ПС 500 кВ Комсомольская (3АТ ПС 500 кВ Комсомольская $I = 473$ А при допустимом значении 394 А, $S = 96 + j27$ МВА).

Анализ установившегося режима показал, что при величине перетока активной мощности $P_{м} + \Delta P_{нк}$ условие п. 4.2, б [1] выполняется — величина напряжения во всех узлах нагрузки превышает минимально допустимое.

Величины допустимых диапазонов напряжений указаны в таблице 1.

При минимуме потребления в Комсомольском энергорайоне появляется невыпускаемый резерв генерирующих мощностей.

Предельный переток передаваемой мощности $P_{н/ав}^{н/ав} = 980$ МВт, приводит к недопустимым длительным токовым нагрузкам сетевых элементов (перегрузками с учетом их длительности в послеаварийных режимах, вызванных нормативными возмущениями), но такой переток невозможен по причине отсутствия таких генерирующих мощностей в энергорайоне.

Мероприятия по перспективному развитию энергосистем, разрабатываемые в рамках деловых процессов, реализация ко-

Таблица 1. Таблица допустимых диапазонов напряжений

Номинальное напряжение, кВ	Нормальный режим	Послеаварийный режим
220	от 181 до 252 кВ	от 171 до 252 кВ
110	от 90 до 125 кВ	от 85 до 125 кВ

торых позволяет обеспечить допустимые параметры электроэнергетического режима энергосистем, должны разрабатываться только при невозможности обеспечения требований к параметрам электроэнергетического режима посредством реализации схемно-режимных мероприятий.

Выбор приоритетного варианта мероприятий по перспективному развитию энергосистем должен осуществляться исходя из необходимости минимизации объема и капиталоемкости технических решений.

При отключении сетевых элементов задачу обеспечения статической устойчивости и устранения недопустимых токовых перегрузок сетевых элементов целесообразно решать в едином комплексе. Таким образом, управляющие воздействия (далее — УВ), выбранные по условию обеспечения устойчивости с нормативным запасом в послеаварийных режимах, должны использоваться для разгрузки связей (оборудования).

Для использования всей мощности электростанций необходимо увеличить МДП в сечениях после замена первичного оборудования.

Автоматика предотвращения нарушения устойчивости организуется по иерархическому принципу и состоит из одного или нескольких уровней:

- 1) уровень объединенной энергосистемы централизованная система противоаварийной автоматики (далее — ЦСПА);
- 2) уровень объектов электроэнергетики — локальная автоматика предотвращения нарушения устойчивости (далее — ЛАПНУ).

Комплексы ЛАПНУ должны обеспечивать выбор УВ из таблицы, рассчитываемой верхним уровнем ЦСПА или заданной субъектом электроэнергетики.

Отключение генераторов (далее — ОГ) осуществляется отключением генераторных или блочных выключателей с последующей работой технологической автоматики, обеспечивающей сохранение генераторов в работе на холостом ходу или на питание нагрузки собственных нужд.

Комплекс ЛАПНУ использует одновременное отключение двух ЛЭП, системы шин, трансформатора (автотрансформатора) или превышение перетока активной мощности по сечению в качестве пусковых факторов.

Таким образом, на основании вышеизложенного, делаем вывод, что МДП из КЭР в ОЭС Востока в сети «Комсомольск», соответствующий нормативным коэффициентам запаса по ак-

тивной мощности, напряжению, а также допустимым токовым нагрузкам сетевых элементов, в нормальной схеме сети (доаварийный режим) составляет $420 + \Delta P_{па}$, но не более 455 МВт.

Переток активной мощности 455 МВт — определен по длительно допустимой токовой нагрузке в исходной схеме и контроль осуществляется диспетчерским персоналом в системе мониторинга токовых нагрузок.

Переток передаваемой мощности свыше 455 МВт, приводит к недопустимым длительным токовым нагрузкам сетевых элементов.

Применение устройств ПА в нормальной схеме и в ремонтной целесообразно для максимальной передачи мощности из КЭР в ОЭС Востока. Так как при оперативном регулировании перетоков в сечении допускается работа в промежутке от МДП до МДП+НК.

Устранение недопустимой токовой перегрузки сетевых элементов может производиться локальными устройствами, действующими на ограничение перетока мощности, передаваемой по сечению.

Для обеспечения в сечении максимальной выдачи необходимо предусмотреть установку АОПО с управляющими воздействиями типа ОГ на разгрузку станций КЭР, что позволит увеличить МДП. Данное мероприятие потребует на 3(4) АТ ПС 500 кВ Комсомольская, на Комсомольской ТЭЦ-2 по ВЛ 110 кВ КТЭЦ-2-Т № 1 (С-85) и ВЛ 110 кВ КТЭЦ-2-Т № 2 с отпайкой на ПС Парус (С-86) и на 1(2) АТ ПС 220 кВ Старт.

При загрузке Комсомольских станций и Совгаванской ТЭЦ до установленной мощности 1014 МВт в режиме зимнего минимума не происходит перегрузки оборудования переток на участке «Комсомольск-Хабаровск» составляет 650 МВт.

Таким образом, внедряя противоаварийную автоматику в КЭР увеличиваются МДП в контролируемом сечении «Комсомольск-Хабаровск» на 264 МВт в нормальной схеме.

Таким образом, выполнение мероприятий по внедрению противоаварийной автоматики в энергосистему решают ряд задач при умеренных вложениях на реализацию, то есть без замены основного дорогостоящего оборудования возможно увеличение максимально допустимых перетоков в контролируемых сечениях электрической сети. При этом увеличивается степень использования пропускной способности линий электропередач и оборудования и появляется возможность максимального использования мощности электростанций.

Литература:

1. Методические указания по устойчивости энергосистем: утв. Минэнерго России от 3 августа 2018 г. № 630–16 с. — Текст: непосредственный.
2. Герасименко, А. А. Передача и распределение электрической энергии: учеб. пособие / А. А. Герасименко, В. Т. Федин. — 3-е изд., перераб. — М.: КНОРУС, 2012. — 648 с. — Текст: непосредственный.

Разработка мероприятий по реконструкции схемы выдачи мощности Амурской ТЭЦ-1

Хорев Сергей Александрович, студент магистратуры
 Дальневосточный государственный университет путей сообщения (г. Хабаровск)

В статье рассматривается вопрос «запирания» генераторной мощности Амурской ТЭЦ-1, обусловленный низкой пропускной способностью сетевого оборудования, установленного в схеме выдачи мощности станции, приводящий к невозможности выдачи установленных значений. Выработаны технические мероприятия по исключению вышеуказанных ограничений.

Ключевые слова: генератор, трансформатор, мощность, контролируемое сечение, максимальный переток.

Общая часть

Амурская ТЭЦ-1 расположена в Комсомольском энерго-районе (далее — КЭР) операционной зоны Филиала АО «СО ЕЭС» Тихоокеанское РДУ.

ЗРУ-110 кВ реализовано по схеме «Две рабочие и обходная системы шин». На ЗРУ-110 кВ зафиксирован ТГ № 5. ЗРУ-35 кВ реализовано по схеме «Одна секционированная система шин». ГРУ-6 кВ реализовано по схеме «Одна секционированная и трансферная системы шин». На шинах ГРУ-6 кВ зафиксированы четыре турбогенератора (ТГ № 1, ТГ № 2, ТГ № 3, ТГ № 4).

Установлены два силовых трансформатора связи (ТС-1, ТС-2) напряжением 110 / 35 / 6 кВ и один блочный трансформатор (ТБ-5), который питает ТГ № 5.

К шинам ЗРУ-110 кВ подключены четыре тупиковые и две транзитные линии электропередач (далее — ЛЭП), которые входят в состав контролируемого сечения (далее — КС) «Выдача мощности Амурской ТЭЦ-1»:

- 1) ВЛ 110 кВ Амурская ТЭЦ-1 — Комсомольская (С-71);
- 2) ВЛ 110 кВ Амурская ТЭЦ-1 — Хурба (С-72).

К шинам ЗРУ-35 кВ подключены шесть тупиковых ЛЭП. К шинам ГРУ-6 кВ подключены линии питания собственных нужд и фидеры потребителей.

Параметры генерирующего оборудования представлены в таблице 1.

Для предотвращения перегруза ЛЭП 110 кВ сформировано АОПО, реализующее управляющие воздействия (далее — УВ) на отключение генераторов (далее — ОГ). Под действие УВ на ОГ на подключен ТГ № 1 и один из ТГ № 2–4. УВ на ОГ по факту токового перегруза 1Т и 2Т, выведены.

Для проведения исследований схемы выдачи мощности (далее — СВМ) Амурской ТЭЦ-1 приняты значения располагаемой мощности станции:

— для зимнего периода 281,7 МВт, величина СН станции — 12,5%;

— для летнего периода 260 МВт, величина СН станции — 10,7%.

Расчеты проведены для следующих режимно-балансовых условий:

- летний режим минимальных нагрузок для ТНВ 21оС;
 - летний режим максимальных нагрузок для ТНВ 30оС (ПЭВТ);
 - зимний режим минимальных нагрузок для ТНВ — 5оС;
 - зимний режим максимальных нагрузок для ТНВ — 5оС.
- Расчет проводится в соответствии с [1, 2]:
- нормальная схема;
 - единичная ремонтная схема, в том числе схема после нормативного возмущения (далее — НВ).

В данной работе не рассматривались двойные ремонтные схемы в связи с тем, что при моделировании данных ремонтных схем генерирующее оборудование Амурской ТЭЦ-1 выделяется на изолированную работу.

Определение мероприятий для исключения ограничения выдачи мощности Амурской ТЭЦ-1 по станции в целом

По результатам расчетов, выявлены следующие ограничения:

— в зимний период (нормальная схема) ограничение установленной мощности составляет 24 МВт, однако, с учетом дополнительного УВ на ОГ (60 МВт) — ограничения отсутствуют. С учетом подключения ООО «АГМК» (потребитель, величина 25,6 МВт) — ограничения отсутствуют;

— в зимний период (единичная ремонтная схема) ограничение установленной мощности составляет 102 МВт, с учетом подключения ООО «АГМК» составляет — 76 МВт.

— в летний период (нормальная схема) ограничение установленной мощности составляет 36 МВт, однако, с учетом дополнительного УВ на ОГ (60 МВт) составляет 18 МВт. С учетом подключения ООО «АГМК» (потребитель, величина 15,9 МВт) — 2 МВт;

Таблица 1. Параметры генераторов Амурской ТЭЦ-1

Наименование	Тип генератора	Полная мощность, МВА	U _{ном} , кВ	Номинальная активная мощность, МВт
ТГ № 1	ТВС-32УЗ	40	6,3	32
ТГ № 2	ТВФ-60-2	75	6,3	60
ТГ № 3	ТВФ-63-2	78,75	6,3	63
ТГ № 4	ТВФ-63-2	78,75	6,3	63
ТГ № 5	ТВФ-120-2	125	10,5	100

— в летний период (единичная ремонтная схема) ограничение установленной мощности составляет 109 МВт, с учетом подключения ООО «АГМК» составляет — 93 МВт.

С целью обеспечения исключения ограничений выдачи установленной мощности Амурской ТЭЦ-1 с учетом схемы двойного ремонта или НВ в единичной ремонтной схеме [1, 2] необходимо предусмотреть строительство двух дополнительных ЛЭП 110 кВ на транзите между Амурской ТЭЦ-1 и шинами 110 кВ ПС 500 кВ Комсомольская сечением не менее АС-185/24. Также произвести замену провода существующих ВЛ 110 кВ АТЭЦ-1 — Комсомольская (С-71), ВЛ 110 кВ АТЭЦ-1 — Хурба (С-72),

ВЛ 110 кВ Комсомольская — Хурба (С-94) и ошиновки РУ 110 кВ на ПС 110 кВ Хурба, ПС 500 кВ Комсомольская и Амурской ТЭЦ-1 на провод сечением не менее АС-185/24.

По результатам расчетов, с учетом вышеизложенных мероприятий относительно модернизации сечения «Выдача мощности Амурской ТЭЦ-1» можно сделать выводы, что:

— в двойной ремонтной схеме, в том числе схеме после НВ в единичной ремонтной схеме без учета присоединения ООО «АГМК» ограничения в 24 МВт возникают только при температуре окружающей среды более 40 °С. С учетом подключения нагрузки ООО «АГМК» — 8 МВт;

— при НВ в двойной ремонтной схеме (отключение сразу трех из четырех линий на транзите) без учета подключения

ООО «АГМК» ограничения установленной мощности составляет 71 МВт, при этом с учетом реализации подключения ООО «АГМК» — составляет 55 МВт.

В связи с вышеизложенным делаем вывод, что с учетом реализации подключения ООО «АГМК» дополнительных мероприятий не требуется, однако, без учета требуется подключение действия УВ на ОГ одного из генераторов Амурской ТЭЦ-1 (величина 60 МВт).

Определение мероприятий для исключения ограничения выдачи установленной мощности генераторов Амурской ТЭЦ-1

По результатам расчетов, выявлены следующие ограничения:

— в нормальной схеме для режимов зимних нагрузок — 33 МВт, летних нагрузок — 47 МВт;

— в схемах единичного ремонта ТС-1(2), в том числе в схемах после НВ для режимов зимних нагрузок — 105 МВт, летних нагрузок — 102 МВт.

В связи с вышеизложенным, с целью обеспечения исключения ограничений выдачи установленной мощности турбогенераторов Амурской ТЭЦ-1, применительно к сечению «Трансформаторы Амурской ТЭЦ-1» с учетом схемы двой-

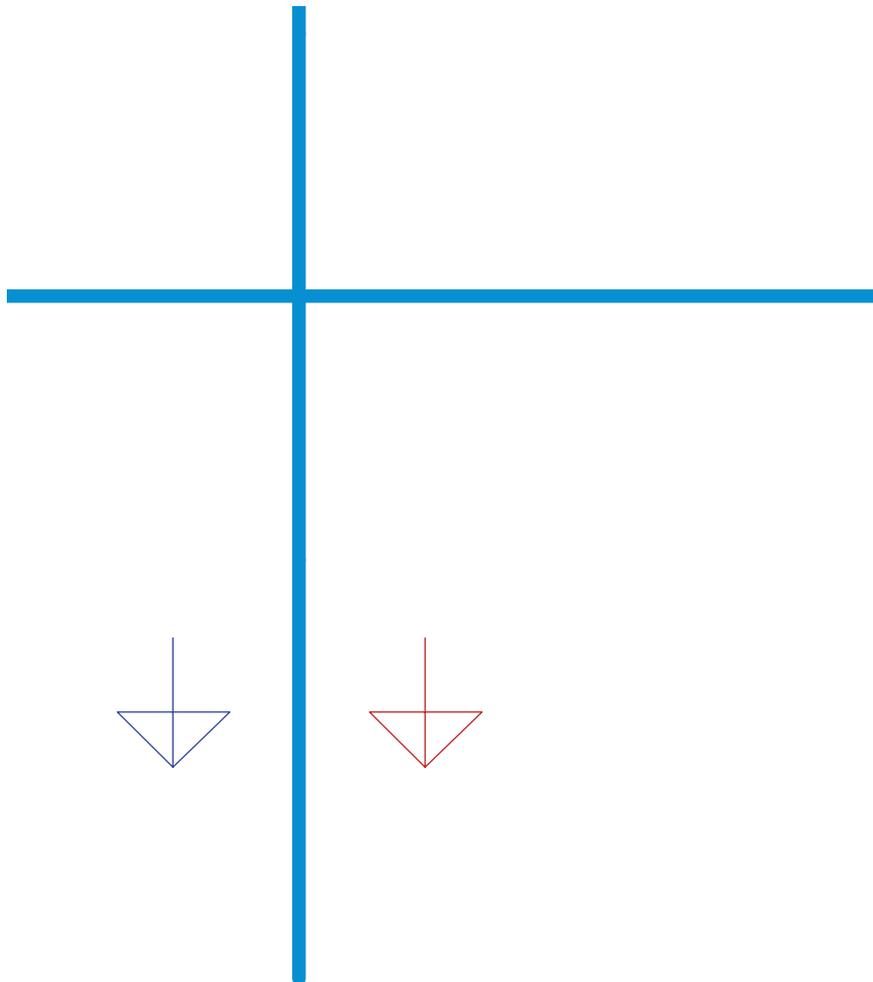


Рис. 1. НВ в схеме двойного ремонта СВМ Амурской ТЭЦ-1

ного ремонта или НВ в единичной ремонтной схеме [1, 2] необходимо предусмотреть установку двух новых трансформаторов связи (ТС-3, ТС-4) напряжением 110/6 кВ и мощностью не менее 80 МВА. Произвести замену существующих ТС-1(2) на аналогичные, мощность которых так же не менее 80 МВА. Заменить выключатель, разъединитель и трансформатор тока в ячейках трансформаторов связи в ГРУ-6 кВ с длительно допустимым током не менее 8800 А.

По результатам расчетов, с учетом вышеизложенных мероприятий относительно модернизации сечения «Трансформатора Амурской ТЭЦ-1» можно сделать выводы, что:

— в двойной ремонтной схеме, в том числе схеме после НВ в единичной ремонтной схеме отсутствуют ограничения установленной мощности при температуре наружного воздуха до 35 °С, однако, при температуре наружного воздуха +40°С составляют 11 МВт;

— при НВ в двойной ремонтной схеме, в том числе в схеме после НВ в единичной ремонтной схеме (к ремонту 1(4) Т дополнительно отключение 2Т Амурской ТЭЦ-1) максимальное значение ограничения мощности при температуре наружного воздуха +21°С составляет 51 МВт.

В связи с вышеизложенным делаем вывод, что с целью обеспечения исключения ограничений выдачи установленной мощности турбогенераторов Амурской ТЭЦ-1 при нормативном возмущении в двойной ремонтной схеме необходимо ввести в работу УВ устройства АОПО Амурской ТЭЦ-1, действующее на ОГ по факту возникновения токового перегруза трансформаторов связи. В настоящее время

техническая возможность формирования данного УВ на ОГ существует.

Следует отметить, что при реализации строительства третьей и четвертой ЛЭП 110 кВ на транзите Амурская ТЭЦ-1 — Комсомольская и установке третьего и четвертого трансформатора связи 110/6 кВ отсутствуют риски перегрузки ШСМВ 110 Амурской ТЭЦ-1. Приводится на рис. 1.

Таким образом, по результатам выполненных исследований СВМ генерирующего оборудования Амурской ТЭЦ-1 выявлено отсутствие возможности выдачи установленной мощности в связи с превышением МДП. С целью обеспечения исключения ограничений выдачи установленной мощности генерирующего оборудования Амурской ТЭЦ-1 по станции в целом необходимо предусмотреть строительство третьей и четвертой ЛЭП 110 кВ на транзите Амурская ТЭЦ-1 — Комсомольская сечением не менее АС-185/24, а также замена провода на существующих ЛЭП 110 кВ этого транзита, а также и ошиновки 110 кВ на ПС 110 кВ Хурба, ПС 500 кВ Комсомольская и Амурской ТЭЦ-1 на провод сечением не менее АС-185/24. Реализовать подключения дополнительного ТГ 60 МВт под действия УВ на ОГ. Установить дополнительно третий и четвертый трансформаторы связи 110/6 кВ мощностью не менее 80 МВА, произвести замену существующих на аналогичную мощность (суммарное значение — 320 МВА). Заменить выключателей, разъединителей и трансформаторов тока в ячейках трансформаторов ГРУ-6 кВ с длительно допустимой токовой нагрузкой не менее 8800 А. Ввести в работу УВ устройства АОПО Амурской ТЭЦ-1, действующего на ОГ по факту возникновения токового перегруза.

Литература:

1. Методические указания по устойчивости энергосистем: утв. Минэнерго России от 3 августа 2018 г. № 630–16 с. — Текст: непосредственный.
2. ГОСТ Р 58670–2019. Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Планирование развития энергосистем. Расчеты электроэнергетических режимов и определение решений при перспективном развитии энергосистем. Нормы и требования. — Москва: Изд-во стандартов, 2019.

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Варианты модульной конструкции в Южной Америке для чрезвычайных ситуаций

Армихос Браво Хенесис Эдит, студент магистратуры;
Фернандес Кордеро Элианни Виктория, студент
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Преимущества модульного строительства в чрезвычайных ситуациях становятся все более очевидными, включая быструю доставку высококачественного жилья, экономию средств и экологичность. Таким образом, модульная конструкция за пределами площадки может улучшить восстановление жилья после стихийного бедствия с точки зрения экономики времени. Мы также можем взять в качестве примера строительство модульных зданий, состоящих из объемных элементов и легких стальных конструкций, используются отдельно стоящие блочные контейнеры (модули), в которых устраиваются временные жилища, туалеты, контрольно-пропускные пункты и пункты обогрева, эти технические контейнеры полностью подготовлены на заводе. Этот тип конструкции также может быть временным, модульным или морским контейнерным. Последний представлен как более экономичный вариант и может быть жизнеспособной альтернативой в зависимости от предполагаемого использования.

Ключевые слова: модульный, строительный, жилой, контейнерный.

Модульная конструкция получила широкое признание как универсальное и экономичное решение для предоставления временного жилья после стихийных бедствий и чрезвычайных ситуаций, преимущества модульной конструкции реализуются в чрезвычайных ситуациях, включая ее способность быстро предоставлять высококачественные жилые помещения, экономию средств и устойчивость. В Гонконге было продемонстрировано успешное развертывание строительства временной больницы и изолятора с использованием модулей заводского производства всего за 51 день для обслуживания пациентов, пострадавших от пандемии Covid — 19, [1] также в Соединенном Королевстве отделение интенсивной терапии было построено в конференц-центре на востоке Лондона в больнице Найтингейл в Эксетере за 57 дней в ответ на неудовлетворенный спрос на койки интенсивной терапии в Лондоне во время первой волны пандемии коронавирусной болезни 2019 года (COVID-19) в конце марта 2020 года [2] [3] [4], как показано на рисунки 1. Таким образом, модульная конструкция за пределами площадки может улучшить процесс восстановления дома после стихийного бедствия благодаря своей эффективности с течением времени. [2] Рентабельность переносимых модульных зданий (юаней) показывает, что технология юаней обеспечивает ежегодную экономию средств благодаря своему длительному сроку службы и более высокой спасательной ценности. [5]

В 2005 году ураган «Катрина» повредил более 214.700 домов в Новом Орлеане и вынудил более 800.000 граждан покинуть свои дома из-за наводнения. Восстановление постоянного жилья для жертв стихийных бедствий требует много времени,

а модульная конструкция является решением для улучшения процесса восстановления жилья. [6]

С другой стороны, с 1987 года проводились испытания для строительства в холодных климатических зонах, таких как Антарктида. [7] Таким образом, мы можем взять в качестве примера строительство модульных зданий из объемных элементов и легких стальных конструкций, как один из типов сборных зданий, успешно применяемых в российской Арктике, труднодоступной и низкотемпературной зоне, комплекс зданий «Северный клевер» и «Арктический Трилистник», построенный с нуля с 2014 по 2017 год на острове Земля Александра, Россия, как показано на рисунке 2. [8]

Этот тип конструкции удобен для строительства в суровых климатических условиях, традиционно модульная технология применяется при возведении жилых, столовых, административно-офисных зданий и т. Д. Также используются отдельно стоящие блочные контейнеры (модули), в которых устраиваются временные жилые помещения, санитарные помещения, киоски контрольно — пропускные пункты, пункты обогрева, эти контейнеры для технического использования находятся в полной заводской готовности. [8]

Этот тип конструкции также может быть временным и может быть модульного типа или адаптированного морского контейнера, последний представлен как более экономичный вариант и может быть жизнеспособной альтернативой в зависимости от использования, ниже приведено сравнение характеристик модульного типа и контейнера в таблице 1. [9] [10]

В этом контексте мы можем перечислить некоторые конкретные места и районы Латинской Америки, которые могли



Рис. 1: Больница Найтингейл [3]



Рис. 2: Арктический Трилистник [8]

Таблица 1. Модульный против контейнерного

Типы конструкций	Материал	Предварительная подготовка	Воздействие на экологию	Время возведения	Повторность использования	Экономическая привлекательность	Транспорт
модульный	Производятся на заводе в готовом для сборки виде, в дополнительных материалах не нуждается [9]	модули изготавливаются на заводе	Минимально из-за создания в готовом для использования виде [9]	3–7 дней	Возможна	Снижение стоимости за счет возможности вторичного использования конструкций, быстрая скорость возведения объектов	легкая транспортировка
контейнерный	Морской контейнер, требуются дополнительные материалы для обшивки с двух сторон [9]	их можно адаптировать с помощью инструментов	Необходимо утилизировать излишки	2–3 недели	возможно при сохранении модулей в соответствующей форме	Более низкая стоимость с учетом долговечности и повторного использования контейнеров для временного размещения [11]	легкая транспортировка

Таблица 2. Труднодоступные и уязвимые к стихийным бедствиям районы Латинской Америки

Страна, Место	Clima	Уровень риска	Тип	Наблюдения
Санта-Фе, Гуаранда, Боливар, Эквадор	Холодные пустоши От 4 °С до 7 °С до субтропического теплого От 18 °С до 24 °С. Средняя температура составляет 13 °С	Высокий	модульный	Зоны высокой сейсмичности, извержения вулканов, проливные дожди, подвижки суши, лесные пожары. [12]
Пуно, Перу	Альтоандинский регион на юге Перу, умеренно дождливый, максимальная и минимальная температура составляет 14,4 °С и 2,7 °С	Среднее	контейнерный	Наводнения, массовые перемещения и проливные дожди. [13]
Ла Лигуа, Чили	Умеренный климат, Средняя температура 19 °С и минимальная 7 °С	Высокий	модульный	В нем зафиксировано девять экстремальных погодных явлений, связанных с четырьмя засухами, тремя временными и двумя заморозками. [14]

бы использовать эти технологии в случае чрезвычайных ситуаций, связанных со стихийными бедствиями, пандемиями и труднодоступными районами.

Таблица 2 не ограничивается одним типом модульной конструкции, однако на основе этого исследования была приведена рекомендация.

Литература:

1. Z. M. Chen, «Rapid construction of modular buildings for emergencies: a case study from Hong Kong, China», Proceedings of the Institution of Civil Engineers — Civil Engineering, 2022
2. W. M. Shahzad, «Potential of Modular Offsite Construction for Emergency Situations: A New Zealand Study», Buildings, 2022
3. A. Proudfoot, B. O'Brien, R. Schilling, D. Gould y M. A., «Rapid establishment of a COVID-19 critical care unit in a convention centre: The Nightingale Hospital London experience», Intensive Care Med. 2021,47 [Google Scholar], pp. 359–351, 2021
4. L. Wee, E. Fan, J. Chiang, R. Heng y S. Ang, «Construction of a container isolation ward: A rapidly scalable modular approach to expand isolation capacity during the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic», Infect Control Hospital, 2021
5. S. K.Y, «Cost-benefits of relocatable modular buildings (RMB) for construction site offices: the case of Sri Lanka», FARU Journal, 2023
6. P. Ghannad, «Investigating Stakeholders' Perceptions of Feasibility and Implications of Modular Construction-Based Post-Disaster Reconstruction», Modular and Offsite Construction (MOC) Summit Proceedings, 2019
7. D. y.c. Charrett, «Edificios modulares para la Antártida», 1987
8. Ю. & Т. Ю. Казаков, Технология возведения зданий из объемных блоков: учеб. пособие, Санкт Петербур: Издательство Лань. — СПб66 сю 37–51, 2022
9. O. A. Guzhova y M. F. Khairullin., «Using modular designs for the construction of temporary housing», Urban construction and architecture, 2022
10. M. O. Haque, «Construction sustainability of container-modular-housing in coastal regions towards resilient community», Built Environment Project and Asset Management, 2021
11. V. P. Grakhov y Y. A. Tolkachev, «Prospects for the use of modular construction in the organization of temporary accommodation», Bulletin of Belgorod State Technological University named after. V. G. Shukhov, 2022
12. M. Vallejo Ilijam, «Vulnerabilidad de los medios de vida ante las amenazas naturales y antrópicas», Sociedad & Tecnología, 2021
13. N. Zevallos, «Regiones Altoandinas y su vulnerabilidad socioeconómica: caso zona urbana de Puno», Journal of High Andean Research, 2023
14. C. Henriquez, N. Aspee y J. Quense, «Zonas de catástrofe por eventos hidrometeorológicos en Chile y aportes para un índice de riesgo climático», SCIELO, revista de geografía Norte Grande, 2016

Композиционно-семиотический анализ архитектурного ансамбля ГЭС-2 в Москве

Володская Александра Николаевна, студент магистратуры;

Туманик Тарас Геннадьевич, кандидат архитектуры, доцент;

Иванова Елена Геннадьевна, старший преподаватель

Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств имени А. Д. Крячкова

В статье проведен композиционно-семиотический анализ современного общественного пространства Дома культуры ГЭС-2 в Москве: культурный и исторический контекст, особенности архитектурного ансамбля и его смысловые слои. Дом культуры ГЭС-2 является городским пространством и включает в себя историческое здание ГЭС-2, здание старинного хранилища водочного магната Смирнова (пространство «Своды»), набережную канала со скульптурой «Большая глина» и посаженную березовую рощу. В статье рассмотрены композиционно-морфологическая и семантическая составляющая каждого из элементов Дома культуры ГЭС-2. Представлены результаты и сформулированы основные выводы композиционно-семиотического анализа.

Ключевые слова: архитектура Москвы, архитектурный ансамбль, архитектурный ансамбль ГЭС-2, современная архитектура, семантика.

Процесс проектирования рассматривается как мысленное преобразование некоторой исходной пространственной ситуации в проектную модель среды. При этом в качестве исходной пространственной ситуации может выступать как естественная природная среда, так и искусственная среда, подлежащая реорганизации. Рассматриваемый объект ГЭС-2 имеет богатое историческое прошлое, ценность которого необходимо учитывать в формировании новой проектной модели. Многообразие и разнородность факторов, требующих учета в процессе формирования проектной модели, предполагает их осмысление и взаимоотношение, на основе чего в ходе проектирования происходит постоянное «пространственное» разрешение возникших противоречий и создается целостная модель среды.

В процессе реконструкции промышленной территории бывшей электростанции ГЭС-2 в Москве был спроектирован культурный центр, ставший современным городским пространством.

Факторы развития ансамбля:

- Переосмысление индустриального прошлого здания в центре Москвы;
- Реконструкция исторических деталей здания;
- Сохранение исторической ценности объекта;
- Интеграция здания в существующую застройку центра Москвы;
- Создание современного общественного пространства нового формата.

Электростанция была построена еще в царской России, пережила революцию, войну и застой, снабжала электричеством трамваи, Кремль и центр города, много раз модернизировалась и перестраивалась, и лишь в 2021 году обрела новую жизнь как открытое для всех культурное пространство. Здание с таким историческим прошлым является предметом исследования, задачами которого выступают изучение композиции и смыслового единства ансамбля, ориентированное на исторические и семантические отсылки; выявление взаимосвязи отдельных элементов ансамбля, а также описание значения ансамбля в структуре современного города.

Методы и инструменты

В процессе рассмотрения ансамбля ГЭС-2 используется терминологический аппарат композиционного анализа и терминологический аппарат семантического анализа, которые представляют две самостоятельные и параллельные области анализа.

Композиционный анализ — это выявление закономерностей организации фрагмента городской среды средствами объемно-пространственной композиции. Проводится с целью моделирования композиционной структуры природного и антропогенного ландшафта, исследования сооружений, играющих значительную роль в формировании образа среды. Благодаря композиционному анализу выявляются основные элементы архитектурной среды.

В свою очередь семантический анализ пространственной организации предусматривает изучение формирующегося пространства в контексте сложившихся форм человеческой жизнедеятельности и окружающих человека форм предметного мира. Такое соотнесение формирующегося пространства с окружающей действительностью позволяет интерпретировать его (сначала на стадии проектирования, а затем и в реальной деятельности) в глубинном диапазоне культурно-исторических значений, как своеобразную микромодель мира.

С учетом этого осмысливается вся структура формируемого пространства. При этом составляющие ее внутренние ячейки выстраиваются по семантической иерархии, осознание которой имеет важное значение для проектировщика. Правильно понятая в проекте и реализованная в натуре, эта иерархизированная семантическая структура обеспечивает ясное «прочтение» пространства, что в свою очередь является необходимой предпосылкой эстетических переживаний.

В статье приведены основные характеристики элементов ансамбля, выполнен параллельный композиционный и семантический анализ, сформулирован общий вывод по результатам анализа. Использовалось учебно-методическое пособие Карнаухова А. В., Ивановой Е. Г. «Композиционно-семиотический анализ архитектурного ансамбля», официальный сайт Дома

культуры «ГЭС-2», а также различные интервью и публикации статей в современных журналах.

Результаты и обсуждение

Как уже было отмечено, местоположение ГЭС-2 было абсолютно удачным с точки зрения промышленного развития центра. ГЭС-2 находится в центре Москвы на Болотной набережной (рис. 1).

История самого здания электростанции берет начало в 1907 году. Первоначально ГЭС-2 носила название «Трамвайная», поскольку предназначалась для питания контактной сети городского трамвая. Архитектором Трамвайной станции выступил выпускник Московского училища живописи, ваяния и зодчества Императорской академии художеств Василий Башкиров, исполнивший её в неорусском стиле, инженерами — заведующий станцией инженер-электротехник Михаил Поливанов и инженер-механик Николай Сушкин при участии Владимира Шухова. [1]

При проектировании Трамвайной ГЭС перед Башкировым стояла непростая задача — огромное промышленное здание нужно было вписать в самый центр города. При взгляде от Москвы-реки перед ГЭС располагались палаты Аверкия Кириллова и церковь Николы на Берсеневке — образцы русского узорочья и барокко, построенные еще в XVII веке. Башкиров решил эту задачу довольно успешно. Здание ГЭС состоит из трех корпусов: котельного, решенного в виде огромной промышленной базилики, и примыкающих к нему с юга машинного и административного. Главный фасад электростанции, выходящий на Водоотводный канал, формируют машинный и административный корпуса: килевидные фронтоны, наличники в духе русского узорочья. И главный элемент — увенчанная шатром башня с часами, напоминающая Спасскую.

Крупнейшее промышленное здание, да еще активно взаимодействующее с городом, Трамвайная ГЭС стала как бы венцом промышленного развития центра. Вместе с Домом на набережной на стрелке Болотного острова впервые возникли очаги культуры — роскошный клуб имени Рыкова (впоследствии Театр эстрады) и кинотеатр «Ударник», ставший главной премьерной площадкой Москвы. Дом на набережной дал толчок окультивированию бывшей промзоны, которое окончательно произошло в постиндустриальную эпоху, в начале XXI века. В 1925 году электростанцию переименовали в «ГЭС-2 Мосэнерго», и она стала частью общегородской электросистемы (рис. 2).

Электростанция прошла несколько модернизаций. В 1991–1995 годах завершилась окончательная модернизация. Но это не помогло сохранить электростанцию. Из-за физического и морального износа и высокой стоимости электроэнергии в 2006 году электростанция была выведена из эксплуатации.

В 2009 году ГЭС-2 получила статус объекта культурного наследия регионального значения (рис. 3). Здание ГЭС-2 могло постичь участь многих закрытых промышленных объектов столицы — постепенное саморазрушение и снос. Но в 2014 году Департамент культуры Москвы предложил выкупить объект предпринимателю — владельцу группы компаний Новатэк Леониду Михельсону. Он искал здание для столичной выставочной площадки фонда современного искусства V-A-C. [6]

К 2014 году волна ревитализации дотянулась до ГЭС-2. Проект был амбициозен: огромная площадь, необходимость реконструировать памятник архитектуры, антипрагматическая концепция без привычных ретейла и офисов и приглашение архитектора Ренцо Пьяно. Итальянский архитектор Ренцо Пьяно — автор Центра Помпиду в Париже, лауреат главной в архитектурном мире Притцкерской премии.

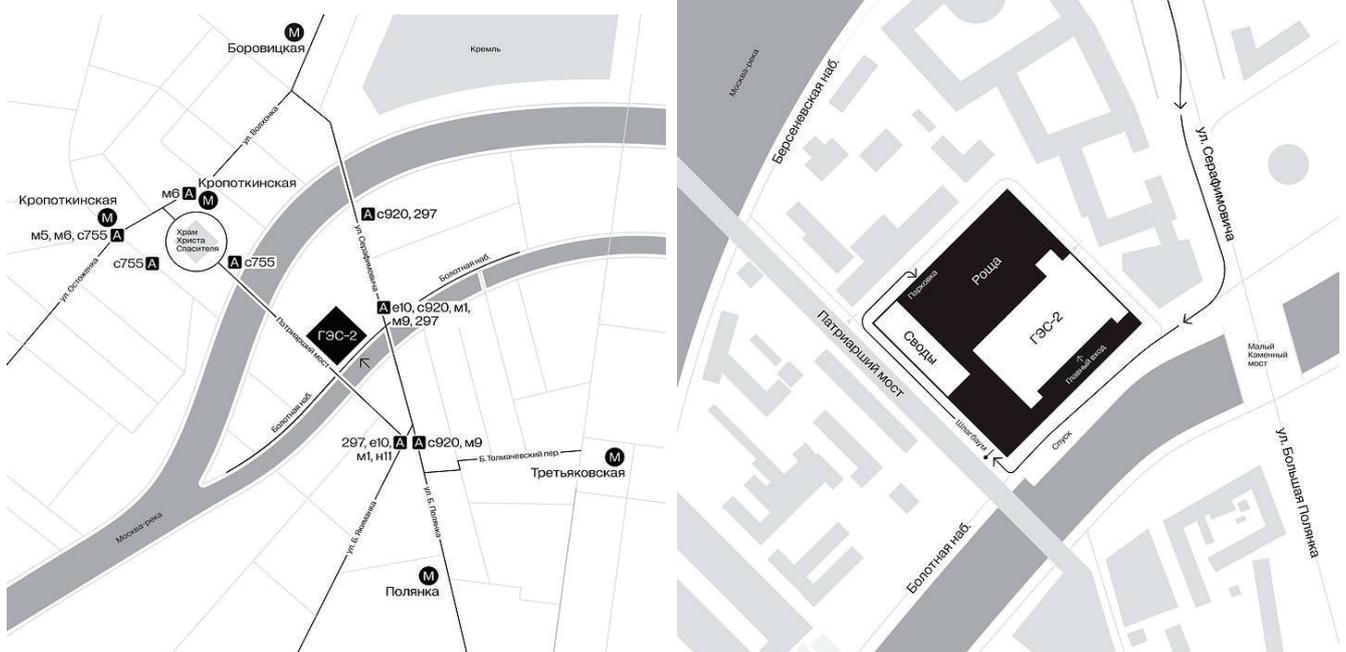


Рис. 1. Расположение ГЭС-2.
Источник: <https://v-a-c.org/ges2/visit>

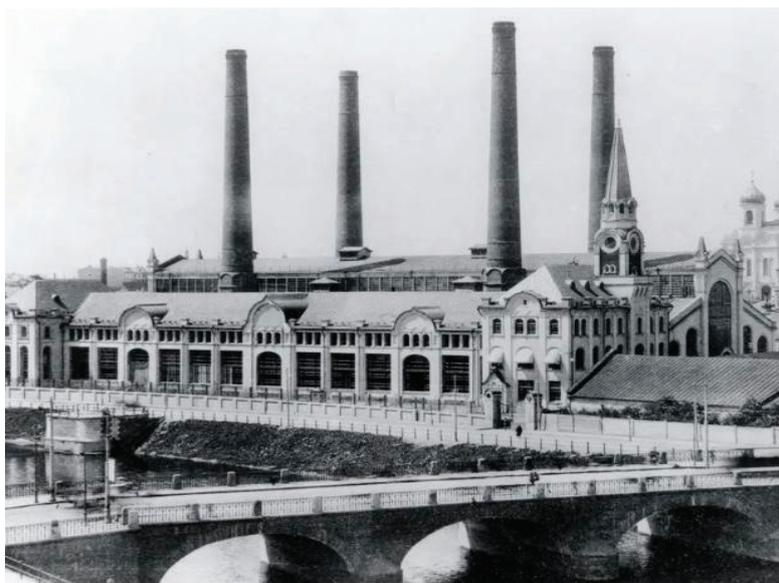


Рис. 2. Трамвайная ГЭС в начале XX в.

Источник: <https://theblueprint.ru/culture/art/ges-2-istoria>



Рис. 3. ГЭС-2 в начале XXI в. до реконструкции.

Источник: <https://telegra.ph/GEHS-2-04-26>

Новая жизнь ГЭС-2 началась с внимательного изучения ее прошлого. Были подняты строительные сметы XVIII века и приказы революционных лет, планы Болотного острова и платежные ведомости, старинные чертежи и фотографии.

Рассматривая процесс формообразования нового комплекса обратимся к эскизу архитектора Ренцо Пьяно, который он нарисовал для понимания общей планировочной структуры комплекса (рис. 4). Стало понятно, реконструкция только одного здания ГЭС не сохранит исторические особенности и архитектору необходимо расширять планировочные возможности комплекса.

Затем началось строительство, в ходе которого стены на несколько месяцев оказались буквально подвешены в воздухе: нужно было соорудить новый фундамент и подготовить почву для

подземных выставочных залов — нынешней Насосной и соседних Галерей. Все лишние перегородки были убраны, наносные слои — расчищены, заложенные окна — разобраны, а исторические конструктивные элементы — бережно сохранены. Так бывшая электростанция превратилась в Дом культуры «ГЭС-2» (рис. 5).

Ренцо Пьяно разделил наземное пространство «ГЭС-2» на четыре уровня по высоте и создал еще два подземных этажа. Все уровни соединены лестницами и лифтами.

Во время реставрации в соседнем подвале обнаружили старинные кирпичные своды: помещение принадлежало вино-торговцу Ивану Смирнову, дяде знаменитого водочного магната Петра Смирнова. Теперь «Своды» — это художественные мастерские. Попастъ туда можно и с улицы, и с парковки ГЭС через подземный ход.

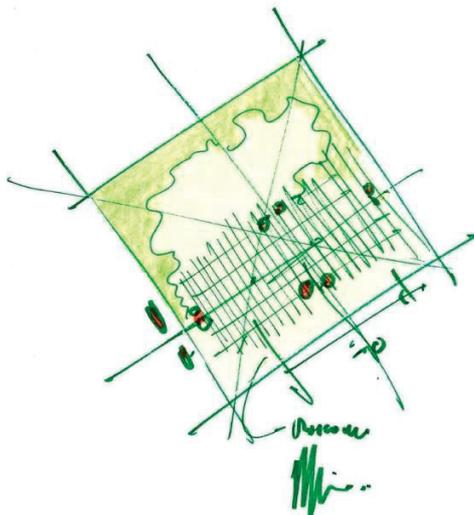


Рис. 4. Эскиз Ренцо Пьяно.

Источник: <https://snob.ru/profile/400750/blog/1002807/>

Рис. 5. ГЭС-2 в 2021 г.

Источник: <https://rg.ru/2021/12/06/ges-2-novoe-kulturnoe-prostranstvo-v-zdanii-byvshei-elektrostantsii-na-bolotnoi-nabrezhnoi.htm>

Таким образом, на плане организации земельного участка появлялись такие объекты как: историческое здание ГЭС-2 (1), «Своды» (2), набережная канала со скульптурой «Большая глина № 4» (3), посаженная роща из 620 берез и 80 000 кустарников (4) (рис. 6).

Проведем параллельный композиционно-семантический анализ ансамбля ГЭС-2, определяя основные составляющие исследования и рассматривая отдельные элементы и слои ансамбля.

Композиционное отношение ансамбля с окружением и смысловая роль ансамбля в окружении. Комплекс ГЭС-2 вписывается в контекст окружающей застройки, при этом синие трубы контрастируют на ее фоне и являются объектом притяжения. По задумке архитектора, дизайн здания «ГЭС-2»

продолжает городское пространство. Парадный вход в здание открывается со стороны канала, как визуальное продолжение ступеней набережной-Спуска, выложенной белой плиткой площади и такого же цвета пола внутри. Для того чтобы связать территорию ГЭС-2 с городом, помимо развития Спуска был реконструирован участок Патриаршего моста между Берсеневской и Якиманской набережными: здесь появился амфитеатр и лифты, сам мост приобрел современный сдержанный характер, гораздо более соответствующий новому комплексу.

С точки зрения семантики переосмысление индустриального прошлого центра Москвы — идея создания современного общественного пространства. Его нельзя назвать просто культурным объектом, потому что это часть городской среды и не получается разделить его на классические «интерьер» и «экс-



Рис. 6. Ситуационный план ГЭС-2.

Источник: <https://archi.ru/russia/85182/vavilonskaya-bashnya-kulturny>

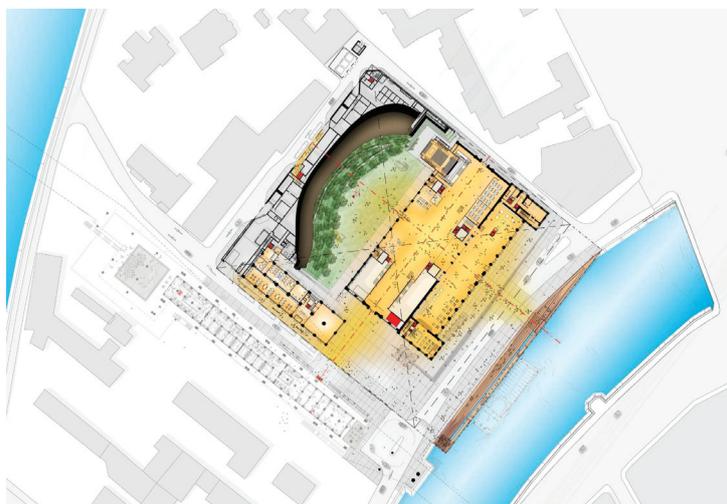


Рис. 7. Совмещенный план 1 этажа.

Источник: <https://apex-project.ru/projects/ges-2>

терьер». Самое важное в преобразении ГЭС-2 — это сложившийся диалог между зданием и городом, как композиционный, так и идеологический.

Анализ целостности общей объемно-планировочной композиции ансамбля и анализ семантики общей композиции ансамбля. В плане территория ГЭС-2 вписана в квадрат размерами 142×142 метра. Композиционная ось — симметричное разделение здания ГЭС-2 со спуском на набережную и «сквозным» проходом к березовой роще. Так образуется композиционная связь составляющих комплекса. Композиционно здание ГЭС-2 является доминантой, а остальные составляющие комплекса (своды, набережная, роща) дополняют его.

Смысловой подход к проектированию Ренцо Пьяно называет *rammendo* — то есть «штопкой». Он превращает мертвые зоны на карте города в общественные пространства, где возникает связь между людьми, стенами и природой. В случае с холмом и Рощей за Домом культуры, природа появляется

из ниоткуда: архитектор придумал не только новую жизнь станции и сводам, но и пейзаж вокруг них. Идеи простора и свободы стали лейтмотивом всего проекта.

Рассмотрим общее и особенное в композиции отдельных элементов ансамбля, композиционные связи элементов между собой. В здании ГЭС-2 высокие металлические трубы синего цвета забирают чистый воздух с высоты 70 метров и подают его в здание. Они являются композиционным ядром проекта. На исторических снимках трубы старой электростанции были кирпичными, но в войну их разобрали — они могли служить ориентиром для налетов. После войны трубы вернулись, но металлические. В процессе реконструкции их разобрали за неимением исторической ценности и ненадобностью. В настоящее время трубы тоже являются ориентиром — они бросаются в глаза почти из любой высокой точки в центре Москвы, что привлекает внимание к проекту (рис. 8). С семантической составляющей броский синий цвет труб символичен:



Рис. 8. Общий вид на ансамбль ГЭС-2.

Источник: <https://apex-project.ru/projects/ges-2>

с одной стороны, это цвет неба, который подчеркивает, что трубы — сама чистота и больше не загрязняют атмосферу Москвы. С другой — здесь есть самоцитата из образа Центра Помпиду с его знаменитыми цветными трубами на фасаде. Также высота труб и их яркий цвет символизирует современность, которая устремилась вверх.

Набережная представляет собой спуск к реке, на которой расположены места для отдыха (такого же синего цвета, что и трубы ГЭС-2). ГЭС-2 и набережную разделяет проезжая часть и тротуар, но композиционно это их не разделяет, т.к. этот спуск идет во всю ширину ГЭС. В центре спуска расположена скульптура Урса Фишера «Большая глина № 4» (рис. 9). Скульптура представляет собой 13-метровую алюминиевую копию положенных друг на друга кусков глины, которые когда-то «раз-

минал в руках автор». Изображения кусков глины увеличены по сравнению с оригиналом примерно в 50 раз. [1]

Как отмечалось ранее, сформированная площадь «Пьяцца» имеет прямую отсылку к итальянской площади. Смысловая роль площади заключается в том, что она является местом, где границы между улицей и внутренней средой стираются. Площадь просторна и открыта для всех, она свободна от любых ограничений. Выбор скульптуры Фишера в качестве первого, «пускового», арт-объекта «ГЭС-2» не был случайным: «... она олицетворяет то, что будет проходить в стенах »ГЭС-2«. Все-таки открывается не музей, а дом культуры. В нем будут всевозможные студии, куда будут приходить те же дети и лепить из пластилина и глины свои произведения искусства». [1]



Рис. 9. Набережная со скульптурой «Большая глина № 4»

Источник: <https://irecommend.ru/content/bolshaya-glina-4-cto-ty-takoe-dlya-kogo-shedevr-sovremennogo-iskusstva-dlya-kogo-simvolichn>

Своды являются самостоятельной единицей в ансамбле. Они соединены с ГЭС-2 подземным переходом. На двух уровнях четырнадцати «Сводов» расположились мастерские (каждая площадью 60 м²), оснащенные современными станками. Архитекторы раскрыли уличные фасады и добавили панорамное остекление парусным сводам первого этажа, благодаря которому посетители ГЭС-2 смогут наблюдать за работой художников (рис. 10).

На подземном этаже в цилиндрических сводах разместились фотолаборатория, звукозаписывающая студия и репетиционный зал. Семантика сводов поддерживает творческую экосистему российской столицы, предоставляя профессионалам, работающим в различных дисциплинах, доступ к самому современному оборудованию для реализации их проектов. Деятель-

ность «Сводов» задумана как параллельная художественной программе Дома культуры «ГЭС-2», но не связанная с ней напрямую. Задуманный как пространство для экспериментов, проект предоставляет художникам, дизайнерам и ремесленникам площадку для самовыражения.

Березовая роща композиционно решает вполне практические задачи — заслоняет соседние промышленные постройки и служит прикрытием для парковки.

Березы служат архитектурным элементом. Графичные стволы рифмуются с ажурными конструкциями Проспекта. Для создания рощи ландшафтными дизайнерам нужно было отыскать идеально ровные, одинакового размера 620 деревьев (рис. 11). Березовая роща оказалась пространством под открытым небом, где можно устраивать выставки скульптуры,



Рис. 10. Набережная со скульптурой «Большая глина № 4»
Источник: <https://prorus.ru/interviews/ges-2/>



Рис. 11. Вид на ГЭС-2, березовую рощу и своды.
Источник: <https://prorus.ru/interviews/ges-2/>

йога-классы, перформансы, детские занятия и лекции. Знаково саму идею рощи Ренцо обосновал так: «Я хочу вырастить в центре Москвы новый лес. У леса, как может показаться, нет особенно полезной функции — он просто дарит красоту, а красота иногда способна изменить мир». Вокруг строящегося храма искусств должны были быть только небо, березы и река. Здесь воссоздан хрестоматийный российский пейзаж. Берёзы здесь обыгрывают клише про русскую душу.

Выводы

Принцип формирования ансамбля — реконструкция исторической застройки с включением новых составляющих — мест притяжения. Ансамбль воспринимается как монологическая целостность. Ядро композиции — здание ГЭС-2. Оно воспринимается основным объемом и играет главную роль в этом ансамбле. Набережная как элемент ансамбля выполняет дополняющую функцию. Своды и березовая роща являются второстепенными объектами.

Основная идея архитекторов в ядре проекта — расширить масштаб деятельности и создать не просто выставочные залы, а «фабрику смыслов», соединив галереи, мастерские, библиотеку, концертный зал и арт-резиденцию.

Своды и березовая роща имеют прямую отсылку к историческому прошлому. Рощи и сводов не было в изначальной задумке проекта, однако воссоздание исторического облика придает объекту еще большую ценность. Таким образом, ансамбль сохраняет общую идею, которая отражается в каждом элементе комплекса. Это идея творчества, открытости, свободы, самовыражения и взаимодействия. В ансамбле читается смысловое

единство, он уже сформирован, но при этом в нем есть место для нового.

Заключение

Благодаря реконструкции ГЭС-2 превратилась в пространство, открытое для экспериментов и впечатлений, место для творчества и культуры, где взамен электрической энергии вырабатывается энергия созидания. Именно поэтому в интерьерах Дома культуры преобладает нейтральный фон разных оттенков светло-серого, готовый принять любые формы искусства и оживающий при участии публики и художников. Преемственность старой и новой функций передает фраза, поясняющая замысел проекта — «фабрика смыслов».

Некоторые вторичные значения сохраняются (отсылка к российскому прошлому: неорусский стиль, здание котельной, сходное с башней Кремля) и усиливаются в новом ансамбле знаками истории места (роща, восстановленные склады). Происходит обогащение новыми вторичными значениями (коннотациями): экологическая тема, приоритеты автора (метод шопки, итальянская тема — пьядца, отсылка к Центру Помпиду), современность.

На основе проведенного композиционно-семантического анализа выявлены основные смысловые слои, композиционные взаимосвязи. Ансамбль характеризует современный подход к проектированию общественных культурных пространств, включающий в себя комплекс композиционных и семантических составляющих. Понимание композиционного и смыслового содержания позволяет целостно воспринимать объект, его историческую и культурную значимость для города.

Литература:

1. «Дом культуры ГЭС-2», или провокационный феномен «Большой глины № 4». — Текст: электронный // Архитектурный стиль — LifeJournal: [Электронный ресурс]. — URL: <https://architectstyle.livejournal.com/752870.html> (дата обращения: 18.01.2023).
2. Андреев, Г. Л. Трамвайная электростанция (ГЭС-2): [арх. 26 сентября 2020] // Музей истории Мосэнерго. [Электронный ресурс] URL: https://web.archive.org/web/20180626052507/http://www.mosenergo-museum.ru/History_of_Mosenergo/Historical_Review/12148/ (дата обращения: 20.11.22)
3. Барабанов А. А. Семиотика пространства. Екатеринбург: Архитектон, 1999. 687 с.
4. Гашенко А. Е. Семантика целостности архитектурно-градостроительной морфологии городского центра // ПРАЕНМА. Проблемы визуальной семиотики. — 2016. — № 2 (8). — С. 82–96.
5. Иконников А. В. Архитектурный ансамбль. М.: Знание, 1979. 64 с. 3.
6. Официальный сайт Дома культуры «ГЭС-2» [Электронный ресурс] URL: <https://v-a-c.org/ges2> (дата обращения: 15.12.22)
7. Марина Анциперова. Дом культуры и культур: что такое ГЭС-2 и зачем туда идти. РБК (04.12.21) [Электронный ресурс] URL: <https://style.rbc.ru/impressions/61a9dc689a7947b981d12f58> (дата обращения: 19.12.22)
8. Айрат Багаутдинов. Храм тока и культуры. The Blueprint (07.12.21) [Электронный ресурс] URL: <https://theblueprint.ru/culture/art/ges-2-istoria> (дата обращения: 19.12.22)
9. Юшкевич Марина. ГЭС-2: лицом к городу. Проект Россия (03.12.2021) [Электронный ресурс] URL: <https://prorus.ru/inter-views/ges-2/> (дата обращения: 19.02.23)

Комплексная застройка территории в г. Красноярске

Калинкина Екатерина Ивановна, студент магистратуры
Красноярский государственный аграрный университет

В статье рассмотрены преимущества и отрицательные стороны комплексного развития территории в г. Красноярске на примере территории садоводства в Октябрьском районе в границах улиц Лесопарковой и Садовой.

Ключевые слова: застройка, развитие территории, земельный участок, изъятие.

Комплексное развитие территории представляет собой совокупность мероприятий, направленных на качественное улучшение определенной территории путем ее застройки новыми объектами с одновременным развитием и устройством необходимой и полезной инфраструктуры для создаваемых объектов. Она предполагает заключение договора о развитии территории с привлечённым инвестором или правообладателями участков, разработку проекта планировки и дальнейшую застройку в соответствии с этим проектом [1].

Комплексное развитие территорий — это два взаимосвязанных направления — это снос и реконструкция не отвечающих современным требованиям аварийных, ветхих, морально устаревших объектов капитального строительства, в том числе многоквартирных домов и объектов инфраструктуры и строительство новых объектов, в том числе объектов коммунальной, социальной, транспортной инфраструктуры, и благоустройство территории по единому проекту.

Г. Красноярск выступает как крупнейший промышленный и культурный центр Восточной Сибири.

Численность постоянного населения города Красноярска стремительно увеличивается, в связи с этим город набирает обороты в области строительства и развития территорий в связи с демографическим потенциалом, который является условием и основой развития современных городов.

На данный момент в городе проходят публичные слушания по проекту Правил застройки и землепользования (ПЗиЗ), постоянные изменения в данный документ несут как положительные, так и неоднозначные реакции местных жителей.

Одним из главных вопросов, касающийся внесения изменений в ПЗиЗ является перевод территорий в зону комплексного развития территорий (КРТ) [3].

Население Красноярска через 20 лет должно составить 1 млн 335 тыс. человек. Чтобы обеспечить такое количество людей квартирами, необходимо построить минимум 25 млн кв. м жилья. Появятся детские сады, школы, спортивные площадки. Все это возможно только в случае комплексного развития территорий.

Так, большое количество территории попадает под комплексное развитие, можно отметить такое пространство, как территория садоводства в Октябрьском районе в границах улиц Лесопарковой и Садовой.

В городе уже идет активная комплексная застройка, в связи с этим в данном районе планируется изъятие земельных участков, которые попадают в границы садоводства в Октябрьском районе по ул. Лесопарковой и ул. Садовой. Общая площадь застройки составит 7,2 га. Под снос попадают более 50 объектов недвижимости, находящихся в частной собственности.

На территории планируется построить 4 жилых дома, детсад на 190 мест, а также парковку и здания общественно-делового и коммерческого назначения. Стройка пройдет в два этапа: первый — с 2023 по 2026 год, второй — 2025 по 2028-й [2].

Первым этапом служит изъятие земельных участков у собственников.

В связи с данными мероприятиями собственники начали активно заниматься приведением документов недвижимости в соответствие, проводят процедуры по регистрации прав собственности, оформление (создание) объектов недвижимости на земельных участках для увеличения компенсаций.

За изымаемую недвижимость владельцам выплатят компенсацию, размер которой должна определить привлеченная администрацией оценочная компания.

Анализируя комплексное развитие территории, можно выделить плюсы, а именно: благоустроенная территория, общий стиль в архитектуре, объекты инфраструктуры «под боком», удобные детские площадки, новые дороги и коммуникации, местоположение объектов.

Главным преимуществом также является способность максимально снизить нагрузку на уже имеющуюся городскую инфраструктуру. Достоинством комплексного освоения территорий является возможность развить целый микрорайон в едином проекте.

Анализ использования земель и их функционального назначения в городе Красноярске выявил, что территория города используется крайне неэффективно, поэтому каждый район города должен быть комплексно застроен и иметь свою собственную инфраструктуру.

Но не стоит забывать о минусах. Можно выделить ряд недостатков застройки, такие как:

- лишение лиц частной собственности на имеющееся имущество в связи с изъятием земельных участков;
- вероятность изъятия путем обращения в суд;
- ухудшение транспортной инфраструктуры района, а именно увеличение численности населения в районе повлечет за собой загруженность дорог;
- плотность застройки;
- уничтожение зеленых зон.

Не смотря на все перечисленные минусы, в г. Красноярске уже идет активная застройка по всему городу, большое количество территории попадает под комплексное развитие, можно отметить такие пространства, как территория между Енисеем и Свердловской от Базаихи и до остановки «Лалетино», СНТ «Победа» (вдоль Свободного, между СФУ и Николаевским) кладбищем, территория от Мясокомбината до Плодо-

во-ягодной станции, небольшой участок в Покровке вблизи часовни и частный сектор вдоль Качи и Брянской, а также территория от четвертого моста до мкр. Пашенный и т.д.

Очевидно, что будущее за строительством крупных микрорайонов с развитой социальной и экологической инфраструктурой. Только при таком подходе к строительству город и горожане могут получить предсказуемый по своему качеству и характеристикам комфорта результат.

Литература:

1. Сарченко В.И. Методология разработки и реализации инновационных решений по комплексной жилой застройке территории генплана города со скрытым инвестиционным потенциалом: учебное пособие // Красноярск: ИСИ СФУ, 2014. — 235 с
2. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Красноярскому краю [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://krasstat.gks.ru/>
3. Бабенко с. В., Проблемы и перспективы реализации концепции комплексного освоения территорий в крупных городах России // Журнал правовых и экономических исследований. — 2013. — № 2. — С. 137–1407.

Анализ современного состояния жилого фонда 1950–1979 годов постройки и способы его модернизации

Лисицкая Юлиана Андреевна, студент магистратуры

Научный руководитель: Тилинин Юрий Иванович, кандидат технических наук, доцент
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Актуальность темы обусловлена тем, что ежегодно в нашей стране увеличивается объем ветхого и аварийного жилья, в связи с чем проблема принятия решения о продлении срока эксплуатации или сноса стоит достаточно остро. Одной из причин ухудшения технико-эксплуатационных характеристик является несвоевременный капитальный ремонт или его отсутствие, а также несовершенные методы мониторинга и оценки технических характеристик жилого здания. К тому же, с течением времени требования к объемно-планировочным решениям, тепловой эффективности, строительным материалам и инженерным сетям ужесточаются, и текущие характеристики зданий и отдельных конструктивных элементов не соответствуют нормативным.

Жилой фонд 1950–1979 годов постройки вызывает особый интерес в связи с принятием Федерального закона №494-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в целях обеспечения комплексного развития территорий» от 30 декабря 2020 года [1]. Согласно указанному закону, комплексное развитие территории жилой застройки планиру-

Исходя из всего вышеперечисленного, стоит отметить, что будущее развития города за строительством крупных микрорайонов с их социальной и экологической инфраструктурой. Комплексный подход к развитию территорий должен осуществляться с помощью поддержки муниципалитета города и только тогда, такое масштабное строительство новых микрорайонов с развитой инфраструктурой будет иметь большой успех, как для строителей, так и для жителей этого микрорайона.

ется в отношении застроенной территории, в границах которой расположены многоквартирные дома, признанные аварийными, или подлежат сносу или реконструкции в соответствии с критериями, установленными нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации.

По данным общественного проекта «Дом.МинЖКХ.РУ» в Санкт-Петербурге построено и эксплуатируется 19 247 жилых домов, которые размещают в себе 2 083 233 квартиры общей площадью 151 149 022 м² [2]. Статистические данные по рассматриваемым объектам капитального строительства приведены в таблице 1.

Таким образом, здания 1950–1979 годов постройки составляют 40,6% от общего количества жилых домов, 38,6% от общего числа квартир и 30,8% от общей площади этих квартир в Санкт-Петербурге.

Рекомендуемый срок службы объектов жилищно-гражданского строительства составляет не менее 50 лет с учетом проведения своевременного капитального ремонта [3]. Это значит, что принятие решения о капитальном ремонте, реконструкции

Таблица 1. Статистические данные

Год постройки	Кол-во домов	% от общего кол-ва домов	Кол-во квартир	% от общего кол-ва квартир	Суммарная площадь, м ²	% от общей площади
1970–1979	2 116	11,0	364 292	17,5	21 183 692	14,0
1960–1969	3 927	20,4	360 739	17,3	18 641 363	12,3
1950–1959	1 768	9,2	78 444	3,8	6 690 879	4,4

или сносе существенного объема жилого фонда необходимо принимать уже сейчас.

Существует несколько принципиальных методов модернизации застройки:

1. Полноценный капитальный ремонт, позволяющий продлить срок эксплуатации здания и привести состояние его составляющих частей к нормативному.

2. Реконструкция жилой застройки известными методами. Данный метод подразумевает изменение строительного объема путем надстройки, пристройки и обстройки существующих зданий с частичной или полной перепланировкой;

3. Снос здания с последующим переселением жильцов в новые. Ярким примером практического применения метода является программа реновации застроенных территорий в Москве [4].

При тщательном подходе проведение капитального ремонта позволяет устранить существующие дефекты и продлить срок службы по критерию физического износа. Учитывая единую систему типизации, большинство недостатков зданий рассматриваемого периода схожи, следовательно, аналогичны и пути их устранения. В таблице 2 приведены наиболее распространенные дефекты и возможные методы их устранения.

Несмотря на разнообразие строительных приемов и технологий, на принятие решения о проведении капитального ремонта влияет не только наличие дефектов, но и стоимость их устранения. Практика показывает, что продление срока эксплуатации здания целесообразно в том случае, если физический износ не превышает 60% [5].

Таким образом, при качественном обследовании технического состояния объекта капитального строительства и дальнейшем проведении технико-экономического анализа на предмет целесообразности проведения капитального ремонта можно существенно улучшить эксплуатационные характеристики здания, уменьшив его физический износ.

В настоящее время для большинства зданий рассматриваемого периода постройки моральной износ превышает физический, в связи с чем проведение капитального ремонта не сможет комплексно устранить все недостатки. Проблему устранения морального износа можно решить путем проведения реконструкции.

Зарубежная практика отдает предпочтение реконструкции при модернизации старого жилого фонда. В европейских странах особо распространены такие методы реконструкции как надстройка мансардным этажом и пристройка эркеров и лоджий совместно с частичной перепланировкой и уплотнением существующей жилой застройки, если это необходимо [6].

Таким образом, комплексная реконструкция устраняет дефекты несущих и ограждающих конструкций, повышает уровень энергоэффективности здания и улучшает архитектурную выразительность застройки в целом.

Несмотря на успешную реализацию проектов по модернизации существующей застройки за рубежом, сложившаяся в России градостроительная обстановка требует более решительных мер. В современных реалиях недостаточно изменить планировочную структуру объекта капитального строительства, поскольку в данном случае не будет обеспечен критерий экономической эффективности при существенных затратах на модернизацию. Исследования показывают, что лишь существенное увеличение объемов жилой застройки обуславливают целесообразность проведения реконструкции.

В связи с внедрением программы комплексного развития застроенных территорий актуальным становится поиск альтернативных сносу решений, позволяющих увеличить экономическую эффективность, а также сохранить и улучшить существующую жилую среду.

Учитывая вышеизложенное, наиболее эффективным является применение совокупности всех методов модернизации жилой застройки. Своевременное проведение капитального ремонта позволяет улучшить технико-эксплуатационные характеристики здания и продлить срок его службы, если будут обеспечены критерии технической и экономической эффективности. Также комплексное развитие территорий может быть обеспечено путем сноса наиболее ветхих зданий, когда его реконструкция становится нецелесообразной. А при существенном моральном износе актуальным становится принятие решения о его реконструкции, причем применяемые методы и технологии должны обеспечивать значительный прирост строительного объема, что обеспечит инвестиционную при-

Таблица 2. Дефекты зданий 1950–1979 годов постройки и способы их устранения

№ пп	Дефект	Решение
1	Несоответствие требованиям тепловой эффективности здания в целом, и, как следствие, повышение затрат на отопление	Теплоизоляция ограждающих конструкций, например, методом устройства вентилируемого фасада, и совершенствование контроля энергопотребления
2	Неудовлетворительное состояние сетей инженерно-технического обеспечения	Замена сетей инженерно-технического обеспечения на современное
3	Трещины на внутренних и внешних поверхностях здания, нарушение герметичности швов с выпадением раствора	Проведение комплекса ремонтно-восстановительных работ
4	Разрушение балконных плит и козырьков	Ремонт конструкций или их замена на аналогичные, если это целесообразно
5	Нарушение гидроизоляции фундаментов и кровли	Замена кровли без изменения конструктивной схемы и восстановление гидроизоляционного слоя фундамента

влекательность застройки и улучшит эстетические, планировочные и технические характеристики.

Таким образом, перспективным направлением в области строительства является разработка комплекса работ по модер-

низации жилой застройки, учитывающего текущее состояние жилого фонда и включающей производство реконструктивных работ и снос наиболее ветхих зданий, если это является целесообразным с учетом экономической эффективности.

Литература:

1. «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в целях обеспечения комплексного развития территорий» [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 30.12.2020 года N494-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»
2. Общественный проект «Дом.МинЖКХ.РУ». URL: <https://dom.mingkh.ru/> (дата обращения: 05.01.2024).
3. ГОСТ 27751–2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения» [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «Техэксперт»
4. А. А. Афанасьев, Е. П. Матвеев. Реконструкция жилых зданий. Часть I. Технологии восстановления эксплуатационной надежности жилых зданий [Электронный ресурс] / А. А. Афанасьев, Е. П. Матвеев — Москва: ОАО «ЦПП», 2008
5. Кловский, А. В. Оценка целесообразности выполнения ремонтно-восстановительных работ на объекте с учетом физического износа его строительных конструкций / А. В. Кловский, О. В. Мареева // Сборник статей по материалам конференции РГАУ — МСХА им. К. А. Тимирязева, Москва, 02–04 декабря 2020 года. — Выпуск 293. — Часть I. — Москва: РГАУ, 2021. — С. 170–173.
6. Фурсина Ю. В., Иванова С. О., Леонова А. Н. Опыт реконструкции зданий в странах Европы и сравнение с реновацией в России // Бюллетень науки и практики. 2019. № 5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-rekonstruktsii-zdaniy-v-stranah-evropy-i-sravnenie-s-renovatsiy-v-rossii> (дата обращения: 07.01.2024).

Влияние массы падающего груза на продавливание безбалочных перекрытий

Надольная Ксения Олеговна, студент магистратуры

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье автор анализирует существующие методики по расчёту железобетонного безбалочного перекрытия на динамическую нагрузку, связанную с падением груза.

Ключевые слова: железобетон, безбалочное перекрытие, динамические нагрузки, падение груза, продавливание.

В настоящее время является актуальным вопрос модернизации существующих производственных зданий и сооружений. Наряду с установкой нового оборудования требуется и «обновление» существующих объемно-планировочных решений. К таким «гибким» планировочным решениям относятся и устройство монолитного каркаса, образованного монолитными железобетонными колоннами и жестким диском монолитного перекрытия.

Данные тенденции предписывают уделить особое внимание расчету узла стыка колонны и безбалочного плоского перекрытия, т.е. расчету на продавливание, в том числе при динамическом воздействии.

Сложность расчета на продавливание при динамических воздействиях обусловлена не только сложностью процессов, возникающих в железобетонных конструкциях при продавливании, но и отсутствием в нормативных документах определенных расчетных методик, позволяющих определять величину несущей способности плиты под действием динамического нагружения как в российских, так и в зарубежных нормах.

Российскими учеными в настоящее время проводятся исследования продавливания безбалочных перекрытий, как правило

эти работы направлены на анализ существующих решений при статических нагружениях. Результаты натурных экспериментов представлены в работах А.З. Сорокурова [1], А.А. Коянкин [2], С.Ф. Клованич [3]. Анализ работы узла сопряжения при динамических нагрузках посвящено значительно меньшее количество трудов, в частности работы В.В. Крылова [4]. В.В. Крыловым были проведен натурный эксперимент по проверке несущей способности безбалочной плиты перекрытия на продавливание при динамических нагрузках. В результате экспериментов были получены опытные данные, характеризующие процессы, возникающие в бетоне и арматуре, выявлены схемы разрушения образцов при центральном нагружении колонны.

Несмотря на отсутствие рекомендаций по выбору метода расчета в действующих нормативных документах, определять напряженно-деформированное состояние конструкций при расчете узла сопряжения безбалочного перекрытия и колонны, согласно технической и научной литературе, предписывают квазистатическим методом [5]. В современных расчетных программных комплексах определить напряженно-деформированное состояние конструкций можно прямым динамическим расчетом, в том числе в программном комплексе «SCAD++».

Для определения возможности использования каждого из вышеуказанных методов был выполнен численный эксперимент.

В качестве опытного образца для вычислительного анализа была рассмотрена конечно-элементная модель фрагмента монолитного перекрытия безбалочного каркаса. Основные параметры модели:

- шаг сетки колонн 6х6 м;
- сечение колонн 400х400 мм;
- толщина перекрытия — 220 мм;
- бетон класса В25;
- арматура класса А500;
- плита имеет жесткое защемление по контуру.

Шаг триангуляции плиты перекрытия 0,2 м. В узлах сопряжения плиты с колонной размещены абсолютно жесткие тела (АЖТ) с базовым узлом в центре колонны. Размер АЖТ соответствует поперечному сечению колонны. Конечно-элементная модель опытного образца представлена на рисунке 1.

Расчет узла сопряжения колонны и безбалочного перекрытия выполнен в 2 этапа: 1 этап — определение напряженно-деформированного состояния конструкций одним из двух

раннее приведенных методов, 2 этап — проверка прочности узла согласно положениям п. 10.4.18 СП 88.13330.2022 [6].

В качестве динамической нагрузки принята ударная нагрузка от падения тела с высоты 1,0м. Масса тела — переменная характеристика, принято три различных значения:

1 Первое значение принято менее значения эквивалентной массы конструкции перекрытия (9,355т) и равным $m_1 = 0,5m = 5т$;

2 Второе значение принято менее значения эквивалентной массы конструкции перекрытия (9,355т) и равным $m_{21} = 0,25m = 2,5т$;

3 Третье значение принято более значения эквивалентной массы конструкции перекрытия (9,355т) и равным $m_2 = 2m = 20т$.

Поперечное армирование принято стержнями диаметром 12мм из стали А500 с шагом 60мм, стержни расположены равномерно вдоль контура расчетного поперечного сечения.

Результаты выполненных расчетов представлены в таблице 1.

По результатам расчетов, представленных в таблице 1, можно сделать вывод о том, что не сходимость результатов, полученных двумя различными методами, при различной массе

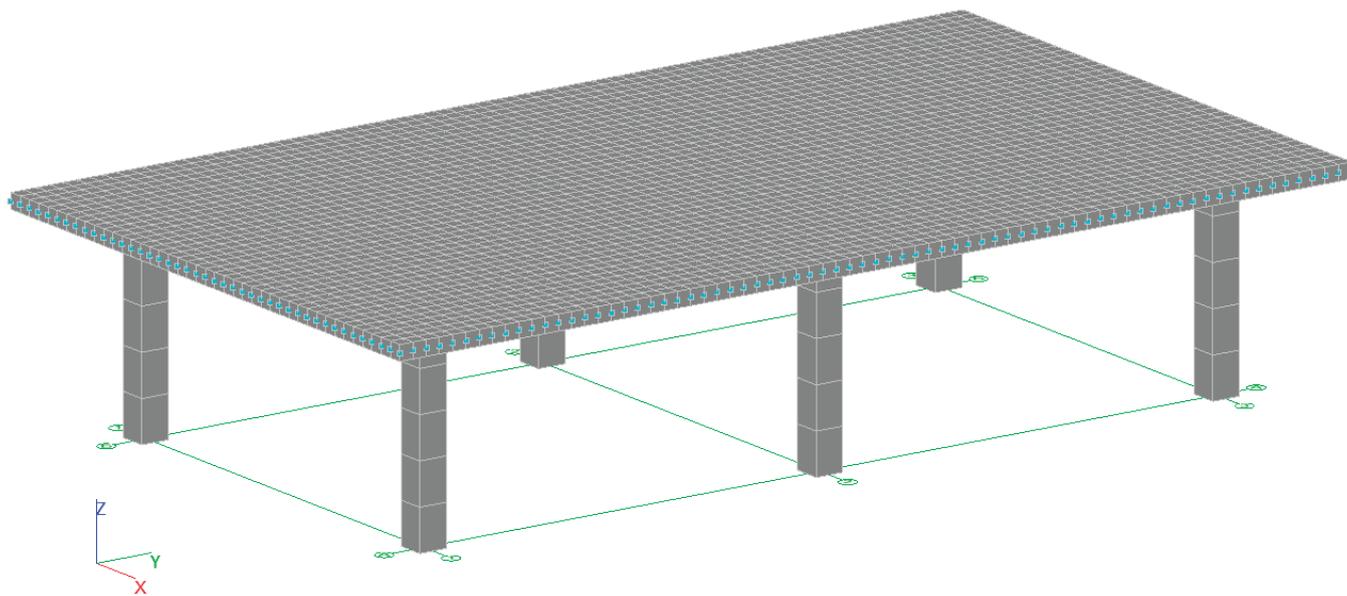


Рис. 1. Модель перекрытия в ПК «SCAD++»

Таблица 1. Сравнительная таблица результатов расчета плиты перекрытия при различной массе падающего груза

Параметр	Квазистатический метод			Динамический расчет		
	2,5т	5,0т	20,0т	2,5т	5,0т	20,0т
Максимальное перемещение плиты по Z, мм	21,76	22,73	80,57	12,63	23,62	68,89
Максимальное продольное усилие N в колоннах в верхнем сечении, т	55,35	57,57	189,07	28,71	53,71	156,62
Максимальный изгибающий момент M_y в расчетном контуре, т·м	-8,32	-8,64	-27,99	-4,22	-7,90	-23,04
Максимальный изгибающий момент M_x , т·м	-15,6	-16,26	-55,92	-8,66	-16,2	-47,23
Коэффициент использования сечения	0,573	0,597	1,959	0,298	0,557	1,623

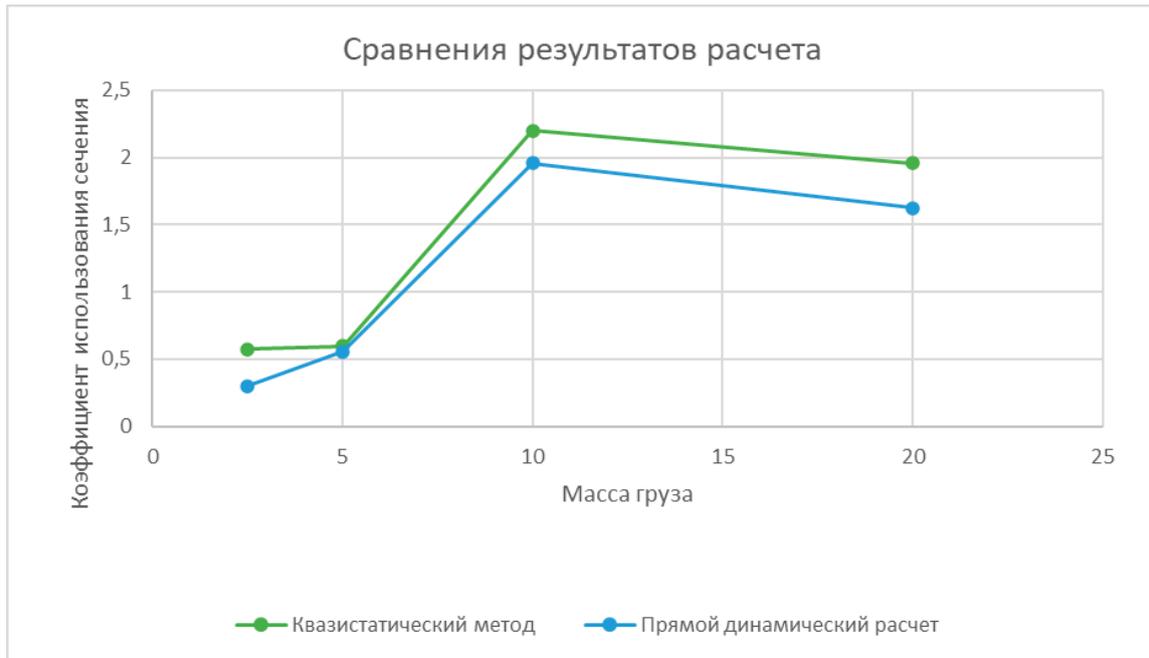


Рис. 2. Сводная диаграмма по результатам расчетов при переменной массе падающего груза

падающего груза при прочих равных условиях варьируется от 7% до 50%.

Сводная диаграмма зависимости коэффициента использования сечения перекрытия от массы падающего груза при различных методах расчета представлена на рисунке 2.

На основании анализа полученных результатов следует что график зависимости коэффициента использования сечения от массы падающего груза имеет скачкообразный характер. При этом при увеличении массы груза в 2 раза коэффициент

использования уменьшается на 11%, а при уменьшении массы в 2 раза коэффициент использования уменьшается на 72%. После увеличения массы груза до значений равных эквивалентной массе конструкции (9,355Т) коэффициент использования имеет малые изменения на определенном участке графика (от 10т до 20тТ). Сравнение результатов, полученных разными методами, показало, что наибольшая дифференциация значений достигает при массе груза равной 2,5т и составляет 48%.

Литература:

1. Сокуров, А.З. Продавливание плоских железобетонных плит, усиленных поперечной арматурой: автореферат дис... кандидата технических наук: 05.23.01 / Сокуров А. З.; Москва, 2015. — 22 с.
2. Коянкин А. А. Разработка и исследование капитальных узлов сопряжения колонн с перекрытиями в безригельных каркасах многоэтажных зданий/ Коянкин А. А.; СФУ — Красноярск — 2009 г.
3. Клованич С.Ф. Продавливание железобетонных плит. Натурный и численный эксперименты / Клованич С.Ф., Шеховцов В. И.; Одесса: ОНМУ, 2011. — 119 с.
4. Программа экспериментальных исследований несущей способности безбалочных плит на продавливание при динамическом нагружении. Конструкция опытных образцов/ Крылов В. В., Саркисов Д. Ю., Эргешов Э. Т., Евстафьева Е. Б. // Строительные материалы и изделия/ 2020. — Т. 3. — № 3.
5. Бирбраер А. Н. Экстремальные воздействия на сооружения / А.Н Бирбраер, А.Ю Роледер.; СПб.: Издательство Политехнического университета, 2009 г. — 594с.
6. СП 88.13330.2022 «СНиП II-01-77* Защитные сооружения гражданской обороны».

ГЕОЛОГИЯ

Инженерно-геологические изыскания на территории Капитоновского месторождения

Байгильдин Айсуак Илфатович, студент магистратуры
 Научный руководитель: Мустафин Сабир Кабирович, доктор геолого-минералогических наук, профессор
 Уфимский университет науки и технологий

В статье автор рассматривает характеристики и особенности инженерно-геологических условий Капитоновского месторождения.

Ключевые слова: геологические условия, инженерно-геологические изыскания, Капитоновское месторождение, рельеф.

Капитоновское месторождение находится на территории Оренбургской области в Новосергиевском и Переволоцком районах.

Рядом находится действующий промысел, разрабатывающий нефтяные залежи Сорочинско-Никольского, Родинского, Ольховского месторождений.

По природным условиям зона работ находится в южной части Сыртово-холмистого Урало-Самарского междуречья.

Рельеф имеет вид холмистой равнины, которая сильно расчленена овражно-балочной сетью и реками.

Речная сеть территории находится в бассейне р. Самара. Это спокойные равнинные реки с широкими долинами и извилистыми руслами.

Геологический разрез сложен глинами, суглинками, песками. Суглинки по большей части темно-коричневые, твердые, а глины коричневые, полутвердые. Это показывает на прочность и твер-

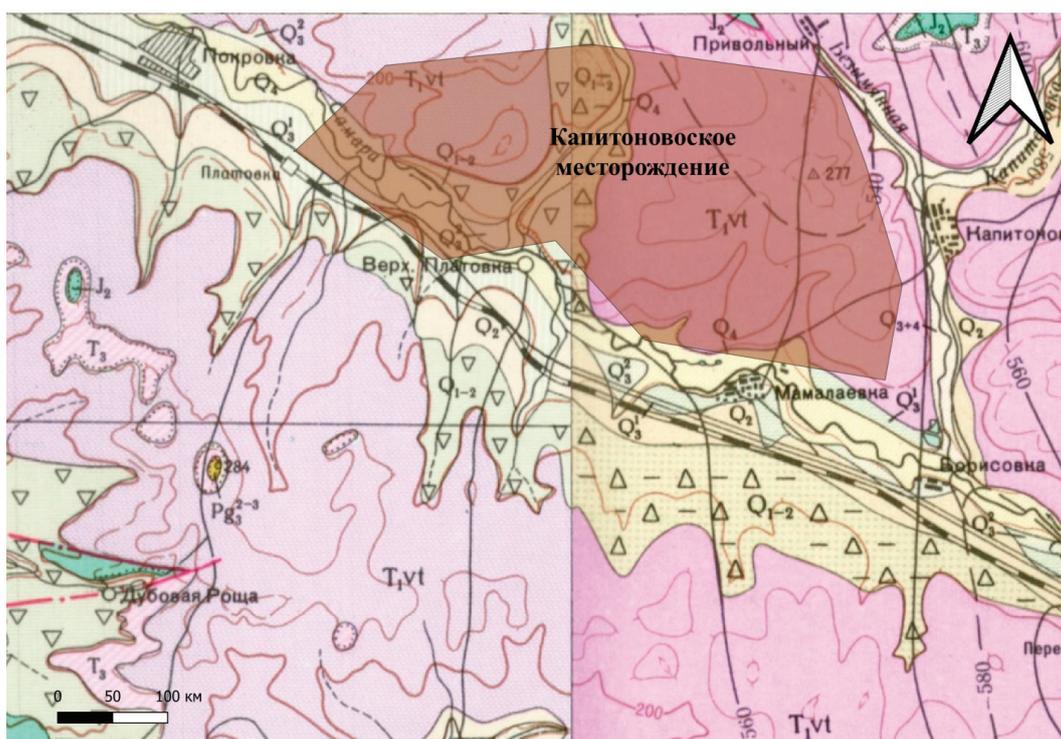


Рис. 1. Геологическая карта-схема района Капитоновского месторождения

дость, но они все равно могут деформироваться при высоком давлении. Песок обычно представлен мелким, маловлажным.

Для проектируемых объектов есть опасные инженерно-геологические процессы, например эрозионные процессы. К важнейшим природным факторам, которые влияют на развитие склоново-эрозионных процессов, относятся: климат, рельеф, почвы, растительность.

Посмотрев характеристики проектируемых сооружений и предполагаемые техногенные воздействия на них, можно сказать, что данным проектируемым объектам и на их условия эксплуатации ничего не влияет.

Данную территорию относят ко II категории сложности по совокупности геоморфологических, геологических и геокриологических условий.

Для получения данных о грунтах, на которых будут строиться проектируемые объекты, нужно произвести:

- получить данные о предыдущих инженерно-геологических изысканиях и анализировать их;
- рекогносцировочное обследование трассы;
- произвести геофизические исследования;
- сделать опробование грунта с помощью инженерно-геологического бурения;

Литература:

1. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000000 (новая серия). Лист М40, (41) — Оренбург. Объяснительная записка. СПб., ВСЕГЕИ, 2011.
2. Инженерная геология СССР. Русская платформа» (том первый). МГУ, 1977 г.
3. Справочник техника-геолога по инженерно-геологическим и гидрогеологическим работам. М., Недра, 1982, 283 с.

Определение литологического состава грунтов, присвоение точной категории закарстованности участка под застройку с использованием современных методов изысканий для определения экономической целесообразности освоения данной территории

Хакимов Галим Эркинович, студент магистратуры

Научный руководитель: Никонов Владимир Николаевич, кандидат геолого-минералогических наук, доцент
Уфимский университет науки и технологий

В данной статье описана комплексная методика обнаружения карстовых полостей и определения категории закарстованности с применением современных геофизических методов для определения экономической целесообразности освоения данной территории.

Ключевые слова: строительство, карстовая полость, бурение, геофизические методы, зондирование грунтов.

В последние 10 лет в Российской Федерации начался настоящий бум строительства многоэтажных и малоэтажных сооружений гражданского назначения. В связи с новыми моделями финансирования инвестиционных проектов и приведения законодательных актов с учетом современных требований. Открылся самый быстрорастущий в РФ рынок объектов гражданского и промышленного строительства. Что повлекло за собой новую проблему нехватка земельного фонда, т.к. инвестиционная фаза в строительстве в некоторых проектах дости-

- полевые и лабораторные исследования параметров грунтов;
- обработать результаты полевых исследований.

Выводы

Таким образом, благодаря инженерно-геологическим изысканиям выполняются такие задачи:

- предоставляется информация о несущей способности грунтов на участке изысканий, необходимых для выбора проектных решений;
- изучается геолого-литологического разреза исследуемого участка изысканий;
- определяется физико-механические и коррозионные свойства грунтов в пределах активной зоны (сферы взаимодействия сооружения с геологической средой);
- определяется гидрогеологические условия участка работ, прогнозируемого уровня и горизонта подземных вод;
- выявляются специфические грунты (органические, техногенные, пучинистые, просадочные и др.);
- выделяются опасные инженерно-геологические процессы (заболоченность, подтопления, морозные пучения грунтов и др.).

гает 15 лет и более лет и влечет за собой приобретение больших земельных участков от 5 га до 75 га в пределах городского округа г. Уфа и Уфимского района. Перед инвестором (заказчиком) встают следующие вопросы отдаленность от ресурсно-сырьевой инфраструктуры, наличие или строительство объектов социальной направленности, затраты на возведение в том числе логистика, а это строительство дорог до места освоения строительных материалов, но это все прогнозируемо и коррекционным расчетом на инфляционные риски, а самое основное,

что, к сожалению, не все инвестора обращают внимание на инженерно-геологические и гидрогеологические процессы происходящие в толще грунтового основания.

То есть масштабные инженерные изыскания от 5 га и выше позволяют инвестору на стадии переговорного процесса определить не видимые глазу процессы, которые могут существенно повлиять на финансовую модель в будущем. Это определения выбора технологии укрепления фундаментного основания и важный фактор, который влияет на качество несущей способности грунтов, слагающих естественное основания выбираемого участка, как товара. Это возможность полного или частичного освоения данной территории из-за отсутствия или наличия полостей карство-суффизийных понижений и карстовых полостей на предполагаемой к освоению территории, т.к. наличие или отсутствие карста прямо пропорционально стоимости приобретаемого участка земли. То есть наличие карста во всех своих проявлениях и в зависимости от категории, напрямую влияет на использование земли в ее границах, согласно утвержденного Проекта планировки и Проекта межевания территории. Из этого следует работа, что при выявлении полостей и нанесение данных в проектную документацию, что в последующем может изменить количество продаваемых площадей.

В связи с этим инвестор с согласия собственника земли производит изыскания на территории для подтверждения проектных решений на данной территории, что при заключении договора купли-продажи существенно влияет на стоимость земельного участка.

В данной работе рассмотрим влияние инженерно-геологических условий и геологических процессов на стоимость участка изысканий (оценка привлекательности для инвестиций) на примере объекта «ЖК ВИШНЯ Малоэтажные жилые дома в пос. Цветы Башкирии в Кировском районе городского округа город Уфа» и методический опыт их изучения.

В геоморфологическом отношении участок приурочен к левобережной высокой пойме долины реки Белая, осложнённой долиной реки Дема. Рельеф участка относительно ровный, с плавным общим уклоном в северо-западном направлении. Абсолютные отметки дневной поверхности участка изысканий изменяются в пределах 88.00–90.00м БС.

В юго-восточной части участка изысканий были выявлены две карстовые воронки округлой и овальной формы в плане и чашеобразной — в разрезе. Размеры наземных карстовых форм достигают 30.0–40.0м в диаметре, глубиной 3.3–4.7м. На период рекогносцировочного обследования местности воронки были заполнены водой глубиной 0.8–1.2м. Борты и днище воронок задернованы, поросли кустарниковой растительностью и деревьями (ива, дуб). Площади вокруг карстовых воронок слабо заболочена. Карстовые воронки расположены в линию юго-восточного — северо-западного направления. Эта цепочка поверхностных карстовых форм прослеживается в юго-восточном направлении за пределами участка изысканий. С южной стороны к участку изысканий, за автодорогой, примыкают два озера округлой формы диаметром 25.0–30.0м и глубиной до 2.0м. Озера имеют карство-суффизийное происхождение. К востоку от участка изысканий, на территории

торгового центра «ИКЕА» имелись ряд воронок округлой и овальной формы в плане диаметром 1.5–60.0м и блюдце — чаше- и конусообразной формы в разрезе, глубиной 0.3–3.5м, карство-суффизийного происхождения. В настоящее время они сnivelированы в результате строительного освоения данной территории.

Участок изысканий свободен от застройки. Существующие здания и сооружения, расположенные на территории совхоза и построенные в прошлом веке, находятся в удовлетворительном состоянии, без трещин и других видов деформации.

Предварительно были проведены сбор и обработка материалов изысканий прошлых лет (архивы организаций «Роспроектизыскания» и ГлавУАиГ).

Рекогносцировочное обследование выполнялось с целью осмотра места изысканий, визуальной оценки рельефа, описания имеющихся обнажений, для выявления поверхностных форм проявлений опасных физико-геологических процессов и оценки возможной активизации этих процессов, осмотра существующих зданий и сооружений, расположенных на территории поселка и вблизи участка будущего строительства, на предмет их возможной деформации. Протяженность участка рекогносцировочного обследования составила 1 км.

В рамках рекогносцировочных наблюдений на данной территории выявлены закарстованные участки, после чего проведены наземные геофизические работы, в контуре площадок проектируемых жилых домов пробурены скважины, произведен отбор керна и осуществлены опыты по испытанию грунтов в лабораторных условиях и в натуре с целью районирования территории и оценки инвестиционных вложений при выборе типа фундаментов.

Наземные геофизические работы включали следующие виды. Вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ) выполнено по стандартной технологии четырехэлектродных зондирований симметричной установкой АМNB с максимальным разносом питающей линии АВ=200м по 26 профилям общей длиной 8650 м шагом 50м, расстояние между профилями 50м. Профили ВЭЗ были отработаны по площади участка изысканий, не имеющей естественных и искусственных препятствий для производства электроразведочных работ. При выполнении полевых работ была выполнена топогеодезическая привязка геологических выработок, геофизических точек исследования и точек статического зондирования грунтов.

Значения длин питающей линии АВ/2 изменялись в следующем порядке: 2.0м, 3.2м, 5.0м, 7.9м, 12.5м, 20м, 25м, 32м, 40м, 50м, 62м, 79м, 100м, 125м, 165м, 200м. Приемная линия MN имела три фиксированных положения: М1N1=0.25м, М2N2=2.5м, М3N3=25м. Переход с одной приемной линии на другую («ворота») выполнены на разносах 12.5–20м и 62–70м. В процессе работы расстояние между питающими электродами и приемными линиями постепенно увеличивается, тем самым увеличивается и глубина исследования.

На каждом разносе измерялись значения тока в АВ и напряжения в линии MN, по которым вычислялось ρ_k . Кажущееся электрическое сопротивление характеризует интегральное значение удельное электрическое сопротивление горных пород в области исследования. Область исследования располага-

ется под центром установки и простирается от поверхности до глубин, примерно равным $1/3$ длины установки — $AB/2$. Глубина исследования составила до 70 м. Общее число геофизических точек наблюдения ВЭЗ составило 203.

Зондирование геологической среды осуществлялось электромагнитным полем с частотой $f \approx 4.88$ Гц, с числом накоплений 2. При числе накоплений 2 в одном цикле измерений производится 4 периода пропускания тока. При двух периодах пропускания тока (отличающихся друг от друга изменением фазы тока на 180°) измеряются напряжения на выходе приемной линии, а при двух других, точно таких же периодах пропускания тока измеряется сила тока в питающей линии. При обработке каждая пара отсчетов усредняется, а затем осредненные результаты измерения напряжения делятся на осредненные результаты измерения тока. Обработка данных ВЭЗ проводилась в программном пакете «Зонд» (рабочее название ELWin), предназначенном для обработки и интерпретации результатов наземных и подземных электроразведочных наблюдений (свидетельство об официальной регистрации программы в Реестре программ для ЭВМ № 2005610058).

Дополнительно для уточнения качественного представления о геоэлектрическом разрезе было выполнено электропрофилирование (ЭП) аппаратурой «Электротест-ЕИС-мк» с использованием симметричной установки Шлюмберже при разносе питающих электродов AB 20м и 40м по 10 профилям общей длиной 5010м шагом наблюдений 10м, общее число геофизических точек наблюдения ЭП составило 618.

Буровые работы. Всего пробурено 23 скважины, из них: 4 картировочные скважины на карст глубиной 39.0–79.0м, 9 тех-

нических скважин глубиной 15.0–23.0 м в соответствии с глубиной залегания гипсов кунгурского яруса и 10 детализирующих скважин глубиной 15.0–23.0м. В процессе бурения скважин велись порейсовые и послойные описания грунтов и гидрологические наблюдения в скважинах. Из технических скважин отобраны монолиты из глинистых грунтов, образцы гравелистых грунтов, образцы на коррозию к черным и цветным металлам и к бетону, пробы подземной воды на стандартный химический анализ с определением углекислой агрессивности и гипсовой ёмкости.

По результатам инженерно-геологических изысканий выполнено районирование территории, проведена интерпретация экзогенных процессов карстовых полостей и определены категории устойчивости территории и составлена карта закарстованности (рис. 2).

Территория участка соединяется с горизонтов высокой воды, поэтому необходима искусственная земляная дамба, высотой до 2.0–2.6м. По словам местного населения территория поселка не затоплялась речными водами в половодье даже при высоких подъёмах воды в реке в 1979, 1991 и 2001 годах. Проектной организацией в обязательном порядке, должны быть приняты меры для заложения 1% возможного подтопления данной территории, что накладывает на инвестора дополнительные обязательства по возведению дамбы, что приведет к дополнительной нагрузке на финансовую модель проекта.

Данные комплексные изыскания перед покупкой земельного участка формируют предварительную картину пригодности освоения данной территории, минимизируют риски про-

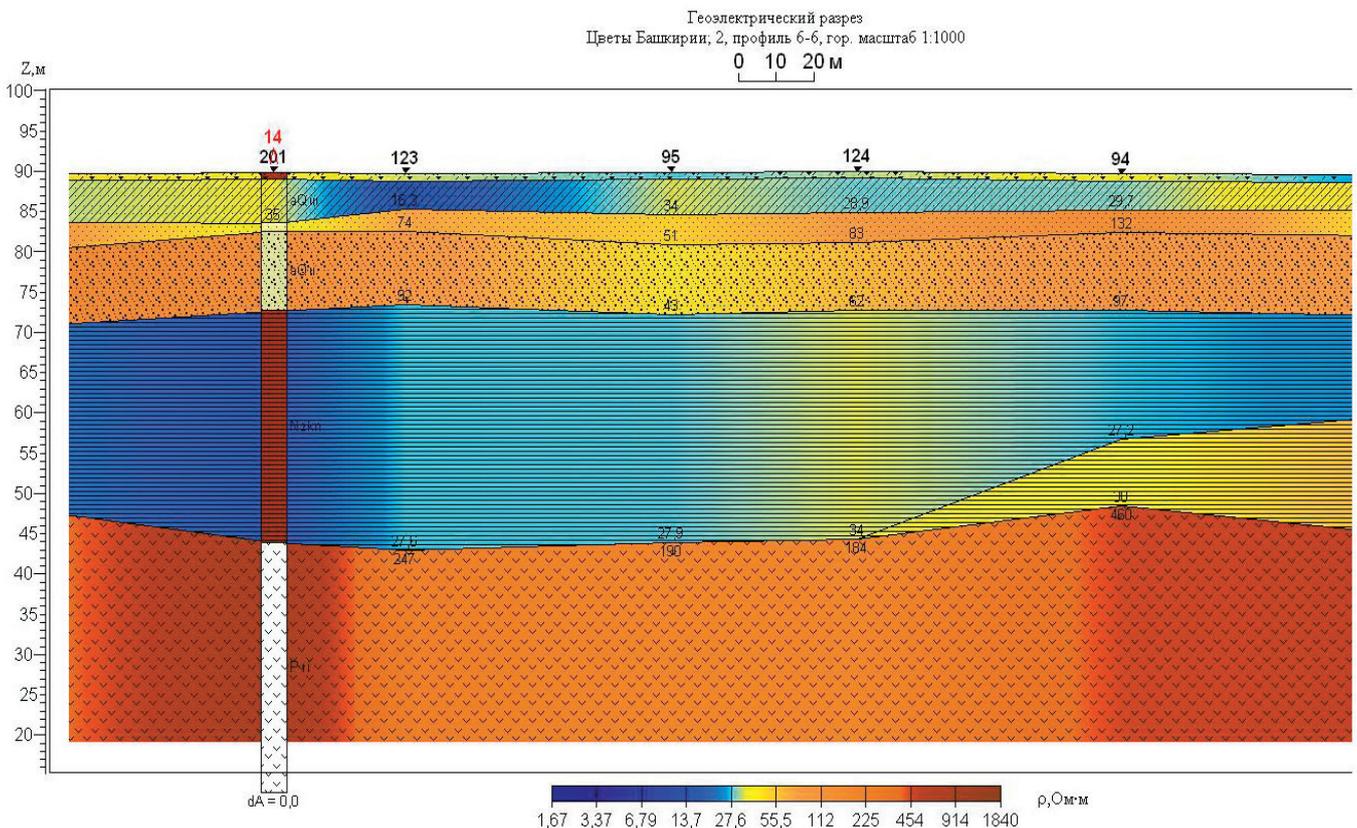


Рис. 1. Геоэлектрическая модель среды. Профиль VII–VII

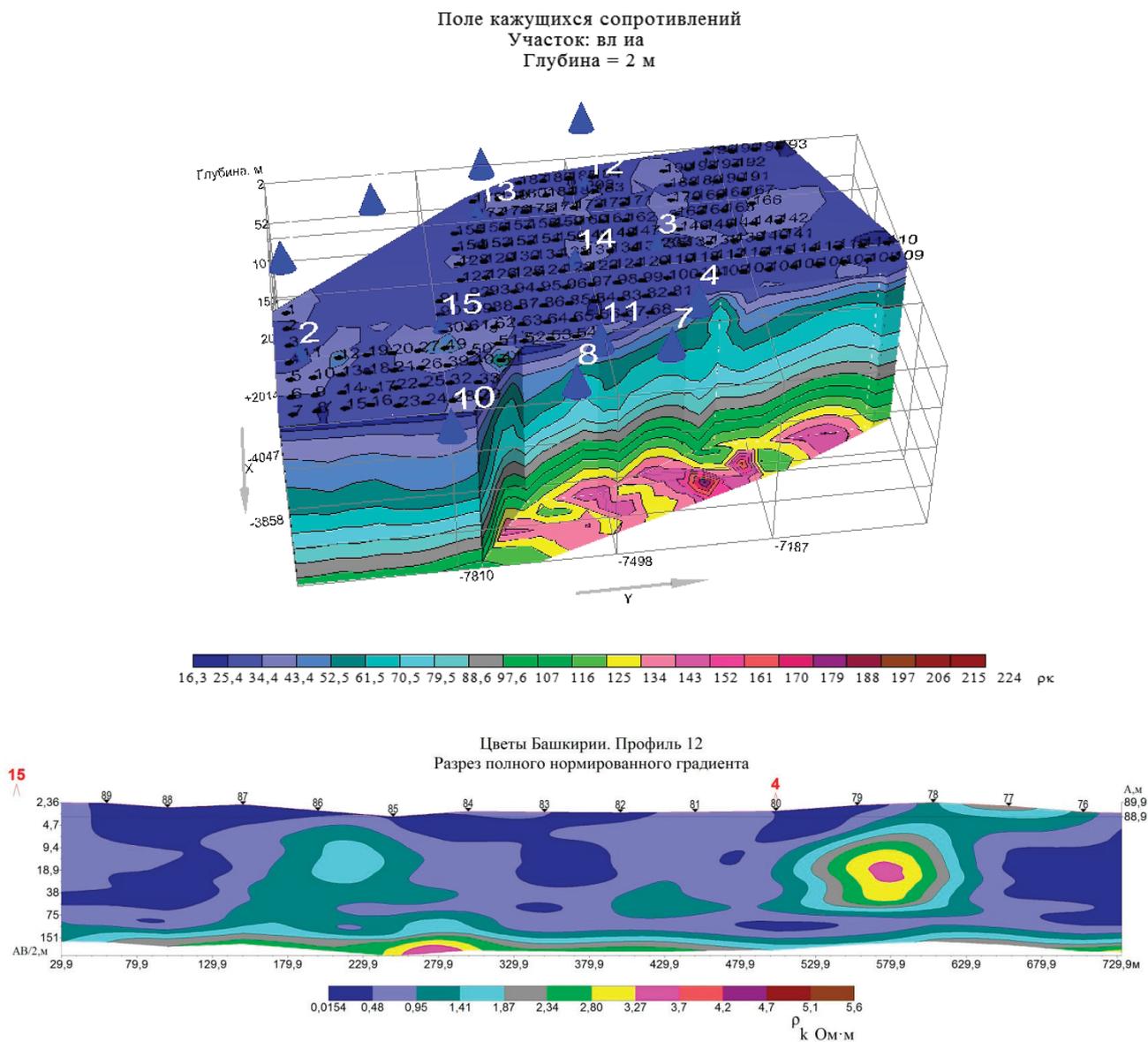


Рис. 2. Фрагмент результатов качественной интерпретации при решении задач выделения зон карстообразования:
а) объемное отображение поля кажущихся сопротивлений по профилю VII — VII; б) разрез полного нормированного градиента по профилю VII — VII

счета в выходе по количеству продаваемых квадратных метров, возводимых инвестором, помогают определить концепцию применения технологий для укрепления грунтов.

Результаты проведенных исследований позволят Инвестору иметь дополнительные доводы по снижению стоимости покупаемого земельного участка в размере 500 млн рублей.

Литература:

1. Гайнатуллин Р.З., Федоров В.Г., Гурьева Т.Ф. Торговый центр «ИКЕА», расположенный по адресу: г. Уфа, Кировский район. Отчет о проведении инженерных изысканий. Заказ № 21119, архив ЗАО «ЗапУралГИСИЗ», Уфа, 2003
2. Гайнатуллин Р.З., Федоров В.Г., Филиппова Л.Н. Технический отчет о проведении инженерных (инженерно-геологических и инженерно-экологических) изысканий на участке проектирования торгового центра «ИКЕА» расположенного в Кировском районе г. Уфы. Заказ № 21212, архив ЗАО «ЗапУралГИСИЗ», Уфа, 2004
3. Каюмов Р.Г., Гришин П.В. ПДП южной части пос. Цветы Башкирии. Том II. Отчет об инженерно-геологических изысканиях. Заказ № 322, архив ООО «Архстройизыскания», Уфа, 1993
4. Козлова Н.Р., Федоров В.Г. Застройка микрорайона у оз.Линевое в Кировском районе г. Уфы. Отчет об инженерно-геологических изысканиях. Заказ № 1353, архив «Архстройизыскания», Уфа, 2004

5. Козлова Н. Р., Федоров В. Г. Многофункциональный торговый центр ООО «МЭТРО КЭШ ЭНД КЕРРИ» в Кировском районе г. Уфы. Отчет об инженерно-геологических изысканиях. Заказ № 1431, архив ООО «Архстройизыскания», Уфа, 2005
6. Михайлин В. Н., Горбанина Г. В. Предпроектная проработка застройки микрорайона «Цветы Башкортостана». Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям. Заказ № РПИ 400–2014, архив ООО «Роспроектизыскания». Уфа, 2014
7. Парменов Ю. В., Федоров В. Г. II очередь строительства жилого массива пос. Цветы Башкирии Кировского района г. Уфы. Том II. Отчет об инженерно-геологических изысканиях. Заказ № 1066, архив «Архстройизыскания», Уфа, 2001

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Проблемы в управлении землями сельскохозяйственного назначения

Балаева Анастасия Александровна, студент
Тверской государственный технический университет

Главным источником жизнеобеспечения и процветания любого государства являются принадлежащие ему земельные ресурсы. Согласно статьям 9, 36 Конституции РФ «земля и другие природные ресурсы используются и охраняются в Российской Федерации как основа жизни и деятельности народов, проживающих на соответствующей территории». Земли сельскохозяйственного назначения занимают самое значимое место в составе земельного фонда Российской Федерации и подлежат особой охране. К ним отнесены ценные земли, обладающие плодородным слоем — почвой, необходимым для производства сельскохозяйственной продукции.

Ключевые слова: земли сельскохозяйственного назначения, управление, проблемы, землеустройство, проблемы, неиспользование.

Problems in management of agricultural lands

The main source of livelihood and prosperity of any state is its land resources. According to articles 9, 36 of the Constitution of the Russian Federation, «land and other natural resources are used and protected in the Russian Federation as the basis for the life and activities of peoples living in the relevant territory». Agricultural lands occupy the most significant place in the composition of the land fund of the Russian Federation and are subject to special protection. These include valuable lands with a fertile layer — the soil necessary for the production of agricultural products.

В соответствии со ст. 77 Земельного кодекса Российской Федерации (далее — ЗК РФ) землями сельскохозяйственного назначения признаются земли, находящиеся за границами населенных пунктов и предоставленные для нужд сельского хозяйства, а также предназначенные для этих целей. Управление землями данной категории — важный и многогранный вопрос нынешнего состояния и развития отрасли аграрного производства, объединяющий интересы непосредственных землепользователей, муниципалитетов и государства в целом, а также всех потребителей сельскохозяйственной продукции. Система управления землями сельскохозяйственного назначения предполагает необходимость регулярной актуализации и совершенствования на основании учета изменений социально-экономических условий и характера ведения деятельности по использованию земли.

Использование и оборот земельных участков (земельных долей) из земель сельскохозяйственного назначения регулируется законодательством. Нужно отметить, что ни одна из проводимых ранее земельных реформ в России не была полностью осуществлена и серьезных изменений не последовало. Вследствие чего, в аграрном секторе накопились существенные проблемы, которые имеют давнюю историю, и для того чтобы их решить, нужна продуманная стратегия.

Проблем в управлении землями сельскохозяйственного назначения не мало. Это: отсутствие единой функционирующей си-

стемы управления земельными ресурсами; несовершенство законодательства; отсутствие единой системы информации о землях; неконтролируемый должным образом оборот земельных участков сельскохозяйственного назначения; отсутствие финансирования для проведения землеустроительных работ

Но хотелось бы выделить, на мой взгляд, основную проблему в управлении землями сельскохозяйственного назначения:

— неиспользование или использование не по назначению огромное количество земель сельскохозяйственного назначения.

Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору и ее территориальные органы (далее Россельхознадзор) осуществляют государственный земельный надзор в отношении земель сельскохозяйственного назначения, оборот которых регулируется Федеральным законом от 24.07.2012 г. № 101-ФЗ «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения» (далее — Закон № 101-ФЗ).

Собственники и арендаторы земельных участков должны использовать землю в соответствии с установленным для нее целевым назначением. Основным нарушением, выявляемым Россельхознадзором из года в год, является зарастание участков сорной, древесной и кустарниковой растительностью и неиспользованием их для ведения сельского хозяйства или иной, связанной с сельскохозяйственным производством деятельности.

С 17 марта 2023 года Россельхознадзор начал проводить внеплановые выездные проверки по согласованию с органами прокуратуры в случае выявления индикаторов риска, одним из которых является зарастание земель сорной, древесно-кустарниковой растительностью. По результатам проверки инспектора Россельхознадзора теперь обязаны выдавать предписание с указанием разумных сроков устранения нарушений (например, провести рекультивацию почвы), а также возбудить дело об административном правонарушении. В 2023 году таких земель было выявлено — 2,4 млн га.

Всего за 2023 год территориальными управлениями Россельхознадзора было обследовано 8,9 млн га земель, нарушения обязательных требований земельного законодательства выявлены на общей площади 2,5 млн га.

С декабря 2022 года вступили в силу изменения в части изъятия земельного участка из земель сельскохозяйственного назначения, который не используется по целевому назначению или используется с нарушением законодательства Российской Федерации. В соответствии с этими изменениями в 2023 году Россельхознадзором выявлено 1 707 земельных участков общей площадью 114,2 тыс. га, которые могут быть изъяты у собственников земельных участков в судебном порядке. Также службой ведется систематическая работа с учетом положений моратория и Закона по подготовке и направлению в уполномоченные органы исполнительной власти субъекта России материалов по земельным участкам, которые подлежат изъятию. В настоящее время инициированы процессы по изъятию через суд по 116 земельным участкам площадью 19,9 тыс. га.

Еще очень важно отметить, что правильно нужно использовать не только земельные участки, но и здания, размещенные на них. Например, на участке земли сельхозназначения, расположено здание, часть которого собственник сдает в аренду. В этом случае тоже будет нарушение. Верховный суд отметил, что передача в аренду части помещений здания на участке приведет к тому, что земля будет использоваться не в соответствии с видом разрешенного использования (определение Верховного суда от 21.10.2019г № 308-ЭС19-10562). Нарушением также будет являться замена одного вида сельскохозяйственной деятельности на другой. Например, если вид разрешенного использования — садоводство, то содержание крупного рогатого скота на этом земельном участке запрещено (постановление Верховного суда от 23.06.2020г № 24-АД20-3).

Еще частым нарушением на землях сельхозназначения являются несанкционированные свалки. Обнаруженные за 2023 год несанкционированные карьеры по добыче общераспространенных полезных ископаемых занимают 1 451 га. Землепользователями устранены нарушения на площади 398,6 тыс. га, из которых 320,7 тыс. га вовлечено в сельскохозяйственный оборот.

Литература:

1. Земельный кодекс РФ от 25.10.2001 г. № 136-ФЗ (ред. от 29.12.2014 г.) (Глава XIV «Земли сельскохозяйственного назначения», ст.ст. 77–82);
2. Федеральный закон 24.07.2002 г. № 101-ФЗ «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения» от (ред. от 29.12.2013 г.);
3. Федеральный закон от 21.12.2004 г. № 172-ФЗ «О переводе земель или земельных участков из одной категории в другую» (ред. От 07.06.2013);

Нарушителями земельного законодательства являются не только граждане и юридические лица, но и органы местного самоуправления. При этом в соответствии с Земельным кодексом России органы местного самоуправления могут осуществлять муниципальный земельный контроль, но уровень осуществляемых мероприятий в рамках муниципального земельного контроля остается на крайне низком уровне. В рамках реализации постановления Правительства России от 21.09.2020 № 1509 в территориальные управления Россельхознадзора поступило более 2 тыс. заявлений об использовании земельного участка в целях использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, расположенных на землях сельскохозяйственного назначения на площади более 240 тыс. га от правообладателей земельных участков в 63 субъектах Российской Федерации. В отношении 660 земельных участков на площади более 54 тыс. га были приняты положительные решения.

Следует отметить, что в результате нерационального использования земель сельскохозяйственного назначения муниципалитеты недополучают доходы, что влияет на качество жизни работников села. Таким образом, с одной стороны большая часть земель сельскохозяйственного назначения не используется, а с другой — в местах проживания сельского населения с благоприятными условиями для ведения сельскохозяйственного производства из-за дефицита земельных ресурсов малый и средний агробизнес не имеет возможности в полной мере заниматься сельхозпроизводством.

В государственных целевых программах развития сельского хозяйства и сельских территорий различного уровня проблеме развития сельскохозяйственного землепользования уделяется недостаточно внимания. Отсутствие целевого финансирования, предусмотренного соответствующими программными документами, также не способствует положительной динамике использования земель сельскохозяйственного назначения в стране, отдельных регионах, муниципальных образованиях. Для решения данных проблем необходимо совершенствование системы управления земельными ресурсами на федеральном, региональном и муниципальном уровнях, а также правоприменительной практики. Необходимо также повысить эффективность государственного управления земельными ресурсами, используемыми в сельскохозяйственном производстве, усилить гарантии целевого использования сельскохозяйственных земель и меры их правовой охраны.

В заключение необходимо еще раз подчеркнуть, что действующее земельное законодательство, главная задача которого заключается в закреплении и динамичном развитии установленных отношений, повышении эффективности использования и охраны земель, этих задач пока не выполняет.

4. Хусяйнова с. Г., Кагамлык М.Ю. Типичные нарушения законов в области оборота сельскохозяйственных земель. 2017;(11(997)):29–31;
5. Федеральный закон от 29.12.2010 № 435-ФЗ (ред. от 03.07.2016) «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования оборота земель сельскохозяйственного назначения» // СЗ РФ. 2011. № 1. ст. 47;
6. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель за 2023г / Росреестр. — М., 2023;
7. Романов В. И. О правовом регулировании оборота земель сельскохозяйственного назначения // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. — 2003. — № 6 — С. 53.;
8. <https://www.gosuslugi.ru/624502>
9. Елисеева И. А. Земли сельскохозяйственного назначения: проблемы эффективного гражданско-правового режима / И. А. Елисеева // Теория и практика общественного развития. — 2014. — № 15. — С. 140–145.
10. Определение Верховного суда от 21.10.2019г № 308-ЭС19-10562
11. Постановление Верховного суда от 23.06.2020г № 24-АД20-3.

Молодой ученый

Международный научный журнал
№ 3 (502) / 2024

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». 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

Номер подписан в печать 31.01.2024. Дата выхода в свет: 07.02.2024.

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.