

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



46 2019
ЧАСТЬ I

16+

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 46 (284) / 2019

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук
Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук
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
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
Жураев Хусниддин Олтинбоевич, кандидат педагогических наук (Узбекистан)
Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения
Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук (Казахстан)
Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)
Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)
Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук
Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук
Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук
Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
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
Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук
Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук
Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук
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)
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)
Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)
Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)
Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)
Кадыров Кутлуг-Бек Бекмуратович, кандидат педагогических наук, декан (Узбекистан)
Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)
Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Кыят Эмине Лейла, доктор экономических наук (Турция)
Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)
Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)
Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)
Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)
Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
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 *Дональд Эрвин Кнут* (1938), американский ученый в области информатики.

Дональд Кнут родился в Милуоки (штат Висконсин). Его отец преподавал бухгалтерский учет, а также занимался печатным делом на дому как любитель (этим можно объяснить последующий интерес Дональда к типографике и такие разработки, как TeX). С юных лет в нем наблюдалась склонность к математике, физике и музыке — он серьезно обучался игре на пианино и сам написал несколько произведений.

Во время учебы в Кэйсовском технологическом институте Кнут впервые столкнулся с компьютером. Тогда к нему в руки попала новая машина IBM 650. Кнут так загорелся, что даже посвятил информатике свой будущий труд «Искусство программирования», созданный в память о многих приятных вечерах. Используя компьютер для оценки игры баскетбольной команды, менеджером которой он являлся, Дональд разработал сложную формулу для ранжирования игроков, рассчитывая вклад в игру каждого не только по количеству очков, которые он принес команде. Через некоторое время обнаружилось, что созданная им программа стимулировала игроков работать с большей отдачей. Когда Кэйсовский институт выиграл чемпионат лиги, магическая формула Кнута неожиданно была опубликована в *Walter Cronkite's Sunday* и в *Newsweek*.

В 1960 году Кнут получил звание бакалавра по математике, причем студенты даже проголосовали за присуждение ему степени доктора. Летом того же года в Пасадене Кнут занялся системным программированием. Результатом этого его увлечения стало создание компилятора для ALGOL. За работу он получил 5,5 тысяч долларов. Осенью 1960 года двадцатидвухлетний Дональд поступил в Калифорнийский технологический институт, где все-таки получил докторскую степень по математике и стал ассистентом профессора.

В январе 1962 года издательство Addison-Wesley предложило Кнуту написать книгу по компиляторам. Он принял это предложение.

Книга «Искусство программирования» (*The Art of Computer Programming*) стала фундаментальной монографией, посвященной рассмотрению и анализу важнейших алгоритмов, используемых в информатике. В 1999 году она была признана одной из двенадцати лучших физико-математических монографий столетия.

Большое влияние на молодого Кнута оказали работы Андрея Ершова, советского ученого, одного из пионеров теоретического и системного программирования, а впоследствии — его друга.

Первый том книги «Искусство программирования» Кнута был опубликован в 1969 году и печатался методом монотипии, технологии XIX века, которая давала на выходе издание в «хорошем классическом стиле», что нравилось автору. Однако когда публиковалось второе издание второго тома, Кнут, получив новые оттиски, увидел, что они выглядят ужасно, поскольку монотипия почти повсеместно была замещена фотографической техникой и оригинальные шрифты больше не использовались. Примерно в это же время Кнут впервые увидел результат работы высококачественной цифровой типографической системы и заинтересовался возможностями цифровой типографии. Не оправдавшие ожиданий оттиски дали ему дополнительный толчок к тому, чтобы разработать свою типографическую систему и решить проблему раз и навсегда. Таким образом на свет появилась система компьютерной верстки TeX, а также METAFONT — язык программирования, используемый для разработки векторных шрифтов.

В настоящее время Дональд Кнут является эмерит-профессором Стэнфордского университета и нескольких других университетов в разных странах, в том числе Санкт-Петербургского, а также преподавателем и идеологом программирования.

Кнут удостоен многочисленных премий и наград в области программирования и вычислительной математики, среди которых премия Тьюринга, Национальная научная медаль США, медаль Фарадея и др. Существует и премия его имени — за вклад в развитие основ информатики.

Екатерина Осянина, ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

- Бутрина Л. П.**
Применение математического аппарата теории графов при построении модели угроз безопасности.....1
- Есенков А. С., Леонов В. Ю., Тизик А. П.**
Декомпозиционный метод решения линейной трехиндексной транспортной задачи 5

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Ампелонский А. Ю.**
Рост уровня помех в работе беспроводных сетей, обусловленный увеличением числа сетей..... 9
- Ампелонский А. Ю.**
Радиосвязь в условиях высокого уровня помех..... 11
- Бобровский К. С., Придыбайло Н. А.**
Алгоритмы и программное обеспечение системного анализа в области сервисного обслуживания населения13
- Вангаева В. А.**
Исследование моделей оценки качества функционирования мультисервисной сети связи с адаптивной маршрутизацией16
- Митинский А. А.**
Особенности инфраструктуры в телекоммуникационной отрасли как основной фактор развития18
- Нагараев М. В., Мищенко Д. Ю.**
Аппаратно-программный комплекс мобильного робота..... 20
- Придыбайло Н. А., Нагараев М. В.**
Grapeboard by Scalys — new word in IoT security23

- Скрипов С. А.**
К вопросу об использовании микроконтроллеров для реализации искусственных нейронных сетей.....26
- Хасанова В. Е.**
Достоинства и недостатки внедрения федеральной государственной информационной системы «Меркурий»28

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Гасанов И. Р., Джамалбеков М. А.**
Приближенный метод решения нестационарных задач теории фильтрации с учетом влияния начального градиента в круговом пласте методом усреднений..... 31
- Маркова О. М., Севастьянов А. А.**
Успешное применение технологии ASP заводнения для повышения нефтеотдачи. Отечественный и зарубежный опыт34
- Нгуен Суан Чьонг**
Исследование методов синхронизации несущей задающих генераторов, разнесённых в пространстве 37
- Пастухов А. В., Сафаров Д. О.**
Существующие способы повышения энергоэффективности на технологических установках42
- Сильченков Д. Д., Тупота Д. С., Роговая А. Д., Шевченко Ю. В., Мелащенко О. И.**
Анализ основных узлов входа — выхода в УДС центральной части г. Волгограда.....44
- Халилов И. Р., Рахимов И. Ф., Шашунов Н. А., Янукян А. П.**
Анализ эффективности гидравлического разрыва пласта на примере месторождения Западной Сибири 47

Хрячков М. В.

Аппарат дистанционного мониторинга
электроэнцефалографии49

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Боброва Н. Е., Волкова Л. В.

Анализ существующей нормативно-правовой
базы РФ при разработке систем менеджмента
качества51

Боброва Н. Е., Волкова Л. В.

Системы менеджмента качества как основной вид
контроля качества в строительстве54

Хомич А. П., Смольников С. А.

Особенности проектирования систем отопления
и вентиляции детского сада на 360 мест
в Тюмени57

ГЕОГРАФИЯ

**Шушарина Л. М., Сулейменова Г. Т.,
Мусралинова Г. Т.**

Режим гололедных явлений в Западном
Казахстане61

ГЕОЛОГИЯ

Егоров В. Ю., Шлеин Г. А., Корунов И. Д.

Организационно-технологические аспекты
бурения удлинения и ответвлений боковых
стволов скважин на депрессии с использованием
комплекса «Непрерывная труба» и комплекта
оборудования БДБТ68

Шлеин Г. А., Егоров В. Ю., Корунов И. Д.

Анализ причин осложнений при зарезке
и креплении боковых стволов скважин72

ЭКОЛОГИЯ

Гусева Д. М.

Состояние экологического благополучия
в Саратовской области в 2019 году76

Малякина Ю. Ю.

Проблемы сокращения лесов. Пути решения....77

Пирогов А. А.

Роль международного сотрудничества в области
охраны окружающей среды в Российской
Федерации79

МАТЕМАТИКА

Применение математического аппарата теории графов при построении модели угроз безопасности

Бутрина Любовь Павловна, студент магистратуры;

Научный руководитель: Олейников Владимир Петрович, кандидат физико-математических наук, доцент

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

При реализации проектов всегда присутствуют сведения, нарушение целостности или неправомерный доступ к которым могут привести к неблагоприятным последствиям, таким, например, как срыв проекта, судебный процесс, санкции со стороны заказчика и т. д. Очевидно, что далеко не каждая угроза актуальна для каждого из объектов информационной системы.

Чтобы выявить, рассмотреть и учесть возможные угрозы безопасности, для системы необходимо разработать модели угроз безопасности. Поскольку математический аппарат теории графов [1–3] позволяет однозначно описать структуру модели проекта, угрозы, воздействующие на уязвимости на отдельных этапах, для построения модели безопасности проекта будет применяться математический аппарат теории графов.

Ключевые слова: модель, безопасность, угроза, уязвимость, теория графов.

In the course of the activities of various organizations, projects are carried out. When implementing projects, there is always information, violation of integrity or unauthorized access to which can lead to adverse consequences, such as disruption of the project, litigation, sanctions by the customer, etc. Obviously, not every threat is relevant for each of the objects in the system.

In order to identify, consider and consider possible security threats, it is necessary for the system to develop models of security threats. Since the mathematical theory of graphs [1–3] allows us to unambiguously describe the structure of the project model, the threats that affect vulnerabilities at certain stages, the mathematical apparatus of graph theory will be used to build the project security model.

Основной целью данной работы является построение и анализ модели угроз и уязвимостей безопасности проекта для выявления наиболее существенных и требующих устранения угроз в зависимости от структуры угроз.

Для достижения поставленной цели необходимо разработать принцип построения модели угрозы информационной безопасности.

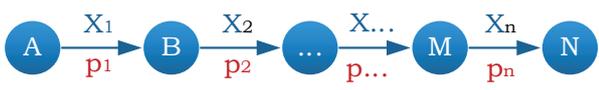
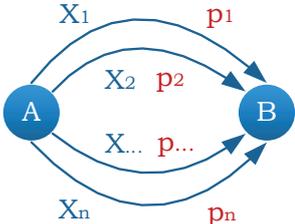
В ходе выполнения проектов можно столкнуться с различными комбинациями угроз безопасности, причём некоторые события (угрозы) могут не зависеть друг от друга или, напротив, наступать вследствие выполнения одного из них, могут происходить в один момент времени и т. д. Таким образом при построении модели безопасности для каждого конкретного проекта необходимо иметь представление о возможных угрозах, уметь оценивать их влияние на безопасность проекта, установить известные взаимосвязи угроз.

Для формирования последовательности угроз при выполнении проекта, можно воспользоваться представлением цепи или сети событий для обозначения цепочек угроз во время выполнения определённых этапов проектов [6].

Обозначим через A, B, C, \dots состояния системы до/после выполнения некоторой угрозы и выберем их как вершины графа. Тогда ребра этого графа представляют собой угрозы, реализация которых приводит к некоторому состоянию системы. Если реализация общей угрозы — события $X = (\text{нарушение защищенности системы})$ требует прохождения нескольких этапов (состояний), то такая последовательность угроз представима в виде последовательной цепи (сети) событий $X_i, i = \overline{1 \dots n}$. Для обозначения факта выполнения или невыполнения угрозы воспользуемся бинарной кодировкой, где значение 0 будет означать что угроза не реализовалась, 1 — угроза реализовалась. Вероятность выполнения угрозы X_i обозначим $P(X_i) = p_i$, вероятность нарушения защищенности системы (далее ВНЗС) обозначим $P(X)$.

Угрозы, которые могут реализоваться одновременно и приводить к одному и тому же состоянию системы, можно представить в виде параллельной сети. В таблице 1 представлены формулы сети и вычисления вероятности для заданной структуры в общем виде для структуры из n элементов.

Таблица 1. Формулы сети и вычисления вероятности для заданной структуры

Схема	Формула сети	Формула вероятности
Последовательная структура сети из n элементов		
	$X = X_1 \cdot X_2 \dots \cdot X_n = \prod_{i=1}^n X_i$	$P(X) = \prod_{i=1}^n p_i.$
Параллельная структура сети из n элементов		
	$X = X_1 + X_2 \dots + X_n = \sum_{i=1}^n X_i.$	$P(X) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - p_i).$

Поскольку цепочка угроз может реализоваться через разные уязвимости системы, то приходим к более сложной структуре системы — «смешанной», состоящей как из последовательных, так и из параллельных участков сети (Рисунок 1). Структура отдельных частей данной сети не меняется, т. е. формула сети и вероятности сети, вычисляется согласно Таблице 1. Очевидно, что при усложнении структуры сети событий получаемые формулы будут весьма громоздкими.

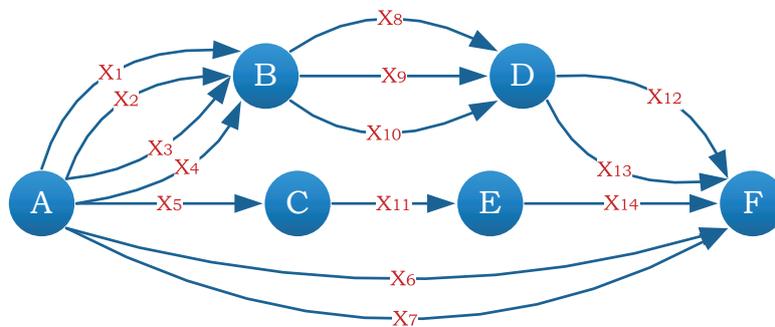


Рис. 1. Система, со смешанной структурой сети

На пути каждой угрозы могут возникать ситуации, когда достижение одного состояния системы может быть осуществлено разными способами. Структуру такой системы обозначим как «мостовую». Схема элементарной мостовой структуры представлена на рисунке 2.

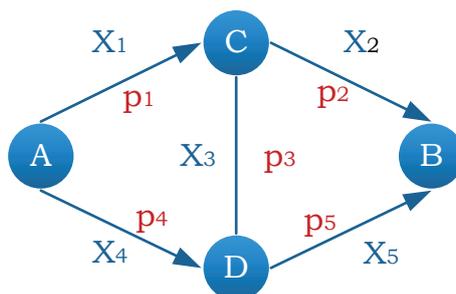


Рис. 2. Схема мостовой структуры

Вероятность реализации события $AB = (\text{Угроза от состояния } A \text{ до состояния } B \text{ реализована, т. е. НЗС})$ для мостовой схемы рассчитывается по формуле полной вероятности:

$$P(X) = P(AB) = \sum_{i=1}^2 P(AB|H_i) \cdot P(H_i) = P[(X_1 + X_4) \cdot (X_2 + X_5)] \cdot P(X_3) + P[(X_1X_2) + (X_4X_5)] \cdot P(\overline{X_3}),$$

где H_1 и H_2 – гипотезы, согласно которым: $H_1 = (\text{Угроза } X_3 \text{ реализована})$ и $H_2 = (\text{Угроза } X_3 \text{ не реализована})$. Структура, схема и формулы сети при реализации (невыполнении) угрозы X_3 представлены в таблице 2.

Таблица 2. Структура, схема и формула сети при выполнении/не выполнении мостовой угрозы

Схема	Формула сети	Гипотеза
	$X(AB H_1) = (X_1 + X_4) \cdot (X_2 + X_5)$	H_1 — угроза X_3 была реализована ($X_3 = 1$)
	$X(AB H_2) = (X_1X_2) + (X_4X_5)$	H_2 — угроза X_3 не была реализована ($X_3 = 0$)

Формула для вычисления вероятности реализации угрозы AB :

$$P(AB) = P[(X_1 + X_4) \cdot (X_2 + X_5)] \cdot P(X_3) + P[(X_1X_2) + (X_4X_5)] \cdot P(\overline{X_3})$$

Для вычислений используем известные формулы теории вероятностей для сложных событий.

Формула сложения вероятности (для суммы событий):

$$P(M + N) = P(M) + P(N) - P(M) \cdot P(N)$$

Формула умножения вероятности (для произведения независимых событий):

$$P(MN) = P(M) \cdot P(N)$$

Их последовательное применение приводит к следующему выражению:

$$P(X_1)P(X_2) + P(X_4)P(X_5) + P(X_1)P(X_3)P(X_5) + P(X_2)P(X_3)P(X_4) - P(X_1)P(X_2)P(X_3)P(X_4) - P(X_1)P(X_2)P(X_3)P(X_5) - P(X_1)P(X_2)P(X_4)P(X_5) - P(X_1)P(X_3)P(X_4)P(X_5) - P(X_2)P(X_3)P(X_4)P(X_5) + 2 \cdot P(X_1)P(X_2)P(X_3)P(X_4)P(X_5).$$

Так как часть угроз может выполняться или не выполняться, реализация некоторых цепочек угроз зависит от выполнения угроз на предшествующих этапах проекта.

Полученное выражение вычисления ВНЗС позволяет выявить самые слабые участки сети, т. е., определить не выполнение какой из угроз позволит обеспечить сохранность системы ввиду не выполнения целой цепочки угроз.

Выясним влияние каждой из угроз (её значимость) на вероятность реализации общей угрозы. Для этого необходимо в формуле вероятности сети найти частные производные по каждой переменной. Элемент с наибольшим её значением и должен стать объектом дальнейшего анализа.

После этого можно принять меры, чтобы данная угроза не реализовалась, что уменьшит вероятность нарушения безопасности системы.

При последовательной структуре системы, для вычисления частной производной по каждой из угроз необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$\frac{\partial P(X)}{\partial p_j} = \prod_{i \neq j} p_i = \frac{1}{p_j} \prod_{i=1}^n p_i = \frac{P(X)}{p_j}. \tag{1}$$

Согласно данной формуле можно сделать вывод, что при последовательной структуре системы, лучше принимать меры, чтобы не реализовалась угроза, у которой будет наименьшее значение p_j , т. е. нейтрализовать наименее вероятную угрозу в сети, что повлечет за собой не выполнение цепочки угроз.

При параллельной структуре системы, для вычисления частной производной по каждой из угроз необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$\frac{\partial P(X)}{\partial p_j} = \frac{\partial P(X)}{\partial q_j} \cdot \frac{\partial q_j}{\partial p_j} = -\frac{\partial P(X)}{\partial q_j} = \prod_{i \neq j} q_i = \frac{1}{q_j} \prod_{i=1}^n q_i = \frac{1-P(X)}{q_j}. \quad (2)$$

Согласно данной формуле можно сделать вывод, что при параллельной структуре системы, лучше принимать меры, чтобы не реализовалась угроза, у которой будет наибольшее значение p_j , т. е. снизить вероятность выполнения или вовсе ликвидировать наиболее вероятную угрозу.

Рассмотрим пример 2 угроз для параллельной и последовательной структуры сети. Схемы сети аналогичны схемам в таблице 1.

Зададим вероятности выполнения угрозы случайным образом значениями от 0 до 1. Например, так:

$$P(X_1) = p_1 = 0,5; P(X_2) = p_2 = 0,7.$$

Для последовательной структуры сети частные производные будут равны:

$$\frac{\partial P(X)}{\partial p_1} = p_2 = 0,7;$$

$$\frac{\partial P(X)}{\partial p_2} = p_1 = 0,5.$$

Из полученных результатов можно сделать вывод, что лучше попробовать избежать первой угрозы, т. е. необходимо уменьшать вероятность реализации наименее вероятной угрозы (формула 1).

Для параллельной структуры сети частные производные будут равны:

$$\frac{\partial P(X)}{\partial p_1} = 1 - p_2 = 0,3;$$

$$\frac{\partial P(X)}{\partial p_2} = 1 - p_1 = 0,5.$$

Из полученных результатов, можно сделать вывод, что лучше уменьшить вероятность выполнения второй угрозы, т. е., необходимо уменьшать вероятность реализации наиболее вероятной угрозы (формула 2).

Однако наибольший интерес для нас представляет «мостовая» угроза X_3 . Для начала найдём частные производные в общем виде:

$$\frac{\partial P(X)}{\partial p_1} = p_2 + p_3 p_5 - p_2 p_3 p_4 - p_2 p_3 p_5 - p_2 p_4 p_5 - p_3 p_4 p_5 + 2 p_2 p_3 p_4 p_5;$$

$$\frac{\partial P(X)}{\partial p_2} = p_1 + p_3 p_4 - p_1 p_3 p_4 - p_1 p_3 p_5 - p_1 p_4 p_5 - p_3 p_4 p_5 + 2 p_1 p_3 p_4 p_5;$$

$$\frac{\partial P(X)}{\partial p_3} = p_1 p_5 + p_2 p_4 - p_1 p_2 p_4 - p_1 p_2 p_5 - p_1 p_4 p_5 - p_2 p_4 p_5 + 2 p_1 p_2 p_4 p_5;$$

$$\frac{\partial P(X)}{\partial p_4} = p_5 + p_2 p_3 - p_1 p_2 p_3 - p_1 p_2 p_5 - p_1 p_3 p_5 - p_2 p_3 p_5 + 2 p_1 p_2 p_3 p_5;$$

$$\frac{\partial P(X)}{\partial p_5} = p_4 + p_1 p_3 - p_1 p_2 p_3 - p_1 p_2 p_4 - p_1 p_3 p_4 - p_2 p_3 p_4 + 2 p_1 p_2 p_3 p_4.$$

После проведения ряда экспериментов (наименьшее/наибольшее значение вероятности выполнения мостовой угрозы) были получены разные результаты, из чего следует вывод, что нельзя определить однозначную закономерность, для выявления наиболее значимой угрозы необходимо рассматривать конкретные, интересующие случаи. В данной статье были рассмотрены основные типы структур сети, определены базовые формулы, при помощи которых можно определить основные закономерности, например, при последовательной структуре сети лучше избегать реализации наименьшей угрозы, а при параллельной напротив — наиболее вероятной. Для анализа более сложных структур (мостовой, смешанной) необходимо построение имитационную модель, вывод формул, позволяющих на основе входных данных в виде угроз разного вида и типа и их характеристик, рассчитать распределение угроз, а также получить статистические характеристики для дальнейшего анализа.

Литература:

1. С. Цой, С. М. Цхай. Прикладная теория графов. — Алма-Ата: Наука, 1971, 499 с.
2. Сигорский, В. П. Математический аппарат инженера. — Киев: Техника, 1975, 765 с.
3. Белов, В. В., Воробьев Е. М., Шабалов В. Е. Теория графов. — М.: Высшая школа, 1976, 396 с.
4. Феллер, В. Введение в теорию вероятностей и её приложения. В 2-х томах. — М.: Мир, 1984. — Т. 1: 528 с., Т. 2: 738 с.
5. Карлин, С. Основы теории случайных процессов. — М.: Мир, 1971. — 536 с. 8.
6. Нуммелин, Э. Общие неприводимые цепи Маркова и неотрицательные операторы. — М.: Мир, 1989. — 207 с.

Декомпозиционный метод решения линейной трехиндексной транспортной задачи

Есенков Александр Сергеевич, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник;
 Леонов Владислав Юрьевич, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник
 Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук (г. Москва)

Тизик Александр Петрович, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник
 Центральный научно-исследовательский институт связи (г. Москва)

Метод последовательной модификации целевой функции, применяемый ранее для классической транспортной задачи, распространяется на случай трех индексов. В итерационном процессе решаются задачи с тремя ограничениями и одной связывающей переменной. Затем рассматриваются три независимые задачи с одним ограничением каждая, где меняются коэффициенты целевой функции для связывающей переменной. Метод строит последовательность псевдорешений с монотонным ростом целевой функции, который сходится к оптимуму. Анализируются вырождения.

Введение. Трехиндексные транспортные задачи подразделяются на планарные (однопродуктовые) [1, 2] и аксиальные (многопродуктовые) [3]. Предметом рассмотрения в данной работе будут вторые. Для известно применение метода потенциалов [3], а также эвристических методов [4]. В [5] предложен декомпозиционный метод решения классической транспортной задачи с m поставщиками и n потребителями. Сначала решаются $m+n$ задач с одним ограничением каждая. Из оптимальных решений $m+n$ задач формируется первое псевдорешение исходной задачи. в дальнейшем термин *псевдорешение* используется по аналогии с [5]. Оно не допустимо к исходной задаче, а соответствующие целевые функции ограничены сверху исходным оптимумом. Сумма значений целевых функций в оптимальных решениях $m+n$ задач называется значением целевой функции псевдорешения. Далее циклически решаются mn задач с двумя ограничениями каждая. Оптимальное решение задачи с двумя ограничениями представляется как объединение оптимальных решений двух задач с одним ограничением каждая. Таким образом возникает последовательность псевдорешений с монотонно возрастающей целевой функцией. Последовательность значений целевых функций псевдорешений в совокупности ограничена значением целевой функции в оптимальном решении исходной транспортной задачи. Если предел последовательности не равен значению целевой функции исходной задачи (допустимое решение не получено, вырождение), то дополнительные процедуры обеспечивают сходимость к искомому оптимальному решению транспортной задачи. В настоящей работе метод [4] с необходимыми дополнениями распространяется на трехиндексную транспортную задачу.

1. Постановка задачи и метод решения. Рассматривается известная трехиндексная транспортная задача: имеется m поставщиков (A_1, A_2, \dots, A_m), n потребителей (B_1, B_2, \dots, B_n) и k различных продуктов (C_1, C_2, \dots, C_k). Заданы объемы поставок a_{ij} продукта C_j поставщиком A_i , объем потребностей

Формальная запись трехиндексной транспортной задачи имеет вид:

$$L(X) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^k d_{ijt} x_{ijt} \rightarrow \min \tag{1.1}$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ijt} = a_{it}, \forall (i, t) \in N_m \times N_t \tag{1.2}$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ijt} = b_{jt}, \forall (j, t) \in N_n \times N_k \tag{1.3}$$

$$\sum_{t=1}^k x_{ijt} = c_{ij}, \forall (i, j) \in N_m \times N_n \tag{1.4}$$

$$x_{ijt} \geq 0, \forall (i, j, t) \in N_m \times N_n \times N_k \tag{1.5}$$

Здесь N_m, N_n, N_k — множества номеров производителей, потребителей и продуктов соответственно.

Для разрешимости задачи (1.1) -(1.5) необходимо выполнение условий

$$\sum_{i=1}^m a_{it} = \sum_{j=1}^n b_{jt}, \forall t \in N_t \tag{1.6}$$

$$\sum_{t=1}^k a_{it} = \sum_{j=1}^n c_{ij}, \forall i \in N_m \tag{1.7}$$

$$\sum_{t=1}^k b_{jt} = \sum_{i=1}^m c_{ij}, \forall j \in N_n \tag{1.8}$$

Для получения первого псевдорешения решаются $(m+n)k + mn$ задач с одним ограничением каждая и с коэффициентами в целевых функциях, равными коэффициентам целевой функции (1.1), деленными на три. Если объединение оптимальных решений всех $(m+n)k + mn$ задач с одним ограничением каждая является допустимым решением исходной задачи, то тем самым получено оптимальное решение исходной задачи (1.1) — (1.5). Разумеется, рассчитывать на это не приходится. Значения одних и тех же переменных в различных одномерных задачах могут не совпадать. Заметим, что значение целевой функции любого псевдорешения не превосходит значения целевой функции искомого оптимального решения исходной задачи (1.1) — (1.5). Построим последовательность псевдорешений с монотонно

возрастающими значениями целевой функции. Для этого станем циклически решать mnk задач с тремя ограничениями каждая. В общем виде задача с тремя ограничениями и одной общей переменной $x_{i_0j_0t_0}$ имеет вид:

$$\sum_{t=1}^k x_{i_0j_0t} = a_{i_0j_0} \tag{1.9}$$

$$\sum_{j=1}^n x_{i_0j_0t_0} = b_{i_0t_0} \tag{1.10}$$

$$\sum_{t=1}^k x_{i_0j_0t} = c_{i_0j_0} \tag{1.11}$$

$$\sum_{t=1, t \neq t_0}^k d_{i_0j_0t}^1 x_{i_0j_0t} + \sum_{j=1, j \neq j_0}^n d_{i_0j_0t_0}^2 x_{i_0j_0t_0} + \sum_{i=1, i \neq i_0}^m d_{i_0j_0t_0}^3 x_{i_0j_0t_0} + d_{i_0j_0t_0} x_{i_0j_0t_0} \rightarrow \min \tag{1.12}$$

Коэффициенты целевой функции (1.12) с верхними индексами при решении самой первой задачи с тремя ограничениями при $i_0 = 1, j_0 = 1, t_0 = 1$ равны коэффициентам целевой функции (1.1), деленным на три. Верхними ограничениями для переменных, входящих в (1.9) — (1.11), служат минимумы из трех правых частей (1.2) — (1.4), в которые эти переменные входят. Задачи вида (1.9) — (1.12) легко решаются подобно [5] сравнением $d_{i_0j_0t_0}$ с $\min_{t, t \neq t_0} d_{i_0j_0t}^1 + \min_{j, j \neq j_0} d_{i_0j_0t_0}^2 + \min_{i, i \neq i_0} d_{i_0j_0t_0}^3$. После решения очередной задачи (1.9) — (1.12) $d_{i_0j_0t_0}$ представляется в виде $d_{i_0j_0t_0} = d_{i_0j_0t_0}^1 + d_{i_0j_0t_0}^2 + d_{i_0j_0t_0}^3$. Слагаемые этой суммы выбираются так, чтобы объединение оптимальных решений трех задач с ограничениями (1.9) — (1.11) соответственно совпало с оптимальным решением задачи (1.9) — (1.12).

Если

$$d_{i_0j_0t_0} < \min_{t, t \neq t_0} d_{i_0j_0t}^1 + \min_{j, j \neq j_0} d_{i_0j_0t_0}^2 + \min_{i, i \neq i_0} d_{i_0j_0t_0}^3,$$

то в задаче (1.9) — (1.12) $x_{i_0j_0t_0}$ получил максимально возможное значение и легко можно выписать

$$d_{i_0j_0t_0}^1 < \min_{t, t \neq t_0} d_{i_0j_0t}^1, d_{i_0j_0t_0}^2 < \min_{j, j \neq j_0} d_{i_0j_0t_0}^2, d_{i_0j_0t_0}^3 < \min_{i, i \neq i_0} d_{i_0j_0t_0}^3$$

Если

$$d_{i_0j_0t_0} = \min_{t, t \neq t_0} d_{i_0j_0t}^1 + \min_{j, j \neq j_0} d_{i_0j_0t_0}^2 + \min_{i, i \neq i_0} d_{i_0j_0t_0}^3,$$

то в задаче (1.9) — (1.12) не получает конкретного значения. В качестве решения выступают линейные ограничения с участием $x_{i_0j_0t_0}$. В этом случае

$$d_{i_0j_0t_0}^1 = \min_{t, t \neq t_0} d_{i_0j_0t}^1, d_{i_0j_0t_0}^2 = \min_{j, j \neq j_0} d_{i_0j_0t_0}^2, d_{i_0j_0t_0}^3 = \min_{i, i \neq i_0} d_{i_0j_0t_0}^3$$

Если

$$d_{i_0j_0t_0} > \min_{t, t \neq t_0} d_{i_0j_0t}^1 + \min_{j, j \neq j_0} d_{i_0j_0t_0}^2 + \min_{i, i \neq i_0} d_{i_0j_0t_0}^3,$$

то в простейшем случае $x_{i_0j_0t_0} = 0$ и

$$d_{i_0j_0t_0}^1 > \min_{t, t \neq t_0} d_{i_0j_0t}^1, d_{i_0j_0t_0}^2 > \min_{j, j \neq j_0} d_{i_0j_0t_0}^2, d_{i_0j_0t_0}^3 > \min_{i, i \neq i_0} d_{i_0j_0t_0}^3$$

Однако и в этом случае возможна ситуация, когда $x_{i_0j_0t_0} > 0$. Пусть, например, в ограничении (1.9) $x_{i_0j_0t_1}$ является конкурентом для $x_{i_0j_0t_0}$ и верхним ограничением для $x_{i_0j_0t_1}$ является величина меньше, чем $a_{i_0j_0}$. Тогда полагая

$$d_{i_0j_0t_0}^2 = \min_{j, j \neq j_0} d_{i_0j_0t_0}^2, d_{i_0j_0t_0}^3 = \min_{i, i \neq i_0} d_{i_0j_0t_0}^3, d_{i_0j_0t_0}^1 = d_{i_0j_0t_0} - d_{i_0j_0t_0}^2 - d_{i_0j_0t_0}^3,$$

имеем $x_{i_0j_0t_0} = a_{i_0j_0} - x_{i_0j_0t_1}$ в ограничении (1.9) в явном виде, а в ограничениях (1.10) и (1.11) в форме линейных ограничений с другими переменными. После этого можно переходить к очередной задаче вида (1.9) — (1.12). Если в результате решения последовательности задач вида (1.9) — (1.12) получено допустимое решение задачи (1.1) — (1.5), то тем самым найдено оптимальное решение задачи (1.1) — (1.5).

В этом случае можно сказать, что задача (1.1) — (1.5) распадается на $(m + n)k + mn$ задач с одним ограничением каждая.

Такая ситуация возможна далеко не в каждой исходной задаче (1.1) — (1.5). Даже в однопродуктовом случае [5] имеют место так называемые вырождения. В данной работе принято простое эффективное правило: если при решении двух задач для некоторой переменной получаются различные значения, необходимо решить задачу, содержащую обе группы ограничений. При этом выявляются более, чем одномерные подзадачи, на которые распадается исходная задача. Если при решении укрупненных задач изменятся коэффициенты в одномерных задачах, то общий итерационный процесс необходимо возобновить. Нижеприведенный пример иллюстрирует этот факт.

2. Пример. Задача содержит три поставщика, три потребителя и три продукта:

$$x_{111} + x_{121} + x_{131} = 10, x_{112} + x_{212} + x_{312} = 17, x_{111} + x_{112} + x_{113} = 12$$

$$x_{211} + x_{221} + x_{231} = 12, x_{122} + x_{222} + x_{322} = 15, x_{121} + x_{122} + x_{123} = 18$$

$$x_{311} + x_{321} + x_{331} = 14, x_{132} + x_{232} + x_{332} = 22, x_{131} + x_{132} + x_{133} = 12$$

$$x_{111} + x_{211} + x_{311} = 15, x_{113} + x_{123} + x_{133} = 20, x_{211} + x_{212} + x_{213} = 18$$

$$x_{121} + x_{221} + x_{321} = 13, x_{213} + x_{223} + x_{233} = 15, x_{221} + x_{222} + x_{223} = 10$$

$$x_{131} + x_{231} + x_{331} = 8, x_{313} + x_{323} + x_{333} = 10, x_{231} + x_{232} + x_{233} = 15$$

$$x_{112} + x_{122} + x_{132} = 16, x_{113} + x_{213} + x_{313} = 10, x_{311} + x_{312} + x_{313} = 10$$

$$x_{212} + x_{222} + x_{232} = 18, x_{123} + x_{223} + x_{323} = 15, x_{321} + x_{322} + x_{323} = 17$$

$$x_{312} + x_{322} + x_{332} = 20, x_{133} + x_{233} + x_{333} = 20, x_{331} + x_{332} + x_{333} = 17$$

$$2x_{111} + 3x_{121} + 4x_{131} + 3x_{211} + 4x_{221} + 5x_{231} + 4x_{311} + 5x_{321} + 6x_{331} +$$

$$+ 2x_{112} + 4x_{122} + 6x_{132} + 4x_{212} + 5x_{222} + 7x_{232} + 6x_{312} + 6x_{322} + 8x_{332} +$$

$$+ x_{113} + 2x_{123} + 6x_{133} + 7x_{213} + 3x_{223} + 4x_{233} + 8x_{313} + 9x_{323} + 5x_{333} \rightarrow \min$$

После 21-го цикла решения задач с тремя ограничениями каждая 27 задач с одним ограничением каждая имеют следующий вид:

Первый продукт:

$$\begin{cases} x_{111} + x_{121} + x_{131} = 10 \\ 86400x_{111} + 37535x_{121} + 37535x_{131} \rightarrow \min \end{cases} \quad (2.1)$$

Здесь и далее для простоты записи некоторые коэффициенты в целевых функциях домножены на число 96000:

$$\begin{cases} x_{211} + x_{221} + x_{231} = 12 \\ 107733x_{211} + 107733x_{221} + 107733x_{231} \rightarrow \min \end{cases} \quad (2.2)$$

$$\begin{cases} x_{311} + x_{321} + x_{331} = 14 \\ 124500x_{311} + 124533x_{321} + 124600x_{331} \rightarrow \min \end{cases} \quad (2.3)$$

$$\begin{cases} x_{111} + x_{211} + x_{311} = 15 \\ 0.9x_{111} + 44767x_{211} + 44500x_{311} \rightarrow \min \end{cases} \quad (2.4)$$

$$\begin{cases} x_{121} + x_{221} + x_{321} = 13 \\ 169267x_{121} + 169267x_{221} + 169267x_{321} \rightarrow \min \end{cases} \quad (2.5)$$

$$\begin{cases} x_{131} + x_{231} + x_{331} = 8 \\ 149800x_{131} + 149967x_{231} + 150000x_{331} \rightarrow \min \end{cases} \quad (2.6)$$

Второй продукт:

$$\begin{cases} x_{112} + x_{122} + x_{132} = 16 \\ 91335x_{112} + 91335x_{122} + 91335x_{132} \rightarrow \min \end{cases} \quad (2.7)$$

$$\begin{cases} x_{212} + x_{222} + x_{232} = 18 \\ 161700x_{212} + 161700x_{222} + 161700x_{232} \rightarrow \min \end{cases} \quad (2.8)$$

$$\begin{cases} x_{312} + x_{322} + x_{332} = 20 \\ 2.5x_{312} + 178700x_{322} + 178700x_{332} \rightarrow \min \end{cases} \quad (2.9)$$

$$\begin{cases} x_{112} + x_{212} + x_{312} = 17 \\ 86800x_{112} + 86800x_{212} + x_{312} \rightarrow \min \end{cases} \quad (2.10)$$

$$\begin{cases} x_{122} + x_{222} + x_{322} = 15 \\ 2.202x_{122} + 211300x_{222} + 211100x_{322} \rightarrow \min \end{cases} \quad (2.11)$$

$$\begin{cases} x_{132} + x_{232} + x_{332} = 22 \\ 3x_{132} + 3x_{232} + 3x_{332} \rightarrow \min \end{cases} \quad (2.12)$$

Третий продукт:

$$\begin{cases} x_{113} + x_{123} + x_{133} = 20 \\ x_{113} + 16 \cdot 19802x_{123} + 16x_{133} \rightarrow \min \end{cases} \quad (2.13)$$

$$\begin{cases} x_{213} + x_{223} + x_{233} = 15 \\ 2x_{213} + \frac{15}{16}x_{223} + \frac{15}{16}x_{233} \rightarrow \min \end{cases} \quad (2.14)$$

$$\begin{cases} x_{313} + x_{323} + x_{333} = 10 \\ 3x_{313} + 3x_{323} + 2.5x_{333} \rightarrow \min \end{cases} \quad (2.15)$$

$$\begin{cases} x_{113} + x_{213} + x_{313} = 10 \\ (1/16)x_{113} + 3x_{213} + 2x_{313} \rightarrow \min \end{cases} \quad (2.16)$$

$$\begin{cases} x_{123} + x_{223} + x_{323} = 15 \\ 91000x_{123} + 91000x_{223} + 3x_{323} \rightarrow \min \end{cases} \quad (2.17)$$

$$\begin{cases} x_{133} + x_{233} + x_{333} = 20 \\ x_{133} + 71700x_{233} + 0.5x_{333} \rightarrow \min \end{cases} \quad (2.18)$$

Задачи с ограничениями по загрузке линий:

$$\begin{cases} x_{111} + x_{112} + x_{113} = 12 \\ 0.2x_{111} + 13865x_{112} + (1/16)x_{113} \rightarrow \min \end{cases} \quad (2.19)$$

$$\begin{cases} x_{121} + x_{122} + x_{123} = 18 \\ 81198x_{121} + 0.846x_{122} + 81198x_{123} \rightarrow \min \end{cases} \quad (2.20)$$

$$\begin{cases} x_{131} + x_{132} + x_{133} = 16 \\ 196665x_{131} + 196665x_{132} + 4x_{133} \rightarrow \min \end{cases} \quad (2.21)$$

$$\begin{cases} x_{211} + x_{212} + x_{213} = 18 \\ 135500x_{211} + 135500x_{212} + 2x_{213} \rightarrow \min \end{cases} \quad (2.22)$$

$$\begin{cases} x_{221} + x_{222} + x_{223} = 10 \\ 107000x_{221} + 107000x_{222} + 107000x_{223} \rightarrow \min \end{cases} \quad (2.23)$$

$$\begin{cases} x_{231} + x_{232} + x_{233} = 17 \\ 222300x_{231} + 222300x_{232} + 222300x_{233} \rightarrow \min \end{cases} \quad (2.24)$$

$$\begin{cases} x_{311} + x_{312} + x_{313} = 12 \\ 215000x_{311} + 2.5x_{312} + 3x_{313} \rightarrow \min \end{cases} \quad (2.25)$$

$$\begin{cases} x_{321} + x_{322} + x_{323} = 15 \\ 186200x_{321} + 186200x_{322} + 3x_{323} \rightarrow \min \end{cases} \quad (2.26)$$

$$\begin{cases} x_{331} + x_{332} + x_{333} = 17 \\ 301400x_{331} + 301400x_{332} + 2x_{333} \rightarrow \min \end{cases} \quad (2.27)$$

3. Преодоление вырождений. В выписанных задачах с одним ограничением переменная x_{332} имеет два разных значения. В задаче (2.11) $x_{322} = 15$, а в задаче (2.26) $x_{321} + x_{322} = 15$, в задаче (2.3) $x_{321} = 2$, $x_{311} = 12$. Решая совместно задачи (2.3), (2.11) и (2.26) получаем оптимальное решение $x_{322} = 13$, $x_{321} = 2$, $x_{222} = 2$. При этом значения целевых функций в остальных задачах с одним ограничением не изменяются. Вырождение преодолено. Оптимальное решение получено:

$$\begin{aligned} x_{111} &= 0, x_{121} = 8, x_{131} = 2, \\ x_{211} &= 3, x_{221} = 3, x_{231} = 3, \\ x_{311} &= 12, x_{321} = 2, x_{331} = 0, \\ x_{112} &= 2, x_{122} = 0, x_{132} = 14, \\ x_{212} &= 15, x_{222} = 2, x_{232} = 1, \\ x_{312} &= 0, x_{322} = 13, x_{332} = 7, \\ x_{113} &= 10, x_{123} = 10, x_{133} = 0, \\ x_{213} &= 0, x_{223} = 5, x_{233} = 10, \\ x_{313} &= 0, x_{323} = 0, x_{333} = 10. \end{aligned}$$

Заключение. Итак, используется метод понижения размерности [6], который применяется для интересного и малоизученного класса задач оптимизации. В самом деле, на каждом шаге итеративного процесса решается оптимизационная задача с тремя ограничениями. Можно двигаться к распространению на общий многоиндексный случай или осуществлять обобщение на нелинейные постановки по аналогии с [7,8].

Литература:

1. Гольтейн, Е. Г., Юдин Д. Б. Задачи линейного программирования транспортного типа. М.: Наука: Физматлит, 1969.
2. Раскин, Л. Г., Кирченко И. О. Многоиндексные задачи линейного программирования. М.: Радио, 1982.
3. Криволапов, Ю. А. Метод потенциалов для решения трехиндексной транспортной задачи. Деп. Д00821. М.: ВИМИ, 1990.
4. Афраимович, Л. Г. Эвристический метод решения целочисленных декомпозиционных задач // АиТ. 2014, № 8. с. 3–18.
5. Тизик, А. П., Цурков В. И. Метод последовательной модификации функционала для решения транспортной задачи // АиТ. 2012. № 1. с. 148–158.
6. Tsurkov, V. I. Decomposition principle for block-separable systems // Dokl/ AN SSSR. 1979. V. 246. № 1. P. 17–31.
7. Миронов, А. А., Цурков В. И. Минимум в моделях транспортного типа с интегральными ограничениями. I // Изв. РАН. ТиСУ. 2005. № 5. с. 69–81.
8. Миронов, А. А., Федорчук В. В., Цурков В. И. Минимум в моделях транспортного типа с интегральными ограничениями. II // Изв. РАН. ТиСУ. 2005. № 5. с. 68–86.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Рост уровня помех в работе беспроводных сетей, обусловленный увеличением числа сетей

Ампелонский Александр Юрьевич, студент магистратуры
Воронежский институт высоких технологий

Сетевые технологии являются одной из самых стремительно развивающихся областей. Среди них, большую популярность на сегодняшний день набирают беспроводные сети. Переход на систему беспроводной передачи данных имеет следующие преимущества:

1. Предоставление мобильного доступа.
2. Экономическая выгода и простота установки.
3. Производительность и удобство доступа к сети.

Доступность и удобство использования беспроводных сетей способствует росту числа абонентов. С развитием этой технологии передачи данных, выросли и потребности абонентов. Вследствие этого, увеличивались скорости передачи данных, наращивалось количество устройств, способных организовывать транспорт информации в сети. Из-за такого ажиотажа возник ряд проблем, одной из которых является рост уровня помех.

С ростом числа абонентов в беспроводных сетях, нагрузка, как на сеть, так и на каждую базовую станцию сети возрастает. Увеличилась пропускная способность. Вместе с этим, увеличилось и число абонентов, а также количество высокоплотных сетей. Высокоплотные сети (рис. 1) позволяют абоненту быть всегда в зоне действия сети (благодаря большой концентрации точек доступа на единицу площади). Но из-за ограниченности частотного диапазона, приходится использовать одну и ту же частоту повторно. Как следствие, в одном здании может находиться множество сегментов беспроводных сетей, работающих на одинаковых частотах, все они создают помехи друг для друга. Это приводит к снижению пропускной способности. Пропускная способность сети зависит от пропускной способности канала связи, числа используемых частотных каналов базовой станции и коэффициента повторного использования частот [1].

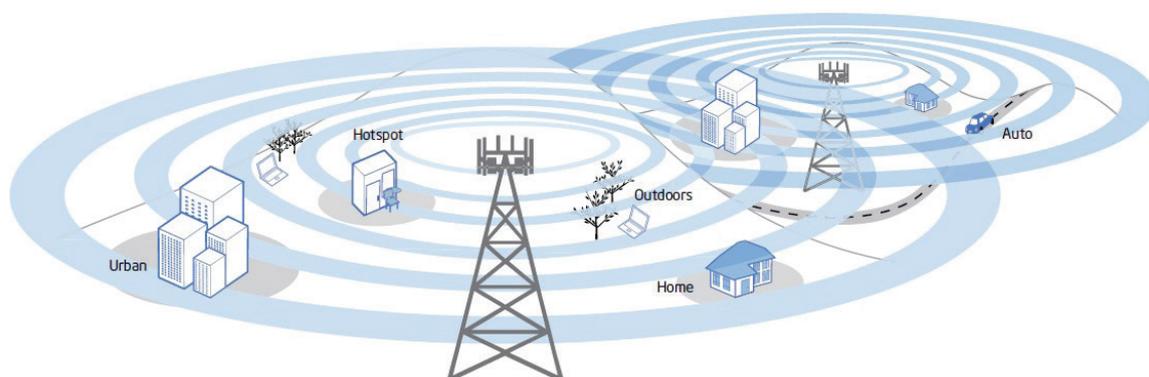


Рис. 1. Пример высокоплотной сети

Канальная емкость является одним из основных параметров в процессе проектирования сети, и зависит от:

1. Наиболее вероятного числа мобильных абонентов, способных создавать на нее соответствующую нагрузку;
2. Их распределения в сети или зоне обслуживания базовой станции;

3. Вероятности отказа в установлении соединения с первой попытки;
4. Удельной нагрузки от абонентов;
5. Рельефа местности.

Среда, в которой существуют мобильные беспроводные сети, постоянно изменяется, и проблемы, которые она по-

рождает, невозможно решить отладкой лишь одного модуля. Для определения уровня взаимных помех (помех от мобильных абонентов) используется метод эквивалентного источника [2]. Он позволяет связать мощность помехи от мобильных абонентов с такими параметрами как: распределение абонентов в зоне обслуживания базовой станции или сети; расстояние между центрами базовых станций, использующих одинаковые частоты; радиусом зоны обслуживания базовой станции и т. д.

Помимо пропускной способности, сеть характеризуется ее емкостью. Емкость сети — это реальное количество ресурсов, доступных пользователю на определенном пути передачи данных. Пропускная способность сети определяется общим количеством данных, которые могут быть переданы в единицу времени. Емкость сети отличается от пропускной способности сети из-за наличия накладных расходов, которые зависят от способа использования сети [3]. Чем выше емкость сети, тем большее количество абонентов, можно обслуживать, не увеличивая полосы частот системы.

У каждого типа сети есть предельное значение емкости. Она связана с максимальной нагрузкой на полосу пропускания сети. Из-за высокой плотности и большого количества беспроводных сетей на единицу площади, возникают помехи. Они снижают радиус распространения беспроводного сигнала, ухудшают его качество и оказывают влияние на другие устройства беспроводной связи.

Для эффективной работы сети необходимо ее проектирование и оптимизация под конкретные задачи и цели. Исходя из этих целей, можно организовать работу различных компонентов сетей функционирующих одновременно или параллельно, и с требуемым качеством, без лишних помех друг для друга. Это позволяет решить проблему роста уровня помех в беспроводных сетях и повысит эффективность работы таких сетей.

Проектирование — один из наиболее сложных и ответственных этапов развертывания сетей мобильной связи. Оно требует:

1. Определение позиций установки базовых станций;
2. Распределение частотных каналов.

Чрезмерное сгущение сети невыгодно, так как влечет за собой неоправданные затраты. Слишком малая концентрация базовых станций приводит к увеличению необслуживаемых зон, что неприемлемо. Из-за неравномерного распространения частотных сигналов, необходимо

составить частотно-территориальный план сети в соответствии с принципом одновременного использования частот в геометрически разнесенных ячейках.

Для повышения эффективности и производительности работы необходимо определить параметры оценки эффективности передачи данных беспроводной сети. Такими параметрами в цифровых сетях являются [4]:

- вероятность появления ошибок в расчете на один бит (BER — bit error rate),
- пропускная способность,
- спектральная эффективность,
- емкость сети, определяемая как спектральная эффективность, умноженная на количество обслуживаемых абонентов и деленная на ее площадь,
- коэффициент территориальной доступности, характеризующий процент территории (покрытия), в пределах которого удовлетворяются требования по качеству связи.

Каждый из представленных параметров характеризует определенное свойство сети. Спектральная эффективность обусловлена видом модуляции и способами уплотнения каналов передачи данных. Коэффициент территориальной доступности [5] характеризуется качеством радиопокрытия местности. Емкость сети зависит от выбранного частотно-территориального плана.

Факторы, от которых зависит эффективность беспроводной сети:

- характеристики оборудования (мощности передатчиков, антенны, чувствительность приемников и т. п.),
- используемый частотный диапазон,
- выбранные места размещения приемопередающей аппаратуры,
- характеристики местности, влияющие на условия распространения сигнала,
- наличие источников помех и т. д.

Как правило, беспроводные системы рассчитываются исходя из некоторых условий, которые оказывают влияние на показатели качества передаваемой информации.

Несмотря на популярность использования и развития беспроводных сетей, главной проблемой остается высокая плотность сети (большая концентрация сетевых устройств на единицу площади). В связи с текущим состоянием роста подключения новых устройств, рост уровня, а также количества помех, будет неуклонно расти, вместе с чем будет необходимо искать новые решения для пока ещё складывающейся проблемы индустриализации в сфере сетевых технологий.

Литература:

1. Бен Мещлер, Лоун Дж. Уэбб, Джинг Жу. «Применение адаптивного коллективного доступа с контролем несущей для повышения пропускной способности высокоплотных беспроводных локальных сетей», Technology at intel, октябрь 2006.
2. Адаптивный подход к оптимизации производительности беспроводных сетей // КОМПРЕСС. URL: <https://compress.ru/article.aspx?id=10735> (дата обращения: 07.11.2019).
3. Конструирование и исследование характеристик сетей ЭВМ // Студопедия. URL: https://studopedia.ru/20_28764_standarti-lokalnih-setey-IEEE-.html (дата обращения: 07.11.2019).

4. Методика оценки эффективности передачи мультимедийных данных // Киберленинка. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-otsenki-effektivnosti-peredachi-multimediynyh-dannyh> (дата обращения: 07.11.2019).
5. Эффективность беспроводных решений // СВСИС. URL: <http://www.swsys.ru/index.php?page=article&id=2387> (дата обращения: 07.11.2019).

Радиосвязь в условиях высокого уровня помех

Ампелонский Александр Юрьевич, студент магистратуры
Воронежский институт высоких технологий

Радиосвязь — разновидность беспроводной связи, при которой в качестве носителя сигнала используются радиоволны, свободно распространяемые в пространстве [1]. Достоинствами такого вида связи являются:

1. Установление связи с объектами, местонахождение которых неизвестно;
2. Возможность ширококвотательной передачи информации (большому числу корреспондентов);
3. Организация связи на неопределенные расстояния
4. Обмен информацией в зараженных участках местности, а также через территорию, занятую противником.

Основными недостатками радиосвязи являются:

1. Малая пропускная способность (малокаанальность);
2. Зависимость радиосвязи на больших расстояниях от условий прохождения ионосферных волн;
3. Возможность радиоперехвата и радиоразведки (определения местонахождения передатчика);
4. Уменьшение эффективности (дальности) радиосвязи при ее организации в движении;
5. Большое влияние электромагнитных волн на организацию и качество радиосвязи.

Радиосвязь — разновидность электросвязи, беспроводная связь, при которой в качестве носителя сигнала

используются радиоволны, то есть электромагнитные волны, свободно распространяющиеся в пространстве [1]. Организация подобного рода связи для высокопоставленных лиц или в условиях военной обстановки подразумевает в себе обеспечение радиомаскировки (комплекс мероприятий, направленных на противодействие перехвату информации или вводу ложной). Основными мероприятиями по ее обеспечению являются [2]:

1. Сокращение работы радиосредств на передачу.
2. Работа на минимальных мощностях.
3. Применение направленных антенн.
4. Регулярная смена частот.
5. Строгое соблюдение правил ведения радиосвязи.

Сокращение работы радиосредств на передачу обусловлено ограничением времени возможной радиоразведки противником. Работа на минимальных мощностях позволит сократить диапазон распространения радиоволн (Рис. 1). Применение направленных антенн сужает область передаваемого сигнала, увеличивает дальность, а также уменьшает шанс перехвата и ввода ложной информации противником. Регулярная смена частот также защитит передаваемую информацию и обеспечит дополнительный канал связи в случае компрометации [3].

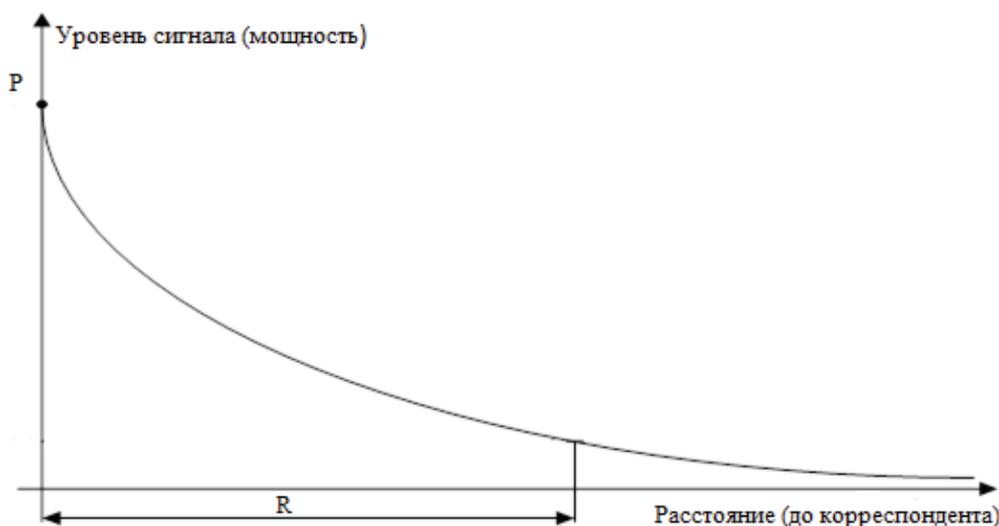


Рис. 1. Зависимость мощности передатчика от расстояния (до корреспондента)

Решением и научным прорывом в области радиосвязи и передачи информации путем электромагнитных волн, стало внедрение радиорелейных линий. Радиоре-

лейная связь — один из видов наземной радиосвязи, основанный на многократной ретрансляции радиосигналов [4] (Рис. 2).

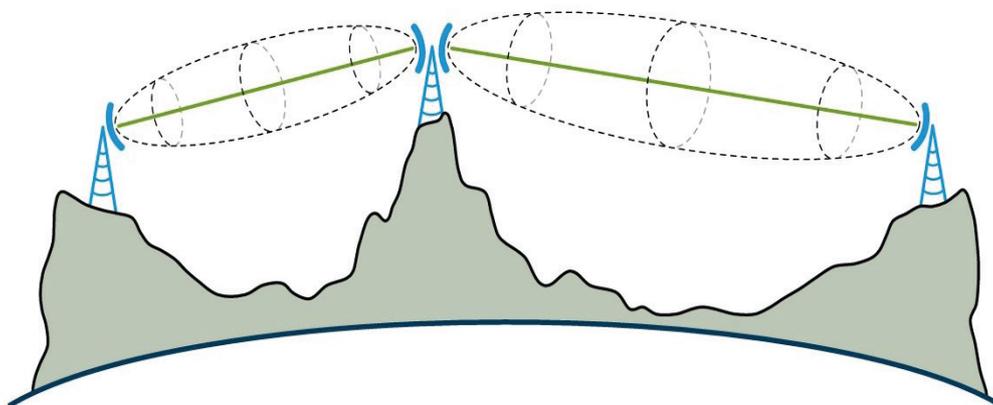


Рис. 2. Концепция построения радиорелейной связи

Достоинствами данного вида связи являются:

1. Использование высокоэффективных модуляций сигнала;
2. Направленная передача данных;
3. Высокая пропускная способность, а также дальность связи;
4. Собственные диапазоны для передачи сигналов;
5. Дуплексная передача.

Радиорелейные линии будут востребованы всегда по причине относительно высокой скорости передачи информации, передачи сигналов на дальние расстояния, простой развертки на местности.

Защищенность данных линий связи очень высока:

1. Исключение кабельных линий на всем участке организации связи сводит на «нет» вероятность обрыва линии передачи информации.
2. Организация данной связи производится на мачтах, средняя длина которых составляет 40–70 метров. Такая длина мачт упрощает организацию связи (организацию прямой видимости).
3. При организации радиорелейных линий [3] используется большой частотный разбег (от 400 МГц до 94 ГГц). При этом, чем выше частота, тем больше затухание сигнала в атмосфере. Меньшая частота способна донести

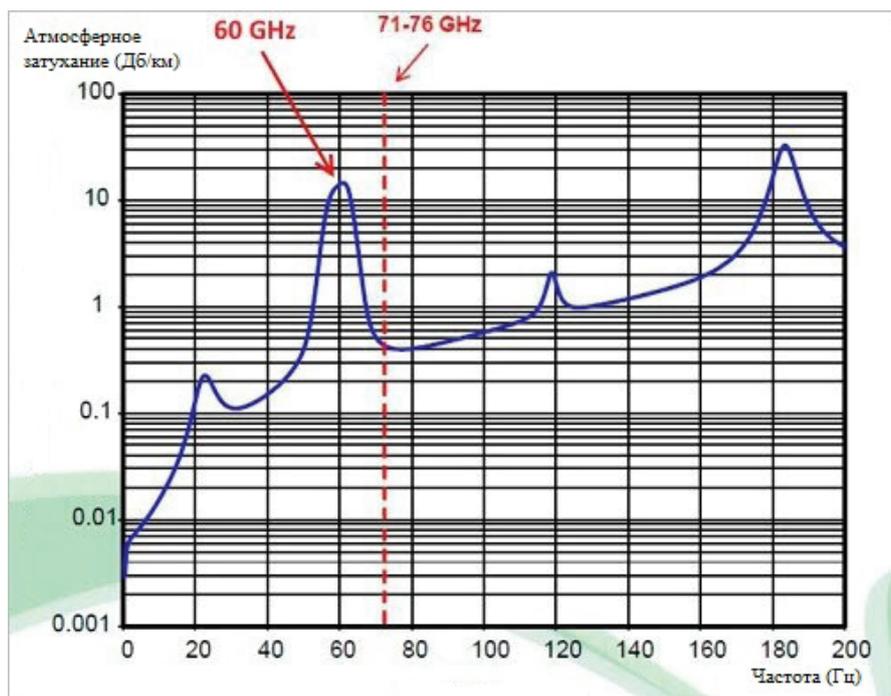


Рис. 3. Зависимость атмосферного затухания от частоты

сигнал на большее расстояние (Рис. 3), что является противоположностью типичного построения сети с использованием, например, штыревых антенн. Меньшая частота передаваемой информации и высокая мощность способствуют большей защищенности канала от помех и вмешательств в эфир противника.

4. Ретрансляционный пункт на каждом участке усиливает ослабленный сигнал с помощью регенераторов и посредством ретранслятора отправляет усиленный сигнал дальше по каналу. Данная технология снижает влияние помех и искажение исходной информации.

5. Частотная модуляция, используемая в передаче сигналов по радиорелейным линиям, способствует борьбе с искажениями, вызванными нелинейностью амплитудных характеристик передаваемого сигнала и помехоустойчивости к тепловому шуму.

6. Несмотря на высокую надежность в использовании радиорелейных линий связи, продолжают использовать технологии резервирования каналов (1+1), где

один — рабочий, второй — резервный. Также может применяться резервирование, в котором оба канала являются основными и они же — резервными. Резервирование обеспечивает дополнительную устойчивость и помехозащищенность канала.

7. В условиях военного времени, когда возможна потеря возможности передачи цифровых сигналов из-за электромагнитных влияний со стороны противника, осуществление передачи по радиорелейным линиям может осуществляться посредством аналоговых сигналов, что снизит вероятность влияния помех и попыток внедрений в эфир противника.

На сегодняшний день, радиорелейные линии являются одной из самых надежных систем беспроводной передачи информации. Эффективная работа на низких частотах, ретрансляционные и регенерационные участки, частотные модуляции и резервирование способствуют высокому качеству передаваемой информации и помехозащищенности.

Литература:

1. Радиорелейная связь // Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B9%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B2%D1%8F%D0%B7%D1%8C (дата обращения: 09.11.2019).
2. Приказ МЧС России от 26.12.2018 N 633 Об утверждении и введении в действие Руководства по радиосвязи Министерства Российской Федерации // РУЛОУС. URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-MCHS-Rossii-ot-26.12.2018-N-633/> (дата обращения: 09.11.2019).
3. Компрометация (криптография) // Википедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_\(%D0%BA%D1%80%D0%B8%D0%BF%D1%82%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%8F\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_(%D0%BA%D1%80%D0%B8%D0%BF%D1%82%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%8F)) (дата обращения: 09.11.2019).
4. В. А. Григорьев, О. И. Лагутенко, Ю. А. Распаев, В. Н. Харин, И. А. Хворов. Особенности частотного обеспечения, проектирования и строительства радиорелейных систем связи. — СПб.: Национальный Исследовательский Университет, 2014. — 151 с.

Алгоритмы и программное обеспечение системного анализа в области сервисного обслуживания населения

Бобровский Константин Сергеевич, студент магистратуры;
 Придыбайло Николай Александрович, студент магистратуры
 Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (г. Минск)

Анализ данных, полученных из многочисленных источников данных, приводит к работе с огромными объемами неструктурированных необработанных данных, которые являются большими с точки зрения объема, разнообразия и скорости сбора. Процесс анализа таких данных в последнее время является популярной областью исследований, известной как анализ больших данных. Одной из наиболее важных задач интеллектуального анализа данных является классификация [1].

Классификация ближайших соседей (KNN) является одним из самых популярных алгоритмов классификации [2]. Поскольку классический алгоритм KNN полностью основан на близости отдельных экземпляров, он сильно страдает от высоких вычислительных затрат. Кроме того, поскольку стратегия принятия решений алгоритмом основана на близости отдельных экземпляров, а не на более сильных представлениях классов, точность классификации алгоритма также не подходит для совре-

менного анализа больших данных, который требует быстрых и точных результатов.

В этой статье предлагается новый алгоритм на основе KNN и MapReduce, названный алгоритмом ZKNN. Алгоритм ZKNN пытается исправить точность классификации классического классификатора KNN.

Основная идея алгоритма ZKNN состоит в том, чтобы основывать решение о классификации классического алгоритма KNN на представлениях классов, вычисляя центры ближайших обучающих экземпляров Z, принадлежащих классам K ближайших экземпляров, обнаруженных KNN. Другими словами, классический подход к голосованию большинством заменяется более строгим классификационным реше-

нием, что также не требует больших затрат в вычислительном отношении.

Алгоритм ZKNN

Предложенный алгоритм ZKNN является алгоритмом распределенной классификации на основе KNN, который предназначен для работы в среде MapReduce. Hadoop MapReduce — это программная среда для простого написания приложений, которые параллельно обрабатывают огромные объемы данных на больших кластерах аппаратного оборудования надежным, отказоустойчивым способом [3].

Структура MapReduce алгоритма ZKNN для m количества экземпляров в наборе обучающих данных и n количества экземпляров в наборе данных тестирования представлена на рисунке 1.

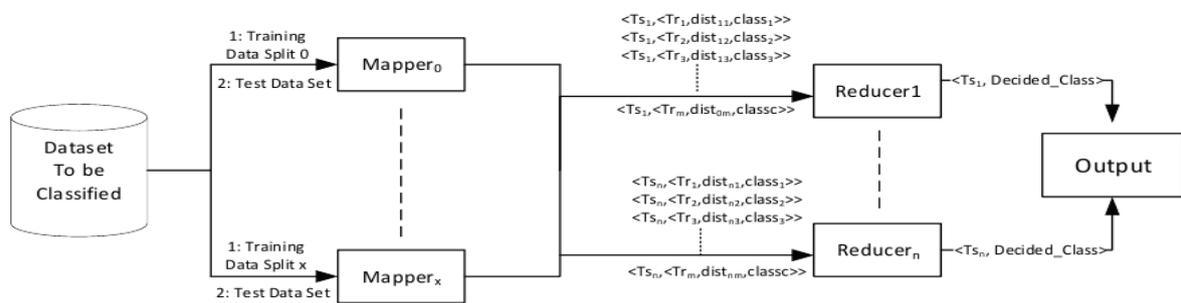


Рис. 1. Схема ZKNN

Как видно на рисунке 1, подзадачи алгоритма ZKNN состоят из функций Mapper и Reducer.

Функция Mapper отвечает за получение разделений обучающих наборов данных от драйвера MapReduce, который является основной функцией для настройки среды и управления распределенной обработкой, выполняемой поверх платформы Hadoop, и вычисления расстояний между обрабатываемым экземпляром тестирования.

В соответствии с MapReduce Framework выходные данные функции Mapper должны быть вектором <Key, Value> [3]. В алгоритме ZKNN выходной ключ Mapper является идентификатором экземпляра тестирования, а значение является объектом, который содержит используемый экземпляр обучения. Расстояние между тестированием и экземплярами обучения и есть идентификатор класса, к которому принадлежит экземпляр обучения.

После этого инфраструктура MapReduce перетасовывает выходные пары <Key, Value>, испускаемые функциями сопоставления, так что пары с общими ключами передаются в одну и ту же функцию Reducer. Другими словами, один Reducer будет обрабатывать все рассчитанные расстояния, принадлежащие одному и тому же экземпляру тестирования.

Как объяснено выше, функция Mapper отвечает за расчет расстояний между обучающим и тестовым экземплярами.

В качестве примера для расчета расстояния, если рассматриваются один экземпляр тестирования ts_i и один обучающий экземпляр tr_j , то расстояние между этими двумя экземплярами вычисляется по уравнению:

$$dist_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (ts_{i_{feat_k}} - tr_{j_{feat_k}})^2}$$

Функция Reducer содержит фазу принятия решения о классификации для тестовых экземпляров, где можно увидеть основной вклад предложенного алгоритма ZKNN.

Вход функции Reducer представляет собой список всех пар <key1, value1>, испускаемых функцией Mapper модели MapReduce. Стоит еще раз упомянуть, что один Reducer получает список пар, принадлежащих общему значению ключа. Другими словами, один Reducer получает расстояния одного тестового экземпляра до всех обучающих экземпляров, рассчитанных Mapper-ми. После получения входных данных функция Reducer находит K ближайших соседей из всех обучающих экземпляров, исследуя минимальные K расстояний среди всех значений в списке. Затем Reducer ZKNN обнаруживает, к каким классам относятся эти K соседей (например, класс A).

Основной вклад классификатора ZKNN зависит от правильного представления обнаруженных классов A, B и C, а не от расстояния до отдельных экземпляров обучающих данных. Основная идея этой стратегии обусловлена тем фактом, что, когда размер данных велик, и особенно когда данные представлены множественным числом классов и большим количеством признаков, некоторые данные могут иметь сходную близость к экземплярам разных классов. В таких случаях минимальное расстояние от отдельных экземпляров может неправильно означать, что тестовый экземпляр будет принадлежать к тому же классу.

Параметр Z в классификаторе ZKNN представляет собой количество экземпляров каждого из классов A, B и C , которые имеют самые близкие расстояния до экземпляра теста. Как было объяснено ранее в функции Mapper алгоритма, для каждого экземпляра теста расстояния до каждого обучающего экземпляра вычисляются и передаются в функцию Reducer. То есть каждый Reducer получает список, который уже отсортирован, так что Reducer-ы могут напрямую брать первое число Z элементов из каждого класса. Следовательно, без дополнительных затрат, Reducer может использовать уже имеющуюся информацию о близости.

Повторяя вычисление центраида для каждого класса, Reducer ZKNN вычисляет центраиды класса, используя

первые элементы Z . Вклад параметра Z просто предполагает, что вместо использования полной совокупности классов для вычисления центра класса, используя только Z экземпляров класса, Reducer вычисляет центр тяжести для этого класса с гораздо более низкими затратами на вычисление и при этом сохраняет корректное значение.

Результаты

Эффективность алгоритма ZKNN измеряется с точки зрения точности классификации, которая представляет собой отношение количества правильных классификаций к количеству всех классификаций.

Z				
K	3	5	7	9
5	0.9507	0.9443	0.9474	0.9443
7	0.9474	0.9443	0.9474	0.9443
9	0.9474	0.9443	0.9474	0.9443
11	0.9474	0.9478	0.9474	0.9443

(a) Wdbc Dataset

Z				
K	3	5	7	9
5	0.9524	0.9714	0.9714	0.9714
7	0.9524	0.9714	0.9714	0.9714
9	0.9524	0.9714	0.9714	0.9714
11	0.9524	0.9714	0.9714	0.9714

(b) Seeds Dataset

Z				
K	3	5	7	9
5	0.9199	0.9141	0.9147	0.9147
7	0.9196	0.9144	0.9203	0.9144
9	0.9196	0.9144	0.9203	0.9144
11	0.9196	0.9144	0.9203	0.9144

(c) Ionosphere Dataset

Z				
K	3	5	7	9
5	0.9797	0.9803	0.9803	0.9803
7	0.9803	0.9808	0.9808	0.9808
9	0.9803	0.9808	0.9811	0.9811
11	0.9806	0.9811	0.9814	0.9814

(d) Pendigits Dataset

Z				
K	3	5	7	9
5	0.9220	0.9245	0.9245	0.9220
7	0.9235	0.9265	0.9270	0.9245
9	0.9250	0.9280	0.9285	0.9255
11	0.9240	0.9275	0.9285	0.9255

(e) Satimage Dataset

Z				
K	3	5	7	9
5	0.7993	0.7974	0.8320	0.8203
7	0.7917	0.7974	0.8209	0.8092
9	0.7882	0.7973	0.8209	0.8092
11	0.7271	0.7379	0.7611	0.7608

(f) Wine Dataset

Рис. 2. Результаты точности классификации ZKNN

Что касается общей точности классификации, на рисунке 2 видно, что ZKNN удалось правильно определить класс более 92% (83% — частный случай) проверенных данных во всех наборах данных. Что касается параметра Z , можно заметить, что алгоритму ZKNN удается достичь высокой точ-

ности классификации с 5–7 ближайшими соседями в представлении класса, что также показывает, что добавление параметра Z не увеличивает стоимость вычислений значительно. Также ZKNN демонстрирует реалистичную применимость к приложениям с большими объемами данных.

Dataset	Classical K-NN	Z-KNN
Wine	0.8295	0.8320
Wdbc	0.6548	0.9507
Seeds	0.8424	0.9714
Ionosphere	0.6286	0.9203
Pendigits	0.978	0.9814
Satimage	0.9065	0.9285

Рис. 3. Сравнение показателей точности KNN и ZKNN

Как видно из сравнений производительности, ZKNN работает лучше почти во всех наборах данных, что демонстрирует, что предлагаемое представление экземпляра Z значительно улучшает характеристики точности классического KNN и некоторых его вариаций.

Единственный набор данных, в котором предложенный алгоритм ZKNN работает не сильно лучше — это набор данных Wine. Из результатов, которые наблюдались в [4], можно сделать вывод, что это скорее всего связано с особенностями распределения данных набора Wine.

Заключение

Результаты производительности ZKNN показывают, что основной вклад, который предлагает использовать центроидное представление классов данных вместо того, чтобы полагаться на расстояния отдельных экземпляров, доказывает улучшение точности классификации по сравнению с классическим алгоритмом KNN. ZKNN будет внедрен в систему классификации заведений и будет использоваться в области сервисного обслуживания населения.

Литература:

1. D. Singh and K. Reddy, «A survey on platforms for big data analytics», Journal of Big Data vol. 1, no. 8, 2014.
2. X. Wu et. Al., «Top 10 algorithms in data mining», Knowledge and Information Systems, vol. 14, no. 1, pp 137, 2008.
3. T. White, «Hadoop: A Definitive Guide», 4th ed., O'Reilly, 2015.
4. T. Tulgar, A. haydar and İ. Erşan, «Data Distribution Aware Classification Algorithm based on K-Means», International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Article in Press, 2017.

Исследование моделей оценки качества функционирования мультисервисной сети связи с адаптивной маршрутизацией

Вангаева Вероника Александровна, студент магистратуры;

Научный руководитель: Мейкшан Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор
Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики (г. Новосибирск)

В статье рассматривается неиерархическая мультисервисная сеть (МСС), построенная с использованием технологии коммутации пакетов.

Ключевые слова: мультисервисная сеть, сеть связи, адаптивная маршрутизация, коммутация пакетов, линия связи, качество услуг связи.

Главная задача работы алгоритмов маршрутизации — это устранение перегрузки на участках сети, а также обеспечение полного использования ресурсов. Самое главное — это правильное поточное распределение.

Цель и этой работы — это анализ чувствительности исследуемой сети к сбоям, возникающим при работе оборудования, установленного в отдельных участках сети. Исследование работы основано на математической модели, с помощью которой можно оценить вероятность блокировки входящего вызова.

1. Мультисервисная сеть связи (МСС)

Есть много различных определений МСС, но нам более удобно определение:

МСС является сеть связи (СС), которая построена на основе сети последнего поколения, разрешающий воспроизводить набор услуг без «рамок» и ограничений, а также она обладает легкостью в управлении, персонализации и созданию новых услуг.

Это самое емкое определение, с помощью которого можно разобрать тему этой статьи.

2. Адаптивная (распределенная) маршрутизация

Адаптивная маршрутизация — это процесс поиска свободного пути из точки источника до точки назначения через сеть узлов.

Адаптивная маршрутизация разделяется на:

- Локальную
- Распределенную
- Централизованную
- Гибридную

3. Критерии выбора сетевых технологий

В качестве критериев выбора технологии сети выберем эти:

- количество предоставляемых услуг;
- качество обслуживания QoS (Quality of Service);
- масштабируемость сети;
- стоимость сети;
- окупаемость инвестиций;
- повышение эффективности управления сетью и организаций (органов), в интересах которых она создается;
- совместимость с существующей системой кабельных линий связи;
- совместимость с имеющимся сетевым оборудованием;
- возможность совместимости или взаимосвязи с другими сетями.

Измерение этих параметров проходит на определенном интервале времени. Чем меньше интервал, тем более жесткие требования к сети (и ко всем ее элементам), так как требуется полная взаимосвязь всех узлов на пути трафика.

4. Модель службы QoS

Общая архитектура службы QoS включает в себя элементы, выполняющие следующие функции, рис. 1.1:

- обработка входящего трафика в соответствии с требованиями качества обслуживания;
- осуществление QoS-сигнализации в сети для поддержки качества обслуживания «из конца в конец»;
- обеспечение возможности управления распределением ресурсов сети (политика, определение потоков, учет и т. д.).

Расширяемость сети — возможность относительно легко добавлять отдельные элементы сети, расширять сегменты сети доступа и заменять существующее оборудование на более мощное.

Масштабируемость сети разрешает увеличивать количество элементов сети и длину трактов в больших ин-

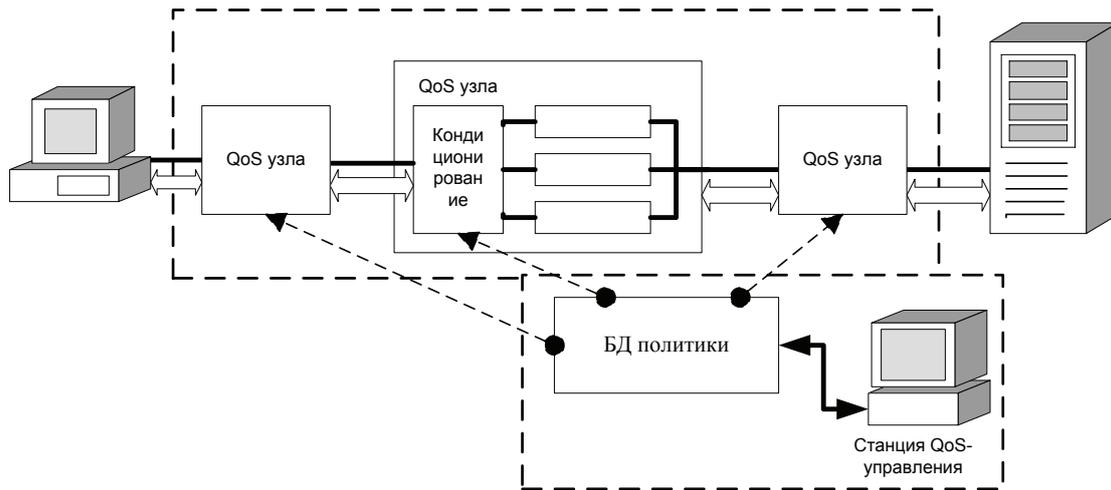


Рис. 1. Архитектура службы QoS

тервалах без уменьшения пропускной способности транспортных маршрутов.

5. Адаптивная маршрутизация по методу LLR (наименее загруженного пути)

В данном случае рассматривается адаптивная маршрутизация по методу LLR (наименее загруженного пути).

Рассмотрим путь между узлом 1 и узлом 2, состоящий из трех строк: первая строка имеет 10 единиц доступной полосы пропускания, вторая строка имеет 5 единиц, а третья строка имеет 7 единиц. Предположим, у нас есть входящие запросы, каждый из которых требует единицы пропускной способности. Какое максимальное количество запросов может обслуживать этот путь?

Легко видеть, что этот путь будет одновременно обрабатывать не более пяти дополнительных запросов. Если количество запросов превышает количество единиц доступной полосы пропускания, то линия в середине пути в этом случае будет недоступна. Таким образом, мы определяем доступность всего пути, выбирая минимальное значение количества единиц доступной полосы пропускания: $\min \{10, 5, 7\} = 5$. Таким образом, строка из 5 единиц доступной полосы пропускания будет определять ширину весь путь (рисунок 2):

Рассмотрим топологию сети, представленную на рисунке 3, с доступной полосой пропускания, отмеченной на каждой связи.

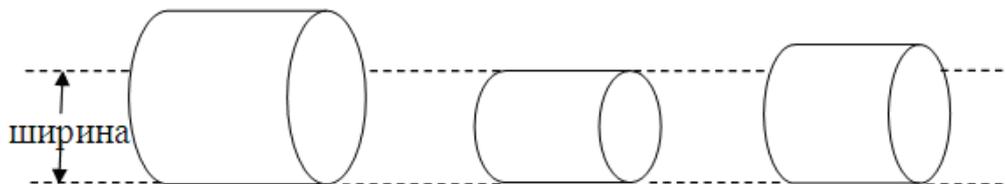


Рис. 2. Ширина пути

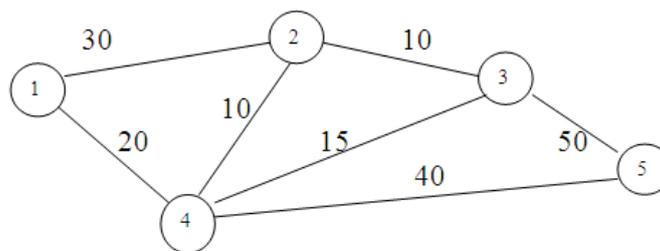


Рис. 3. Пример я топологии сети

Теперь рассмотрим я три возможных я пути между узлом я 1 и узлом я 5, таблица 1:

Нетрудно заметить, что третий путь, 1–4–5, имеет большую полосу пропускания и является таким образом привилегированным путем.

Таблица 1. Возможные пути между узлом 1 и узлом 5.

путь	доступная пропускная способность
1-2-3-5	$\min \{b_{12}, b_{23}, b_{35}\} = 10$
1-4-3-5	$\min \{b_{14}, b_{43}, b_{35}\} = 15$
1-4-5	$\min \{b_{14}, b_{45}\} = 20$

Заключение

В результате проделанной работы можете увидеть возможность количественного определения отказоустойчивости МСС. Что значит можно увидеть способность МСС подходить указанным требованиям по качеству обслуживания для входящих вызовов, даже если имеются неисправные сетевые элементы.

Этот метод базируется на решении системы математических нелинейных уравнений, которые описывают процесс распределения ресурсов сети между неоднородными информационными потоками в условиях применения механизма адаптивной (динамической) маршрутизации по схеме LLR.

Литература:

1. CISCO Internetworking Technology Overview <http://citforum.ru/nets/ito/index.shtml> (дата обращения 12.10.2019 г.).
2. Мультисервисная сеть связи — <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения 25.10.2019).
3. Мультисервисная сеть связи <http://znetwork.narod.ru/Theory/MSS.htm> (дата обращения 15.10.2019).
4. Адаптивная маршрутизация по методу LLR — <http://docplayer.ru/46737710-Оценка-vliyaniya-povtornyh-vyzovov-na-funkcionirovanie-multiservisnoy-seti-s-adaptivnoy-marshrutizatsiey.html> (дата обращения 29.10.2019).
5. Адаптивная маршрутизация — <http://juice-health.ru/internet/726-adaptive-routing> (дата обращения 11.11.2019).
6. Адаптивная маршрутизация — https://studopedia.ru/15_67926_adaptivnaya-marshrutizatsiya.html (дата обращения 29.10.2019)
7. Qos — <https://ru.wikipedia.org/wiki/QoS> (дата общения 12.10.2019).

Особенности инфраструктуры в телекоммуникационной отрасли как основной фактор развития

Митинский Аркадий Аркадьевич, студент магистратуры
Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина

Телекоммуникационная отрасль является одной из крупнейшей и быстроразвивающейся в экономике, несет в себе функцию обеспечения потребности в передаче информации, роста деловой и интеллектуальной активности общества.

Телекоммуникационная отрасль позиционируется как одна из базовых инфраструктурных отраслей экономики.

Развитие телекоммуникационной отрасли является необходимым условием для создания инфраструктуры бизнеса, возможность привлечения инвестиций в отрасль и страну, создание и развития современных информационных технологий.

Значение телекоммуникационной отрасли проявляется в постоянном увеличении ее доли в валовом внутреннем продукте страны.

Отрасль телекоммуникаций является одним из важнейших секторов экономики, обеспечивающих функ-

ционирование других отраслей хозяйства и государства в целом. Без современной телекоммуникационной инфраструктуры в России невозможно ее вхождение в мировое экономическое и информационное пространство.

Правительство Российской Федерации рассматривает развитие телекоммуникационной инфраструктуры страны как один из главных факторов подъема национальной экономики, и укрепления авторитета страны в международном сообществе.

Создание и развитие, эксплуатация и модернизация телекоммуникационной инфраструктуры следует рассматривать как важнейший фактор роста экономики не только в регионах, но и в стране.

Термин «инфраструктура» (от латинского «infra» — ниже, под; «structura» — строение, расположение), стал

широко использоваться в экономической литературе во второй половине XX века.

А. Смит в своей работе «Исследование о природе и причинах богатства народов» отмечал необходимость создания общественных сооружений и учреждений, нужных для всеобщего производства, но невыгодных для частного капитала.

Развивая эту идею, К. Маркс выдвинул идею о всеобщих условиях производства. Первоначально под этими условиями подразумевались транспорт и энергетика, а также государственная почта и другие учреждения, выступавшие в качестве фундамента (базы) производства.

Данное К. Марксом экономическое определение понятия «инфраструктура» было сформировано с помощью анализа системы обращения, в которой главным качеством инфраструктуры стала функция формирования общих факторов производства.

Инфраструктура — это совокупность отраслей и видов деятельности, которые обслуживают как производственную, так и непроизводственную сферы экономики в качестве основы их деятельности.

Инфраструктурные отрасли и объекты характеризуются высокой гибкостью зависимости от уровня производственных и социальных функций, очередности их выполнения, масштабов созданного потенциала.

В условиях глобализации, процессов информатизации, значение инфраструктурных отраслей постоянно растет, происходит их дифференциация, увеличиваются количественные и качественные показатели их работы, роль и место в мировом хозяйстве.

Инфраструктура телекоммуникаций является одним из важнейших ресурсов социально-экономического развития. Доступность и уровень развития услуг на рынке зависит от стадии технологического и экономического развития, определяет темпы экономического роста, эффективность государственного управления, охраны правопорядка и обеспечения национальной безопасности.

Телекоммуникационная инфраструктура — это информационный фундамент для создания взаимодействующих систем, основа бизнес-коммуникаций, поэтому она должна быть надежной, простой в использовании, защищенной, именно эти условия необходимы для успешного создания, функционирования и развития бизнеса.

Неразвитая инфраструктура является одним из препятствий для сохранения текущих темпов экономического роста в России.

Особенностью современного экономического развития является увеличение конкуренции в телекоммуникационной отрасли, это является основным фактором инвестиционной политики компаний в создание, развитие и модернизацию телекоммуникационной инфраструктуры для обеспечения и повышения конкурентоспособности компаний.

Инвестиционная политика компаний телекоммуникационной отрасли должна предусматривать рациональное вложение средств в создание, развитие и модернизацию телекоммуникационной инфраструктуры. Такая политика по-

зволит создать условия для внедрения новых технологий, создание новых видов услуг, улучшение их качества в будущем.

Несмотря на то, что вложение инвестиций в телекоммуникационную инфраструктуру, является самым затратным фактором производства в компаниях, при этом телекоммуникационная отрасль успешно и активно развивается именно за счет быстрой окупаемости капитальных вложений.

Именно по этому, развивающаяся телекоммуникационная инфраструктура требует взаимодействия для снижения затрат, путем сотрудничества и объединения усилий при реализации крупномасштабных проектов. Реализация проекта по обеспечению федеральной автомобильной дороги «Амур» Чита-Хабаровск подвижной радиотелефонной связью, является примером совместных работ создании телекоммуникационной инфраструктуры.

Придание проектам по созданию телекоммуникационной инфраструктуры статуса общегосударственного значения стимулирует развитие телекоммуникаций на уровне мировых стандартов, повышает конкурентоспособность, увеличивает социально-экономический эффект посредством внедрения и популяризации использования телекоммуникационных услуг во всех сферах.

Инвестиции в развитие телекоммуникационной инфраструктуры будут всегда на достаточно высоком уровне, за счет внедрения новых технологий, развития сетей четвертого поколения 4G (LTE), за счет своей низкой капиталоемкости и быстрой окупаемости вложений

Другим способом оптимизации расходов в сфере телекоммуникаций является совместное использование телекоммуникационной инфраструктуры.

Развитие телекоммуникаций привело к созданию в России первого общенационального оператора пассивной телекоммуникационной инфраструктуры, который специализируется на возведении и сдаче в аренду сети антенно-мачтовых сооружений.

Участвуя в таком проекте, компания значительно снижает расходы на капитальные вложения в инфраструктуру, и уделяет внимание другим более важным целям.

Инвестирование в телекоммуникационную инфраструктуру должно ориентироваться в первую очередь на рыночные источники, а не бюджетные, повышая при этом привлекательность отрасли для инвесторов и повышая конкурентоспособность телекоммуникационной отрасли по сравнению с другими отраслями, увеличивая долю во внутреннем валовом продукте в будущем.

В результате вложения больших инвестиций и широкомасштабной телекоммуникационной инфраструктуры трудно сделать телекоммуникационный рынок конкурентоспособным. Основные участники рынка — компании-операторы, которые владеют основными средствами инфраструктуры телекоммуникаций, занимают значительную долю рынка, и стремятся ограничить конкуренцию.

Внимание государства должно быть направлено на совершенствование законодательства. Создание и эксплуатация телекоммуникационной инфраструктуры регулируется градостроительным и гражданским кодексами, принятыми

в соответствии с ними федеральными законами и подзаконными актами, нормами земельного и жилищного законодательства, а также федеральным законом «О связи».

В интересах компаний должно быть создание не только ценовой конкуренции, но и заинтересованность в расширении и модернизации существующей телекоммуникационной инфраструктуры, использование и внедрении новых технологий.

Для инфраструктуры телекоммуникационной отрасли особое значение имеет проблема соблюдения пропорций между уровнем развития и состоянием производственного и экономического потенциала обслуживаемых отраслей и сфер деятельности.

Региональная телекоммуникационная инфраструктура, являясь частью взаимосвязанной инфраструктуры страны, должна отвечать определенным требованиям для успешной интеграции, особенно, соответствовать средним показателям развития по отрасли.

Литература:

1. Сажнева, О. А. Организационно-экономические вопросы формирования и мониторинга системы качества телекоммуникационных услуг // *Фундаментальные исследования*, 2011. № 8—1. [Электронный ресурс]: Научная электронная библиотека «киберленинка». Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/organizatsionno-ekonomicheskie-voprosy-formirovaniya-i-monitoringa-sistemy-kachestva-telekommunikatsionnyh-uslug/> (дата обращения: 05.01.2019).

Аппаратно-программный комплекс мобильного робота

Нагараев Михаил Владимирович, студент магистратуры;
Мищенко Дмитрий Юрьевич, студент магистратуры
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (г. Минск)

Среди роботов различных типов нужно выделить отдельную группу мобильных роботов.

Мобильный робот перемещается для решения тех или иных задач, получает данные с внешних датчиков, и должен постоянно обрабатывать информацию, чтобы управлять своим движением. Все эти процессы происходят непрерывно и тесно взаимосвязаны друг с другом.

Мобильные роботы, включающие в себя чувствительные элементы, исполнительные механизмы, компьютеры и обладающие элементами искусственного интеллекта, представляют весьма удобный объект для постановки, изучения и нахождения решений современных проблем мехатроники.

Их создание во многом ещё требует поиска нестандартных решений в разработке их конструкций, алгоритмического, сенсорного и программного обеспечения.

Для всех роботов этой группы свойственны общие признаки, а именно, все они используют: движитель, способный обеспечить передвижение робота в заданной среде; набор внутренних датчиков информации, обеспечи-

В последние годы роль телекоммуникаций значительно возросла, поскольку развитие телекоммуникационной инфраструктуры, оказывает влияние на современный уровень и перспективы развития производства и социальной сферы, уровень жизни населения, состояние национальной и информационной безопасности, комплексное развитие экономики регионов и страны в целом.

Формирование современной телекоммуникационной инфраструктуры обеспечит дальнейшее развитие и интенсивное использование телекоммуникационных услуг государством, бизнесом и гражданами.

В современных условиях развитие телекоммуникационной отрасли является одним из стратегических направлений развития и модернизации экономики, инвестиции в развитие телекоммуникационной инфраструктуру способствуют усилению стратегического положения страны в долгосрочной перспективе.

вающих в системе управления робота возможность регулирования состояния его систем и формирование требуемого движения его приводных механизмов; локальные и дистанционные средства определения характеристик опорных и/или профильных характеристик окружения робота для автономного исполнения процессов принятия решений о требуемом или возможном движении; интерфейс для взаимодействия (пульт управления).

Анализ предметной области и аналогов

На этапе проектирования системы были тщательно изучены существующие аналоги. Одним из наиболее приближенных примеров является мобильный робот «Варан» (рис. 1).

Данный проект — это подвижная, дистанционно управляемая платформа для выявления, обезвреживания и уничтожения взрывных устройств. Мобильный робот «Варан», помимо обнаружения, обезвреживания, уничтожения на месте или доставки в специальном контейнере в безопасное место взрывных устройств, способен также выполнять такие задачи, как ведение разведки в городских

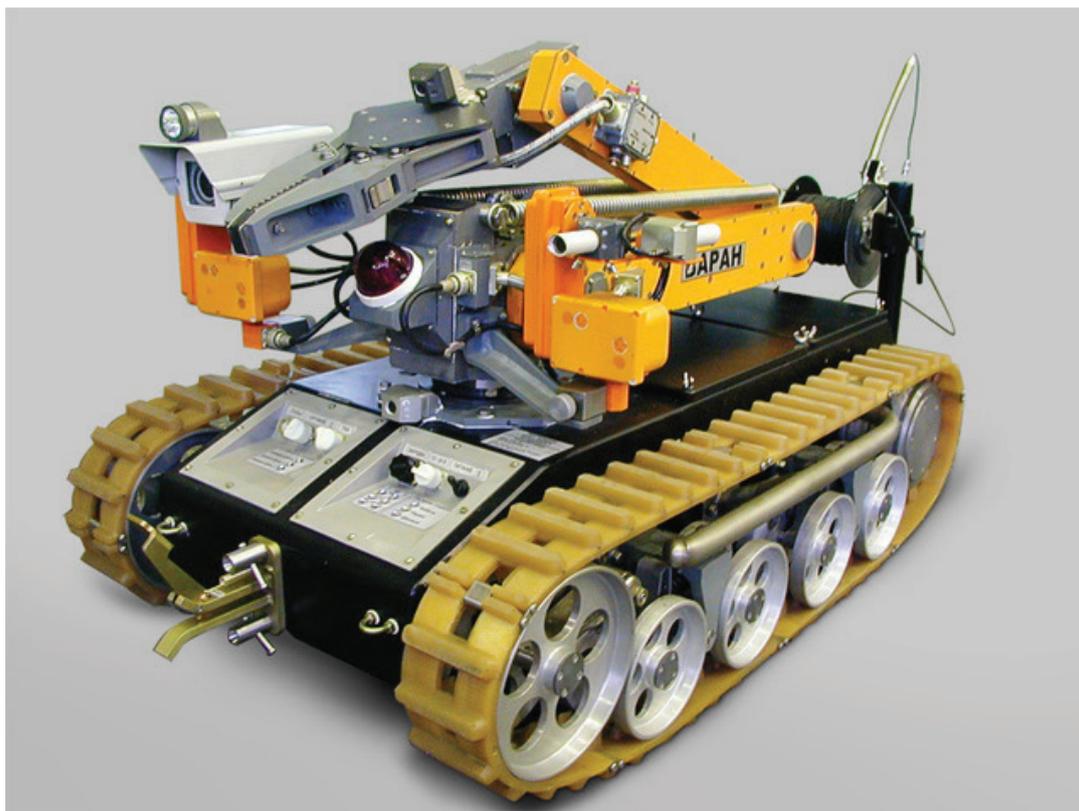


Рис. 1. Мобильный робот «Варан»

или полевых условиях и работы в опасных для здоровья и жизни человека местах (в условиях радиационного, химического и биологического заражения). Он может работать как в управляемом удаленным оператором режиме, так и в автономном режиме, по заранее введенной в него программе. На гусеничную платформу «Варана», в зависимости от поставленной задачи, может устанавливаться различное рабочее оборудование. Например, двухпаль-

цевый манипулятор, системы видеонаблюдения или водомет, служащий для уничтожения взрывных устройств.

Также, к основным недостаткам проекта относятся:

- высокая цена;
- достаточно сложное подключение;
- огромный функционал.

Еще один аналог — мобильный робот «РобоРовер М1 Education» (рисунок 2).

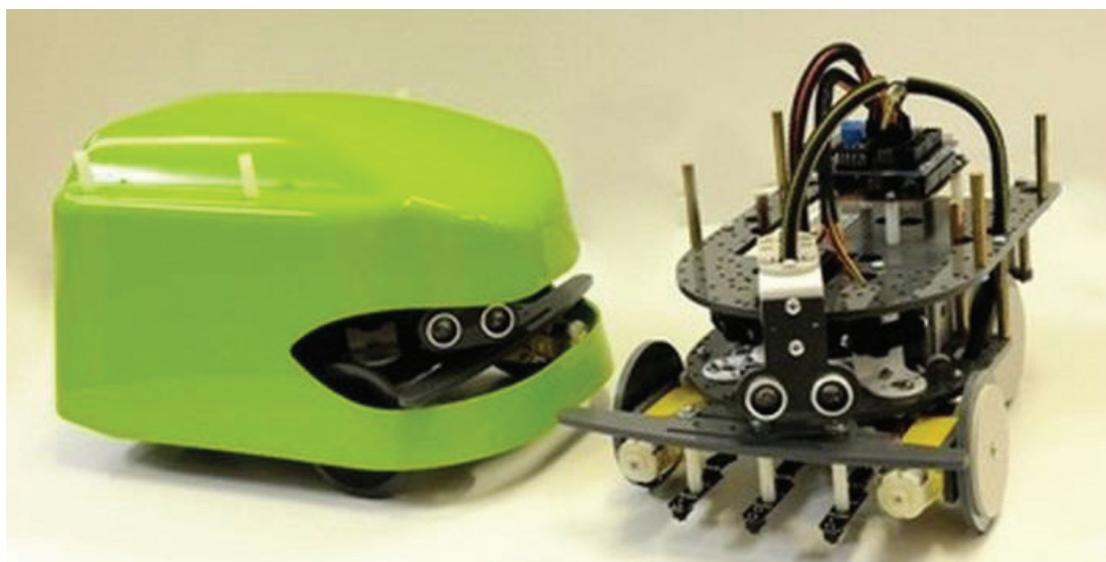


Рис. 2. Мобильный робот «РобоРовер М1 Education»

Это четырехколесный образовательный робот для практического и нескучного изучения программирования, робототехники и электроники. Робот поставляется полностью собранным и настроенным к работе. В комплекте с роботом поставляется все необходимое для первого запуска: инструкция, аккумулятор, зарядное устройство, отвертка, мини-поле для движения по линии. Робот имеет небольшие размеры для комфортной с ним работы учеником. Робот оснащен двумя оптическими датчиками расстояния Sharp, тремя датчиками линии, одним ультразвуковым датчиком расстояния на поворотном сервоприводе.

К роботу разработана графическая среда программирования под названием **РоверБлок**. В программе используются блоки, чтобы запрограммировать робота. Каждый блок отвечает за считывание показаний с определенного датчика или за действие при помощи электродвигателя или сервопривода.

Данный проект также не лишен недостатков:

- управление роботом осуществляется только по Bluetooth;
- нет мобильного приложения.

Микроконтроллеры.

Современную микроэлектронику трудно представить без такой важной составляющей, как микроконтроллеры. Микроконтроллеры незаметно завоевали весь мир. В последнее время на помощь человеку пришла целая армия электронных помощников. Одно и то же устройство, которое раньше собиралось на традиционных элементах, будучи собрано с применением микроконтроллеров, становится проще, не требует регулировки и меньше по размерам. Кроме того, с применением микроконтроллеров появляются практически безграничные возможности по добавлению новых потребительских функций и возможностей к уже существующим устройствам.

Сегодня на рынке существует множество фирм-производителей, выпускающих различные микроконтроллеры. Рассмотрим несколько из них.

Семейства ARM.

Микроконтроллеры семейства ARM — семейства лицензируемых 32-битных и 64-битных микропроцессорных ядер разработки компании ARM Limited.

В основном процессоры семейства завоевали сегмент массовых мобильных продуктов (сотовые телефоны, карманные компьютеры) и встраиваемых систем средней и высокой производительности (от сетевых маршрутизаторов и точек доступа до телевизоров). Отдельные компании заявляют о разработках эффективных серверов на базе кластеров ARM процессоров, но пока это только экспериментальные проекты с 32-битной архитектурой.

Архитектура ARM обладает следующими особенностями RISC:

- архитектура загрузки/хранения;
- нет поддержки нелинейного (не выровненного по словам) доступа к памяти;
- равномерный 16x32-битный регистровый файл;
- фиксированная длина команд (32 бита) для упрощения декодирования за счет снижения плотности кода. Позднее режим Thumb повысил плотность кода;
- одноцикловое исполнение.

Микроконтроллеры Arduino.

Стоит обратить внимание на микроконтроллеры Arduino. На них нет операционной системы, как на Raspberry Pi, они не сложны в изучении и подойдут как для новичков, так и для более продвинутых пользователей.

Отладочная плата Arduino Uno построена на микроконтроллере Atmega328P.

Платформа пользуется огромной популярностью во всем мире благодаря удобству и простоте языка программирования, а также открытой архитектуре и программному коду. Устройство программируется через USB без использования программаторов.

Основные преимущества данной платы:

- кроссплатформенность;
- простая среда программирования;



Рис. 3. Микроконтроллер Arduino Uno

- открытый исходный код;
- открытые спецификации и схемы оборудования.

Наиболее распространенные версии плат: Uno, Leonardo, Nano, Mini, Mega (рисунок 3).

Литература:

1. РобоРовер M1 Education — образовательный робот для студентов. [Электронный ресурс]. — Электронные данные. — Режим доступа: <https://mrobot.by/blog/79-roborover-m1-education-obrazovatelnyj-robot-dlya-studentov-i-shkolnikov-dlya-studentov-i-shkolnikov/>
2. Робот «Варан» — роботехническая платформа. [Электронный ресурс]. — Электронные данные. — Режим доступа: <https://3dnews.ru/563129>
3. Белов, А. В. Самоучитель по микропроцессорной технике / А. В. Белов — [2-е изд.] — СПб.: Наука и техника, 2007. — 240 с.
4. Евстифеев, А. В. Микроконтроллеры AVR Семейства Tiny. / Евстифеев А. В. — М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2007. — 432 с.

Grapeboard by Scalys — new word in IoT security

Придыбайло Николай Александрович, студент магистратуры;

Нагараев Михаил Владимирович, студент магистратуры

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (г. Минск)

The «Internet Of Things» is an ever expanding concept with more and more devices connected to the Internet. For a lot of these devices security is a secondary concern, resulting in vast amounts of «things» which are insecure. These insecure «things» become the target for large scale brute force attacks to crack login credentials. If a remote connection is established a virus can be downloaded to the device which enables it to be used for DDoS attacks.

The company from Netherlands named Scalys [1] aims to secure these «things» with their new product — Grapeboard [2]. Grapeboard is a System-on-Chip (in further SoC) module that features a layer of hardware security. This hardware security consists of Secure Boot, Trusted Execution Environments, Cryptographic accelerators and more. Since this hardware security layer is not designed by Scalys itself, enabling these functions required some work.

This article consists of an explanation of how the different security modules work. And a manual is written about how to enable the different features. Enabling these hardware security layers ensures a high level of security, unmatched by other SoCs.

1. Introduction to Secure Boot

Secure boot in short is booting only software images that are verified to be from a trusted source. This means that even during boot, before any antivirus software or similar programs are running, the device has protection to malicious attacks. Secure boot uses a chain of trust where each node (piece of software) is validated by the previous node. The first node is called the root of trust and cannot be verified by a previous node, therefore this node has to be trusted.

With secure boot the first node is a small piece of software, which is hard coded on a ROM on the SoC and is called the Internal Secure Boot Code (ISBC). This software is programmed by NXP [3] inside the SoC and is unchangeable.

The process of performing a secure boot and the preparation steps are explained below.

This article focuses on secure boot using U-Boot [4] and Linux [5] since that is originally supported by the Grapeboard user guide. Other combinations are possible as well.

Secure boot is the process of booting an image only if the authenticity can be verified. This means, that only images

uploaded by the owner of the device are booted and no malicious software is able to run.

Secure boot uses a chain of trust to start from a small piece of software in a ROM to eventually validate the linux kernel which is used during run time. Validating the nodes in the chain of trust is done with a public/private key pair, where the software images are signed with the private key. Validating the signatures is done with the public key which has to be bound to the device. If the public key is not bound to the device, attackers can simply provide another key and boot their own images. On the LS1012 [6] processor this bounding is done by permanently burning fuses inside the SoC thereby storing a hash of the public key. These fuses are located in the Security Fuse Processor (SFP) and are represented by the Fuse Box in Figure 2. A hash is stored instead of the key itself to save space.

All the images that are booted need to be signed, how signing an image works is explained in section 2. It is also graphically explained in the left part of Figure 2.

In Figure 1 the state machine of the Security Monitor (SecMon) can be seen. The SecMon is part of the secu-

rity engine which implements more security features such as block encryption algorithms, stream cipher algorithms, hashing algorithms, public key algorithms, run-time integrity checking, and a hardware random number generator.

After successful completion of secure boot, the SecMon state machine is in the Trusted state. From this state a software call can be made which switches the processor to the Secure State. If secure boot fails, the processor is either in

the Fail state or in the Non-secure state as can be seen in Figure 1.1.

2. Signing an image

Signing an image is done to verify the authenticity and integrity of that image. When an image is signed, a header is created of which the structure can be seen in Figure 1.3 and the process is visualized in the left part of Figure 1.2.

The most important part of this process is the calculation of a hash over the image to be signed. This hash en-

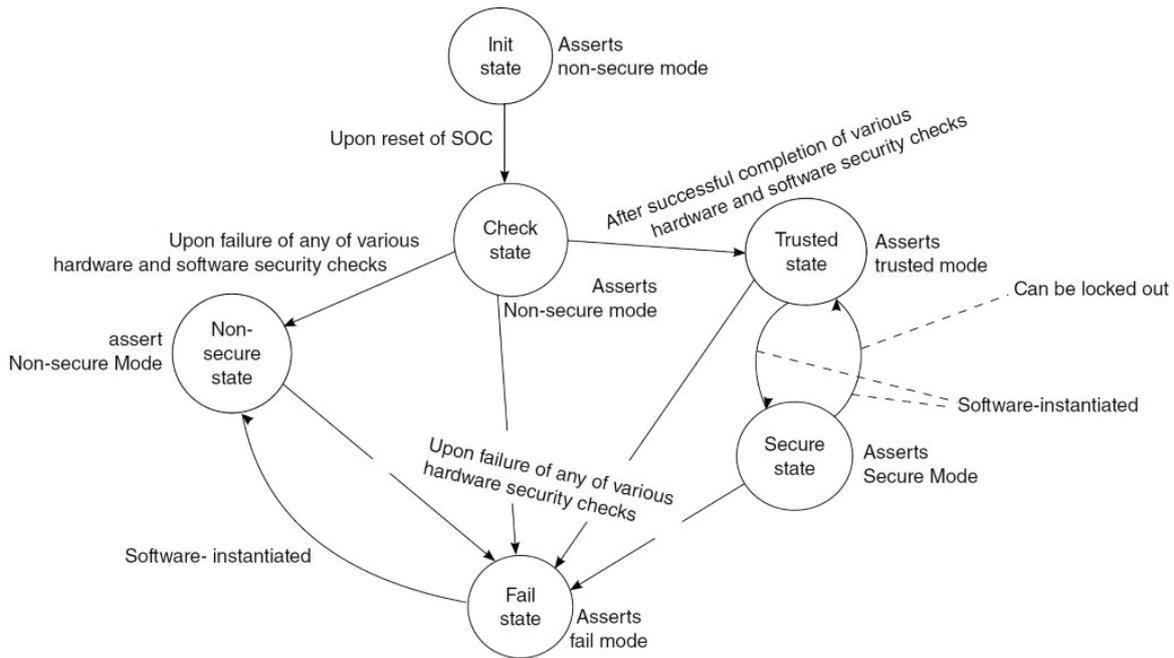


Fig. 1. The Security Monitor state machine

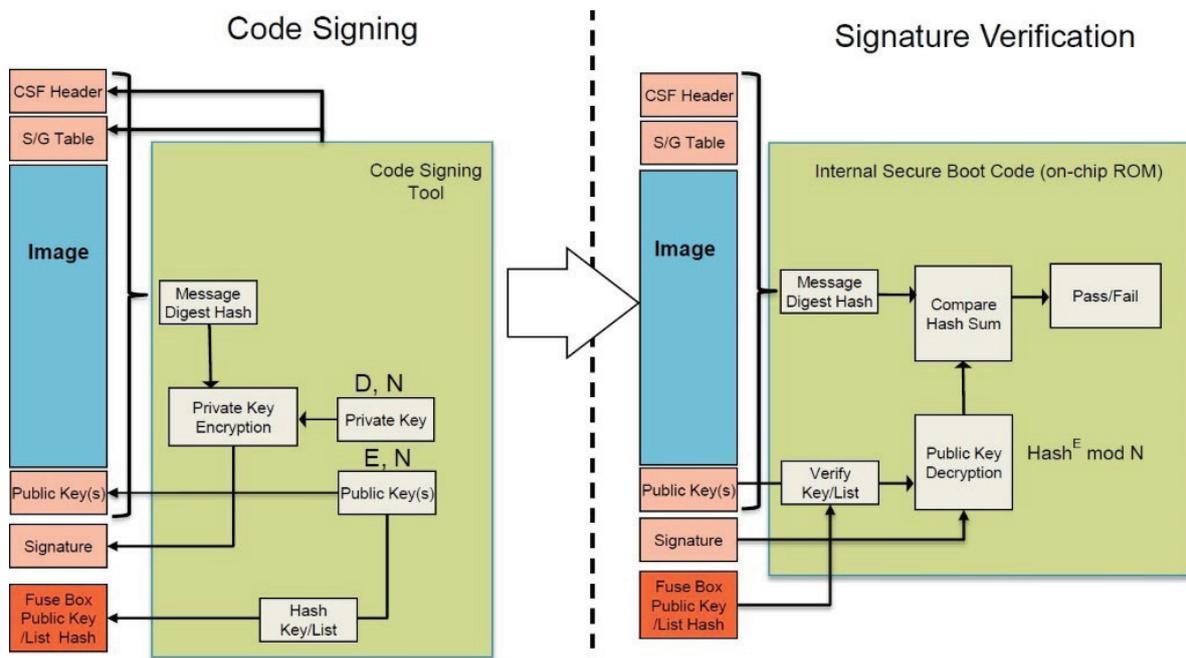


Fig. 2. Secure boot process

ensures the integrity of the system image, since a small alteration to the image leads to a totally different hash. This hash is then encrypted with the private key. Since something that is encrypted with the private key can only be decrypted with the corresponding public key authenticity is guaranteed because the encrypting instance must be the holder of the private key.

The signature (encrypted hash), public key and some administration of what is where is stored in a header which is used by the secure boot process. The public key is stored in the header as the actual key is not present in the SFP.

3. Secure Boot Process

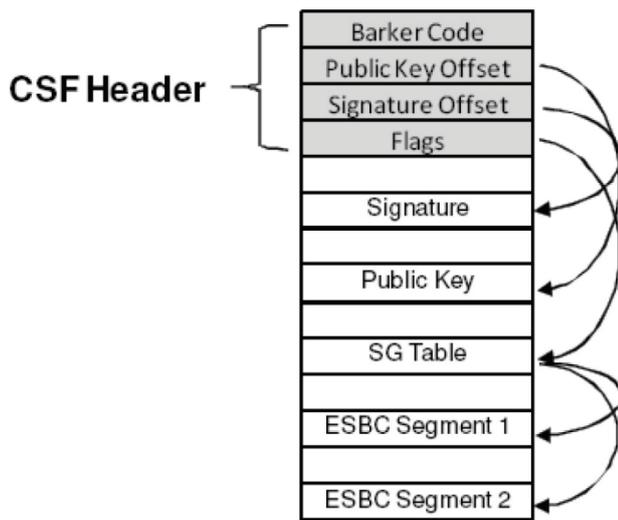


Fig. 3. Structure of header image appended

The boot process consists of multiple phases. At first the U-Boot image is verified in the ISBC phase. After that the Primary Protected Application (PPA) header is parsed and the image verified. After that further images such as the kernel and device tree can be verified by calls to `esbc_validate`. The boot flow when secure boot is enabled is described here.

3.1 Pre-Boot phase

The processor is not booted yet and all the actions are performed by the Pre-Boot Loader (PBL). The capabilities of the PBL are limited.

The Intent To Secure (ITS) bit determines if secure boot is attempted or not, so this bit is checked first. This bit can either be set in the Reset Configuration Word (RCW) when in the developing phase or burned in the SFP if the device is to be deployed in the field. A set ITS bit disables interfaces and changes memory permissions until secure software is booted.

The PBL reads the RCW and configures registers accordingly. Then a command file is read, of which the location is determined by the RCW. This command file contains (among others) a command to store a pointer to the External Secure Boot Code (ESBC) header in the ESBC Pointer Register in

the SoC. In this case this points to a header belonging to the U-Boot image.

After the PBL has completed its operations specified in the command file the PBL is disabled and the next phase begins.

3.2 ISBC phase

In this phase, CPU0 actually begins booting. This is done by executing instructions from a hardwired location within the internal ROM. These instructions are code developed by NXP and are known as the ISBC. This code is not changeable, and the only input is the value in the ESBC Pointer Register, assuming the Super Root Key Hash (SRKH) and ITS are burned in the SFP. This phase consists of a few actions of which the relevant actions are summarized:

1. ESBC pointer read CPU0 reads the contents of the word indicated by the ESBC pointer register. This is the first word of the Command Sequence File (CSF) Header and should be a barker code.

2. CSF Header parsing and public key check. The CSF Header is parsed to find the public key associated with the image and the address of the image itself, see Figure 1.3. The hash of the key associated with the image is calculated and compared with the hash stored in the SFP to verify that a valid key is used.

3. Signature validation. The validated public key is used to decrypt the signature associated with the image which results in the hash calculated when signing the image. The hash of the system image is also calculated in the crypto hardware on the SoC and compared to the decrypted hash.

4. Continue to ESBC phase. If the hashes are the same, the image is booted and booting continues to the ESBC phase, if not the CPU halts.

3.3 ESBC phase

After the ISBC is done verifying the U-Boot image it is booted.

If the U-Boot binary is built with the secure boot flag enabled, again some images are verified. At first the PPA header is loaded and parsed to validate the PPA image. The location of the header is adjustable in the U-Boot configuration menu before building.

After that the kernel and device tree are booted, the steps are given below:

1. Load image. Load the image to be verified to the RAM, this can be from the flash or from the SD card.

2. Load Header. Load the header of the image to the RAM, this too can be from flash or SD card.

3. Validate image. A call to `esbc_validate` with the header address as argument. This parses the header to find the image address and validates the image, the same as in section 1.3.2. This means that the image must be loaded at the memory address specified in the header.

4. Continue. Either continue in case of successful validation of the image or a call to `esbc_halt` if the verification fails. A call to `esbc_halt` places the core in a spin loop, preventing it from booting any further.

References:

1. Scalys. Home page. URL <https://scalys.com>.
2. Grapeboard. URL <https://grapeboard.com>.
3. NXP semiconductors website. URL <https://nxp.com>.
4. U-boot bootloader. URL https://en.wikipedia.org/wiki/Das_U-Boot.
5. Linux. URL <https://github.com/torvalds/linux>
6. NXP. QorIQ ls1012a reference manual, January 2018. URL <https://www.nxp.com/docs/en/reference-manual/LS1012ARM.pdf>.

К вопросу об использовании микроконтроллеров для реализации искусственных нейронных сетей

Скрипов Сергей Александрович, кандидат физико-математических наук, доцент
Челябинский государственный университет

В настоящее время искусственные нейронные сети могут использоваться для решения задач классификации, распознавания, предсказания. Для реализации таких нейронных сетей используются ЭВМ, имеющие достаточно большие вычислительные ресурсы, при этом может использоваться как центральный, так и графический процессор. Также существуют примеры реализации нейронных сетей на устройствах с низкой производительностью, таких как одноплатные компьютеры [1]. Обычно это различные модели Raspberry Pi [2], Orange Pi [3], Banana Pi. Однако существует также множество устройств от компаний Olimex, Cubietech, Intel [4] и многих других, на которых искусственные нейронные сети также могут быть легко реализованы.

В качестве недостатков реализации на основе ЭВМ или одноплатного компьютера можно выделить относительно высокую стоимость устройств, а также относительно высокое энергопотребление. В рамках данной работы рассматривается возможность реализации нейронной сети на базе микроконтроллеров. Их главные преимущества — относительно невысокая цена, малые размеры, малое энергопотребление. Цена микроконтроллера, на основе которого можно развернуть нейронную сеть начинается от \$1. В процессе работы микроконтроллер может потреблять ток в несколько миллиампер, а в режиме энергосбережения (сна) — <1мкА [5]. Эти особенности позволяют применять микроконтроллеры в самых различных устройствах без существенного увеличения стоимости последних. При этом возможно автономное питание от батареи, что позволяет проектировать портативные устройства [6].

В настоящее время существуют примеры успешного применения нейронных сетей на основе микроконтроллеров в различных сферах деятельности, таких как медицина или исследования. Примеры успешного применения микроконтроллеров описаны в [7] и [8].

В рамках данной работы рассматривается возможность портирования на микроконтроллер нейронной сети, обу-

ченной на классической ЭВМ. Для этого создан прототип программной системы для переноса нейронной сети и её запуска на микроконтроллере. В качестве микроконтроллера использовался модуль ESP8266 [9]. Данный модуль оснащен процессором Tensilica L106 с ультрамалым потреблением энергии, имеет 64 Кб оперативной памяти и 1 Мб флеш-памяти. Имеется также встроенный адаптер Wi-Fi, что позволяет использовать ESP8266 для реализации интернета вещей. Выбор в пользу этого устройства был сделан по причине возможности быстрого создания прототипов на языке Lua при использовании встроенного программного обеспечения NodeMCU.

Для проведения эксперимента была обучена нейронная сеть, которая классифицирует изображения одежды. Для обучения был использован датасет Fashion MNIST, содержащий размеченные изображения размером 28x28. Нейронная сеть создана с использованием платформы TensorFlow и библиотеки Keras. Входной слой состоит из 784 нейронов, выходной из 10 нейронов. Имеется один скрытый слой, количество нейронов в котором будет в рамках эксперимента составлять 64, 32 или 16 нейронов. Для скрытого слоя используется функция активации relu, для выходного слоя — softmax.

Для переноса обученной нейронной сети на другую платформу необходимо получить веса синапсов и смещения для нейронов выходного и скрытого слоев. Эти значения были сохранены в файлы в формате вещественных чисел одинарной точности.

Для работы с микроконтроллером была подготовлена сборка NodeMCU [10]. Для работы с файлами используется модуль file, для извлечения вещественных чисел в формате IEEE 754 в сборку добавлен модуль struct. Сборка позволяет производить операции над числами с плавающей точкой.

Для реализации нейронной сети были написаны два сценария: pp.lua, позволяющий делать предсказания на

```
model = keras.Sequential([
    keras.layers.Flatten(input_shape=(28, 28)),
    keras.layers.Dense(64, activation='relu'),
    keras.layers.Dense(10, activation='softmax')
])
```

Рис. 1. Модель нейронной сети

основе нейронной сети, и activation.lua, реализующий функции активации. В процессе работы данные извлекаются напрямую с флеш-памяти, так как оперативная

память не способна вместить все веса синапсов из-за её малого размера. Таким образом на микроконтроллер загружено 7 файлов (рис. 2).

```
activation.lua : 241 bytes
biases1.dat   : 64 bytes
biases2.dat   : 40 bytes
image1.dat    : 3136 bytes
layer1.dat    : 50176 bytes
layer2.dat    : 640 bytes
nn.lua        : 1515 bytes
-----
Total file(s) : 7
Total size    : 55812 bytes
```

Рис. 2. Файлы на флеш-памяти микроконтроллера

Здесь layer1.dat и layer2.dat — файлы, содержащие список весов синапсов для соответствующих уровней, а biases1.dat и biases2.dat — смещения для нейронов. Файл image1.dat содержит изображение для классификации.

Процессор ESP 8266 может работать на частотах 80 МГц и 160 МГц. Был измерен ток потребления для обоих

режимов, для частоты 80 МГц он составил 20.2 мА, для 160 МГц — 24.8 мА. На устройство подавалось напряжение 3.3 В. С помощью микроконтроллера получены предсказания, аналогичные предсказаниям, полученным с помощью ЭВМ. Результаты эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты эксперимента

Кол-во нейронов скрытого слоя	Точность	Размер данных (веса, смещения)	Время предсказания, 80 МГц	Время предсказания, 160 МГц
64	0.8848	203560 байт	53.85 секунд	31.79 секунд
32	0.8785	101800 байт	26.78 секунд	15.38 секунд
16	0.8619	50920 байт	13.62 секунд	7.83 секунд

Из проведенного эксперимента видно, что нейронной сети, реализованной на основе микроконтроллера, требуется относительно много времени для предсказания. Это связано с необходимостью вычислений с плавающей точкой, которые в данном случае реализованы программно. Для ускорения работы нейронной сети необходимо модифицировать алгоритмы таким образом, чтобы для расчетов использовались только целочисленные операции. Примеры таких реализаций приведены в [11]

Таким образом в данной статье рассмотрен вопрос переноса обученных нейронных сетей на устройства с ограниченными вычислительными возможностями, такие как микроконтроллеры. Показана принципиальная возможность такого переноса и получения предсказаний. Предсказания в реальном времени для предложенных алгоритмов невозможны, требуется их модификация. Однако для ряда задач, где не потребуется большое количество нейронов, либо в том случае, если в немедленном получении предсказаний нет необходимости, предложенный способ будет полезен.

Литература:

1. Manav Mehra, Sameer Saxena, Suresh Sankaranarayanan, Rijo Jackson Tom, M. Veeramanikandan. IoT based hydroponics system using Deep Neural Networks // Computers and Electronics in Agriculture. — 2018. — № 155 (2018). — с. 473–486.
2. Deep Neural Network Benchmark with Raspberry Pi 2, 3 and 3+ // Element14. URL: <https://www.element14.com/community/thread/63591/1/deep-neural-network-benchmark-with-raspberry-pi-2-3-and-3> (дата обращения: 10.11.2019).
3. What's Orange Pi 3 // Orange Pi. URL: <http://www.orangepi.org/Orange%20Pi%203/> (дата обращения: 10.11.2019).
4. D. Gutierrez-GalanJuan, P. Dominguez-Morales, E. Cerezuela-Escudero, A. Rios-Navarro, R. Tapiador-Morales, M. Rivas-Perez, M. Dominguez-Morales, A. Jimenez-Fernandez, A. Linares-Barranco. Embedded neural network for real-time animal behavior classification // Neurocomputing. — 2017. — № 272. — с. 17–26.
5. New/Popular 8-bit PIC MCU Products // Microchip. URL: <https://www.microchip.com/ParamChartSearch/Chart.aspx?branchID=30048> (дата обращения: 10.11.2019).
6. Umar Farooq, Muhammad Amar, Muhammad Usman Asad, Athar Hanif, and Syed Omar Saleh. Design and Implementation of Neural Network Based Controller for Mobile Robot Navigation in Unknown Environments // International Journal of Computer and Electrical Engineering. — 2014. — № 6 (2). — с. 83–89.
7. Javier Ibáñez Civera, Eduardo Garcia Breijo, Nicolás Laguarda Miró, Luis Gil Sánchez, José Garrigues Baixauli, Inmaculada Romero Gil, Rafael Masot Peris, Miguel Alcaniz Fillol. Artificial neural network onto eight bit microcontroller for Secchi depth calculation // Sensors and Actuators B. — 2011. — № 156 (2011). — с. 132–139.
8. Maria Hügle, Simon Heller, Manuel Watter, Manuel Blum, Farrokh Manzouri, Matthias Dümpelmann, Andreas Schulze-Bonhage, Peter Woias, Joschka Boedecker. Early Seizure Detection with an Energy-Efficient Convolutional Neural Network on an Implantable Microcontroller // International Joint Conference on Neural Networks, 2018.
9. WiFi модуль ESP8266 ESP07 для домашней автоматизации // Mysku. URL: <https://mysku.ru/blog/ebay/30626.html> (дата обращения: 10.11.2019).
10. NodeMCU custom builds // NodeMCU. URL: <https://nodemcu-build.com/> (дата обращения: 10.11.2019).
11. Jnana Ranjan Tripathy, Hrudaya Kumar Tripathy, S. S. Nayak. Artificial Neural Network Implementation in Microchip PIC 18F45J108-Bit Microcontroller // International Journal of Engineering and Advanced Technology. — 2014. — № 3 (5). — с. 131–135.

Достоинства и недостатки внедрения федеральной государственной информационной системы «Меркурий»

Хасанова Виолетта Евгеньевна, студент магистратуры
Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина

ФГИС «Меркурий» — это автоматизированная информационная система, предназначенная для электронной сертификации и обеспечения прослеживаемости грузов, поднадзорных государственному ветеринарному надзору, при их производстве, обороте и перемещении по территории Российской Федерации. Согласно Федеральному закону № 431 от 28 декабря 2017 года с 1 июля 2018 года оформление ветеринарных сопроводительных документов производится в электронной форме, поэтому вопрос о достоинствах и недостатках ФГИС «Меркурий» на данный момент актуален.

Цель работы: проанализировать ситуацию с внедрением ФГИС Меркурий.

Задача: выявить главные достоинства и недостатки внедрения электронной информационной системы.

Для достижения поставленной задачи были использованы аналитические отчеты «Инфостарта» и Россельхознадзора за 2018–2019 года.

Задачи внедрения «Меркурия».

Согласно аналитическому отчету информационно-аналитического центра «Инфостарт» в перечень задач информатизации ветеринарной сертификации, который

также служит экономической мотивацией внедрения ФГИС «Меркурий», входят несколько задач.

Сокращение времени оформления поднадзорной продукции. На оформление бланков строгой отчетности ухо-

дило много времени, т. к. каждая графа каждого ветеринарного свидетельства заполнялась вручную. Для оформления электронных справок времени требуется значительно меньше, ведь вручную приходится только искать фирму — получателя продукции и указывать объем. Но создание шаблона или добавление фирмы в «Избранные получатели», а также интеграция системы учета предприятия, на-пример «1С», позволяет сократить время оформления до минимума. Таким образом увеличивается время реализации продукции. [4]

Снижение трудовых, материальных и финансовых затрат на оформление документов. После внедрения ФГИС «Меркурий» отпала острая необходимость в бумажных носителях, что позволит сократить расходы на сертификацию. [3]

Учет количества импортной продукции на складах временного хранения и в зонах таможенного контроля. Учет фактически ввезенного количества продукции на территорию РФ. Эти две задачи позволят обеспечить улучшенный контроль за ввозом на территорию РФ импортной продукции, обеспечат прослеживаемость за ее перемещением. [4]

Исключение возможности оформления поднадзорной продукции, поступающей из неблагополучных в эпизоотическом отношении территорий или с предприятий, на которые наложены временные ограничения. ФГИС «Меркурий» не позволят оформлять ветеринарные свидетельства для перемещения сырья и продуктов из «грязной» зоны в «чистую», что позволит предотвратить распространение инфекционных заболеваний животных. [2]

Исключение незаконного перемещения поднадзорных грузов. Одним из недостатков бланков строгой отчетности было то, что клиент мог дать ветеринарному специалисту абсолютно любой адрес под видом своего и проверить эту информацию было очень сложно. В «Меркурий» же вносят только фактические адреса действующих и аттестованных предприятий, магазинов, складов и т. д. Таким образом можно исключить оформление ветеринарных свидетельств в места несанкционированной торговли. [3]

Создание электронного архива документов для быстрого поиска и анализа информации и уменьшение бумажного документооборота. Благодаря ФГИС «Меркурий» появилась возможность выявлять полную информацию о каждом оформленном ЭВСД, перемещении подконтрольного товара по территории РФ, результатах лабораторного исследования и т. д., что позволяет составлять более точные аналитические отчеты. [2]

Литература:

1. О ситуации с внедрением электронный ветеринарной сертификации на конец ноября 2018 года // Россельхознадзор. URL: <http://www.fsvps.ru/fsvps/news/28788.html> (дата обращения: 24.02.2019).
2. Приказ от 27 июня 2018 г. № 249 «О внесении изменений в перечень продукции животного происхождения, на которую уполномоченные лица организаций, являющихся производителями подконтрольных товаров и (или) участниками оборота подконтрольных товаров, и индивидуальные предприниматели, являющиеся производителями подконтрольных товаров и (или) участниками оборота подконтрольных товаров, могут оформлять ветери-

Недостатки системы.

Сложность разработки системы, высокая стоимость ее обслуживания и модернизации. Это должно компенсироваться за счет снижения затрат компаний и надзорных органов на обеспечение бумажного оформления и контроля. [2]

Необходимость обучения лиц, которым предоставляется доступ в систему. Помимо государственных ветеринарных специалистов доступ в «Меркурий» предоставляется лицам, уполномоченным организациями-производителями и участниками оборота подконтрольной продукции, а также индивидуальным предпринимателям, не имеющим ветеринарного образования, которых нужно обучить работе с информационной системой. [1]

Увеличение количества ветеринарных документов. Это не будет недостатком для предприятий с внедренной системой «1С» и интегрированным шлюзом. Предприятиям же без системы учета и с большим ассортиментом товара будет трудно справляться с многократно возросшим количеством ветеринарных документов. Сокращение времени оформления не всегда сможет это компенсировать. [1]

Наличие высокоскоростного интернета на предприятии. Дополнительные затраты на подключение и обслуживание интернета. Для сильно удаленных от городов и районных центров поселений проведение интернета может быть затратным, а то и вовсе невозможным. [4]

Выводы

Несомненным достоинством «Меркурия» является то, что это единая информационная система, в которой можно легко и быстро найти любую информацию по любому ветеринарному сопроводительному документу, оформленному на подконтрольный товар, что позволит усилить контроль за его качеством и безопасностью, а также перемещением по территории РФ.

Главный же недостаток, по моему мнению — это предоставление доступа в информационную систему «Меркурий» с правом оформления ветеринарных сопроводительных документов уполномоченным лицам, не осуществляющим государственный ветеринарный контроль и не являющимся специалистами в области ветеринарии. Главной целью организаций-производителей и торговых компаний является получение прибыли, а не обеспечение качества и безопасности товаров, поэтому у уполномоченных лиц этих организаций есть большой соблазн и возможность фальсифицировать ветеринарные сопроводительные документы.

нарные сопроводительные документы, утвержденный приказом Минсельхоза России от 18 декабря 2015 г. 646» // Россельхознадзор. URL: <http://www.fsvps.ru/fsvps/laws/5836.html> (дата обращения: 23.02.2019).

3. ФГИС «Меркурий»: плюсы и минусы новой системы сертификации документов // NR. URL: https://new-retail.ru/business/fgis_merkuriy_plyusy_i_minusy_novoy_sistemy_sertifikatsii_vetdokumentov2424/ (дата обращения: 23.02.2019).
4. Электронная ветеринарная сертификация и корпоративные решения для интеграции с ФГИС «Меркурий» // Россельхознадзор. URL: <http://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/news/files/27091/mercuryreport.pdf> (дата обращения: 24.02.2019).

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Приближенный метод решения нестационарных задач теории фильтрации с учетом влияния начального градиента в круговом пласте методом усреднений

Гасанов Ильяс Раван оглы, кандидат технических наук, доцент, начальник отдела;
 Джамалбеков Магомед Асаф оглы, кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник
 Научно-исследовательский проектный институт «Нефтегаз» (SOCAR) (г. Баку, Азербайджан)

Задачи проектирования разработки пластов, работающих при упругом режиме, требуют применения теории мало сжимаемой жидкости в пористой среде [1,2].

Точные методы и формулы этой теории довольно сложны. Кроме того, при решении более общих задач возникают очень большие трудности. Указанные обстоятельства вызывают необходимость применения приближенных методов. В данной статье для решения задач теории упругого режима предложен метод «усреднений».

Ключевые слова: *начальный градиент, метод усреднений, неустановившийся, приближенный, распределение давления.*

The tasks of designing the development of formations operating under elastic conditions require the application of the theory of a slightly compressible fluid in a porous medium [1,2].

The exact methods and formulas of this theory are quite complex. In addition, when solving more general problems, very great difficulties arise. These circumstances necessitate the use of approximate methods. In this article, to solve the problems of the theory of elastic mode, the method of «averaging» is proposed.

Keywords: *initial gradient, averaging method, unsteady, approximate, pressure distribution.*

Как известно, дифференциальное уравнение неустановившегося течения жидкости в круговом пласте с учетом влияния начального градиента имеет вид:

$$\alpha \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \left(\frac{\partial p}{\partial r} - \gamma_0 \right) \right) = \frac{\partial p}{\partial t} \tag{1}$$

где r — радиус-вектор точки.

Заменим уравнение (1) приближенно уравнением

$$\alpha \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \left(\frac{\partial p}{\partial r} - \gamma_0 \right) \right) = F(t) \tag{2}$$

где $F(t) = \frac{2}{R(t) - r_c^2} \int_{r_c}^{R(t)} \frac{\partial p}{\partial t} r dr$ (3)

Предположим, что задано забойное давление. Требуется определить перераспределение давления в возмущенной части пласта и дебит со временем. Граничные условия для данного случая запишутся в следующем виде:

$$p = p_0 \text{ при } r = R(t) \tag{4}$$

$$p = p_c \text{ при } r = r_c$$

Решая уравнение (1), получаем

$$p = \frac{F(t)}{4\alpha} r^2 + c_1 \ln r + \gamma_0 r + c_2 \quad (5)$$

Используя условия (4) при $r = R(t)$ получаем:

$$p_0 = \frac{F(t)}{4\alpha} R^2(t) + c_1 \ln R(t) + \gamma_0 R(t) + c_2 \quad (6)$$

при $r = r_c$ имеем:

$$p_c = \frac{F(t)}{4\alpha} r_c^2 + c_1 \ln r_c + \gamma_0 r_c + c_2 \quad (7)$$

Вычитая из (5) выражение (6) получаем:

$$p - p_0 = \frac{F(t)}{4\alpha} (r^2 - R^2(t)) + c_1 \ln \frac{r}{R(t)} + \gamma_0 (r - R(t)) \quad (8)$$

Если вычесть из (6) выражение (7), то получаем:

$$p_0 - p_c = \frac{F(t)}{4\alpha} (R^2(t) - r_c^2) + c_1 \ln \frac{R(t)}{r_c} + \gamma_0 (R(t) - r_c) \quad (9)$$

Найдя c_1 из (9), получаем:

$$c_1 = \frac{p_0 - p_c}{\ln \frac{R(t)}{r_c}} - \frac{\gamma_0 (R(t) - r_c)}{\ln \frac{R(t)}{r_c}} - \frac{F(t)}{4\alpha} \cdot \frac{(R^2(t) - r_c^2)}{\ln \frac{R(t)}{r_c}} \quad (10)$$

Подставляя это выражение в (9), получаем:

$$p = p_0 + \frac{F(t)}{4\alpha} (r^2 - R^2(t)) + \frac{\ln \frac{r}{R(t)}}{\ln \frac{R(t)}{r_c}} \left(p_0 - p_c - \frac{F(t)}{4\alpha} (R^2(t) - r_c^2) - \gamma_0 (R(t) - r_c) \right) + \gamma_0 (r - R(t)) \quad (11)$$

Для определения $F(t)$ на границе возмущенной части примем

$$\frac{\partial p}{\partial r} = 0 \text{ при } r = R(t) \quad (12)$$

Из уравнения (11) имеем:

$$\left(\frac{\partial p}{\partial r} \right)_{r=R(t)} = \frac{F(t)}{4\alpha} (2R(t)) - \frac{R^2(t) - r_c^2 - \gamma_0 (R(t) - r_c)}{R(t) \ln \frac{R(t)}{r_c}} + \gamma_0 + \frac{p_0 - p_c}{R(t) \ln \frac{R(t)}{r_c}} \quad (13)$$

На основании выражения (12), приравнявая уравнение (13) к нулю, определяем $F(t)$:

$$F(t) = - \frac{4\alpha \left(\gamma_0 R(t) \ln \frac{R(t)}{r_c} + p_0 - p_c \right)}{2R^2(t) \ln \frac{R(t)}{r_c} - R^2(t) + r_c^2 + \gamma_0 (R(t) - r_c)} \quad (14)$$

Подставив выражение (4) в формулу (11) получаем:

$$\begin{aligned}
 p = p_0 - (R^2(t) - r^2) & \left(- \frac{\left(\gamma_0 R(t) \ln \frac{R(t)}{r_c} + p_0 - p_c \right)}{2R^2(t) \ln \frac{R(t)}{r_c} - R^2(t) + r_c^2 + \gamma_0 (R(t) - r_c)} \right) + \\
 + & \left(p_0 - p_c + \frac{(R^2(t) - r_c^2) \left(\gamma_0 R(t) \ln \frac{R(t)}{r_c} + p_0 - p_c \right)}{2R^2(t) \ln \frac{R(t)}{r_c} - R^2(t) + r_c^2 + \gamma_0 (R(t) - r_c)} \right) \frac{\ln \frac{r}{R(t)}}{\ln \frac{R(t)}{r_c}} - \\
 & - \gamma_0 (R(t) - r_c) \frac{\ln \frac{r}{R(t)}}{\ln \frac{R(t)}{r_c}} + \gamma_0 (r - R(t))
 \end{aligned} \tag{15}$$

при $\gamma_0 = 0$ мы получаем известную формулу (1) для распределения давления без учета начального градиента давления:

$$p = p_0 - \frac{2R^2(t) \ln \frac{R(t)}{r_c} - R^2(t) + r^2}{2R^2(t) \ln \frac{R(t)}{r_c} - R^2(t) + r_c^2} (p_0 - p_c) \tag{16}$$

Затем из выражений (14), (3) и (16) можем определить $R(t)$ в зависимости от времени. Действительно, если из выражения (16) найдем $\frac{\partial p}{\partial t}$ и подставим в выражение (3), получим значение для $F(t)$.

Приравнявая полученное значение $F(t)$ к его значению в уравнении (14) получим дифференциальное уравнение, решение которого дает $R(t)$.

Таким образом, в данной статье используя метод «усреднения» получили формулу для распределения давления в зависимости от времени.

Литература:

1. Г.П. Гусейнов. Некоторые вопросы гидродинамики нефтяного пласта. Азербайджанское государственное издательство. Баку — 1961, 232 с.
2. Подземная гидравлика. Учебник для вузов. К. С. Басниев, А. М. Власов, И. Н. Кочина, В. М. Максимов. — М.: Недра, 1986—303 с.

Успешное применение технологии ASP заводнения для повышения нефтеотдачи. Отечественный и зарубежный опыт

Маркова Олеся Михайловна, студент магистратуры;
Севастьянов Алексей Александрович, кандидат технических наук, доцент
Тюменский индустриальный университет

В данной статье рассмотрена технология применения ASP заводнения на нефтяных месторождениях, описан механизм ASP технологии, а также обобщен и проанализирован опыт применения ASP заводнения в России и за рубежом, детально рассмотрен промышленный опыт применения данной технологии в Китае.

Ключевые слова: полимерное заводнение, ASP-технология, ПАВ, химические методы увеличения нефтеотдачи, КИН.

This article described the ASP-flooding technology in oil fields, reviewed the mechanism of ASP technology. Also, Russian and abroad experience of ASP-flooding summarized and analyzed. There is analysis the industrial experience of this technology in China.

Keywords: alkaline-surfactant-polymer (ASP) flooding, chemical enhanced oil recovery (CEOR).

В настоящее время большинство крупных нефтедобывающих месторождений находятся на поздних стадиях разработки и содержат, по большей мере, трудноизвлекаемые запасы. Доля трудноизвлекаемых запасов России постоянно растет. Фактический итоговый коэффициент извлечения нефти (КИН) в России составляет 30%, что ниже среднемирового уровня [2].

Увеличение КИН может быть достигнуто различными методами увеличения нефтеотдачи (МУН). Технологии методов разделяют на три категории: тепловые, газовые и химические.

Химические МУН — перспективная и очень эффективная технология с довольно обширной областью применения. Различают полимерное заводнение, вытеснение нефти водными растворами поверхностно-активных веществ (ПАВ), щелочное заводнение и совместное применение щелочи, ПАВ и полимера (ASP заводнение — alkaline-surfactant-polymer flooding). Среди них технология ASP заводнения играет доминирующую роль.

Типичный процесс ASP заводнения включает в себя несколько этапов:

1. Предварительная промывка, иногда используется с применением раствора солей для изменения минерализации и других свойств флюида и горных пород.

2. Закачка оторочки вытесняющего агента, который представляет собой комбинацию щелочи и ПАВ. ПАВ используется для снижения поверхностного натяжения на границе нефть-вода, увеличения гидрофильности породы и снижения капиллярного давления в резервуаре, что позволяет мобилизовать остаточную нефть. Щелочь реагирует с кислотными компонентами в сырой нефти с образованием дополнительного ПАВ в пласте, таким образом, непрерывно обеспечивая сверхнизкое натяжение поверхности раздела и освобождая захваченную нефть; также, щелочь может уменьшить адсорбцию ПАВ.

3. Далее, закачка оторочки полимера, которая увеличивает отношение подвижности нефти и закачанного раствора. В этом процессе полимер используется для увеличения вязкости закачиваемой жидкости, для минимизации каналообразования, обеспечения контроля подвижности и, соответственно, увеличения коэффициента охвата пласта.

Следующим этапом является оторочка пресной воды, которая оптимизирует процесс восстановления химических реагентов [5].

Сочетание этих трех химических веществ является синергетическим; вместе они более эффективны, чем как отдельные технологии. Технология нагнетания в пласт ASP-реагентов распространена за рубежом и нашла применение по всему миру. Специалисты концерна «Шелл» используют технологию ASP в США с 80-х годов. Первые испытания, проведенные на месторождении Уайт Касл, штат Луизиана, США и последующие испытания технологии ASP показали, что ее применение позволяет увеличить добычу нефти дополнительно на 10–25% в зависимости от условий разрабатываемого коллектора [4].

Были осуществлены пробные закачки ASP на месторождении Сент-Джозеф в Малайзии и на месторождениях Мармул, Рима и Леквайр в Омане. Компания Brunei Shell Petroleum опробовала закачку на отдельной скважине месторождения Серия.

Из-за особых пластовых условий ASP заводнение, наряду с другими химическими заводнениями, нашло широкое применение в Китае. В 1992 году на нефтяном месторождении Shengli впервые были проведены промысловые испытания ASP заводнения. Результаты применения ASP заводнения на пилотных и крупномасштабных промысловых испытаниях приведены в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что прирост КИН в среднем по всем месторождениям составляет около 20%, что делает ASP заводнение самым многообещающим из химических методов. Например, средний прирост КИН при поли-

Таблица 1. Результаты применения ASP заводнения на пилотных и промышленных испытаниях в Китае

Месторождение	Технология	Тип испытаний	Начало закачки	Площадь, км2	Сетка скважин	Расстояние между скв.	Нагн. скв.	Добыв. скв.	Пирост КИН, %
Daqing	ASP	Пилотные	Февраль 1996	11.6	5-точечная	250	75	88	15.6
		Промышленные	Сентябрь 1994	0.09	5-точечная	106	4	9	21.9
			Май 1996	0.3	5-точечная	200	4	9	19.4
			Март 1997	0.75	5-точечная	250	6	12	20.6
			Июль 2006	1.73	5-точечная	175	29	39	19.8
			Июль 2006	1.92	5-точечная	125	49	63	30.2
			Апрель 2008	1.42	5-точечная	120	44	62	20.3
			Октябрь 2008	1.21	5-точечная	125	35	44	29.4
		Промышленные*	Октябрь 2007	5.37	5-точечная	150	73	79	17.1
			Ноябрь 2008	6.94	5-точечная	150	93	94	16.4
			Май 2009	4.72	5-точечная	141	99	110	19.9
Октябрь 2009	4.77		5-точечная	141	110	104	20.5		
Shengli	ASP	Пилотные	Февраль 1992	п/а	5-точечная	150	4	9	16.8
		Промышленные**	Май 1997	0.61	5-точечная	210	6	13	14.9
Xinjiang	ASP	Пилотные	Июль 1996	п/а	5-точечная	50	4	9	24
		Промышленные**	Сентябрь 2014	0.63	5-точечная	142	9	16	20.5

* означает расширенное промышленное испытание, которое полностью подготовлено к промышленному испытанию.

** означает промышленные испытания, которые очень близки к промышленному применению с небольшим количеством проблем.

мерном заводнении на этих же месторождениях — около 11 %.

Метод ASP заводнения вступил в стадию коммерческого применения в Китае в Daqing с 2014 года. Добыча сырой нефти в результате заводнения ASP в 2016 и 2017 годах составила 3,51 млн. тонн и 4,07 млн. тонн, что составляет 9 % и 11 % годовой общей добычи нефти соответственно. В настоящее время в Daqing имеется 24 активных

промышленных блока с ASP заводнением, покрывающих начальные геологические запасы на 3.3 % (209 млн. тонн).

До 1 мая 2017 года совокупная добыча нефти в результате заводнения ASP на нефтяном месторождении Daqing составила 21,57 млн. тонн на сумму около 10 млрд долларов США. Ежегодную добычу нефти с применением ASP заводнения на месторождении Daqing можно увидеть на рисунке 1.



Рис. 1. Ежегодная добыча нефти с применением ASP заводнения на месторождении Daqing

Низкая вязкость нефти (около 10 мПа·с в пластовых условиях), низкая температура пласта (45–50 °С), средне — высокая проницаемость (500–5000 мД) и огромные запасы частично объясняют успех применения данной технологии.

Первое лабораторное исследование по заводнению ASP началось в 1987 году, а первый пилотный проект был проведен в 1994 году, через 7 лет после первоначального исследования. Промысловые испытания первой стадии считались технически успешными, но, экономически неэффективными, поскольку все ПАВ и полимеры, использо-

ванные в первых четырех промысловых испытаниях, были импортированы.

К 2001 году на месторождении Daqing было налажено собственное производство качественных ПАВ, их цена была ниже на 40% по сравнению с импортными, это помогло сэкономить на ПАВ — 372 млн. долларов. В настоящее время цена ПАВ в Daqing составляет 1450 долларов за тонну.

Расчётная стоимость барреля нефти, добытой с использованием технологии ASP, в Daqing составляет 30–40 долларов (Таблица 2).

Таблица 2. Затраты на ASP заводнение в Daqing

	Доллар США/баррель
Текущие расходы на монтажные работы	11.26
Текущие расходы на химические реагенты	12.79
Текущие расходы на по обслуживанию технологического процесса	13.30
Общая стоимость	37.35

В России первый опыт применения ASP-заводнения был осуществлен компанией «Салым Петролеум Девелопмент» (СПД) на Западно-Салымском месторождении.

В 2009 году прошли испытания на одной скважине Западно-Салымского месторождения, результаты которых продемонстрировали возможность выработки 90% оставшейся после заводнения нефти. В 2014–2015 гг. для реализации пилотного проекта ASP компания построила 7 скважин, установку подготовки смеси ASP, блок разделения эмульсий для флюидов ASP [6].

Изучение международного опыта исследования и применения ASP-технологии, позволяет сформулировать следующие выводы:

— КИН по результатам лабораторных и промысловых испытаний в мире составляет около 0.2,

— потенциал, выполнимость и эффективность заводнения ASP продолжает расти, исходя из результатов промышленного применения и совершенствования химических реагентов,

— применение ASP технологии в промышленных масштабах в России возможно только при увеличении объема фундаментальных и прикладных исследований механизма вытеснения нефти из пластов с использованием процесса ASP заводнения и усовершенствовании его промышленных испытаний на нефтяных месторождениях,

— производство отечественного ПАВ, создание технологии подбора ASP реагентов для различных месторождений позволят уменьшить стоимость барреля нефти, добытого при использовании данной технологии.

Литература:

1. Алексеев, А. Максимальная отдача [Электронный ресурс]: Онлайн журнал «Сибирская нефть». — 2016. — № 130. Режим доступа: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2016-april/1113026/>.
2. «Детальный обзор энергетической политики Россия-2014» [Электронный ресурс] // Статистика Международного Энергетического Агенства (МЕА) // Режим доступа: https://www.iea.org/media/russian/IDR_RUSSIA_2014_RUS.pdf.
3. Лабораторные и полевые испытания заводнения АСП [Электронный ресурс] / Волокитин Я. Е. [и др.] // Режим доступа: <https://rogtecmagazine.com/laboratory-and-field-tests-for-an-asp-flooding-project/>.
4. «Методы увеличения нефтеотдачи» брошюра концерна «Шелл».
5. Нажису, Ерофеев В. И. Исследование и применение комплексной технологии заводнения для повышения нефтеотдачи пластов. // Успехи современного естествознания. — 2017. — № 10. — с. 96–100.
6. «СПД запустила технологию повышения нефтеотдачи АСП» [Электронный ресурс] // Официальный сайт издательской группы «Индустрия». — Режим доступа: <http://indpg.ru/news/91797.html>
7. Chang, H. L., Zhang Z. G., Wang Q. M., Guo Z. D., Sun H. Q., Cao X. L., Qiao Q. «Advances in Polymer Flooding and Alkaline/Surfactant/Polymer Processes as Developed and Applied in the People's Republic of China» JPT, February 2006
8. Hu Guo, Ruicheng Ma, and Debin Kong «Success and Lessons Learned from ASP Flooding Field Tests in China» Conference Paper/January 2017/ DOI: 10.2118/186931-MS, Режим доступа: <https://www.onepetro.org/conference-paper/SPE-186931-MS>.

Исследование методов синхронизации несущей задающих генераторов, разнесённых в пространстве

Нгуен Суан Чьонг, аспирант
Тульский государственный университет

В данной работе исследуется метод синхронизации несущей задающих генераторов, разнесённых в пространстве, требования к системе синхронизации, рассматривается работа системы фазовой автоподстройки частоты.

Investigation of synchronization methods carrier required generators distributed in space

Nguyen Xuan Truong
Tula State University

Key words: *synchronization methods, phase synchronization.*

Актуальность

В настоящее время точная фазовая синхронизация синхросигналов или сигналов гетеродина в распределенных системах является постоянным требованием при проектировании широкого спектра систем с приложениями в телекоммуникациях и, например, в фазированных антенных решетках. Выполнение этого требования является сложной задачей, когда расстояние между подсистемами велико с точки зрения длины волны и, в частности, когда это расстояние изменяется во времени.

Синхронизация фазы несущей является наиболее важной задачей для реализации распределенных систем формирования луча и оптимизации их энергетической эффективности. В то же время фазовая синхронизация имеет решающее значение для реализации распределенных (бистатических / мультистатических) радиолокационных систем [1].

Целью данной работы является разработка методики синхронизации пространственно разнесенных устройств. Для этого необходимо:

- Получить аналитическое выражение фазового смещения сигналов, генерируемых генераторами, разнесёнными в пространстве;
- Разработать алгоритм автоматической подстройки фазы;
- Оценить влияние пространства на систему синхронизации.

Описание системы

Основным требованием задачи синхронизации является синхронизация обоих разнесённых генераторов. Одним из возможных методов является фиксация одной частоты относительно другой. Эта операция может сочетаться с компенсацией сдвига фазы. Подобная схема изображена на рисунке 1. Схема состоит из двух блоков, ведущее и ведомое устройство (центральный и удаленный блок), распределенных на расстоянии d друг от друга.

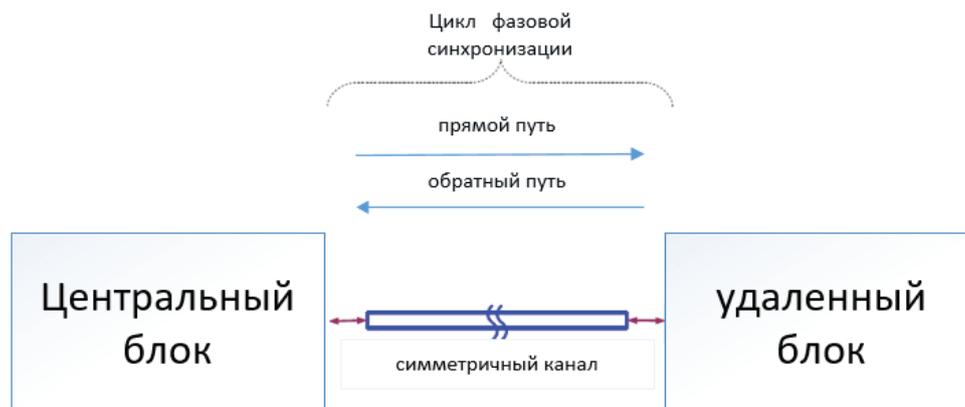


Рис. 1. Синхронизация частоты и фазы несущей между двумя генераторами

Этот метод работает при условии, что канал симметричный. Это означает, что свойства канала идентичны для обоих направлений распространения. Таким образом, задержки распространения и сдвига фазы (φ_d) для заданной несущей частоты будут одинаковым в обоих направлениях. В соответствии с этим предположением, если фазовые сдвиги туда и обратно могут быть измерены, то можно найти способ разделения этих измерений.

Опорный несущий сигнал может быть сформирован в центральном блоке, как синусоидальная функция времени t с заданной частотой ω_0 и фазой φ_0 в виде

$$u(t) = u_m \cos(\omega_0 t + \varphi_0).$$

Этот сигнал распространяется в пространстве с постоянной скоростью в точку, находящуюся на расстоянии d от центральной точки. Таким образом, сигнал в точке наблюдения будет

$$u(t) = Ku_m \cos(\omega_0 t + \varphi_0 + \beta d), \beta = 2\pi/\lambda,$$

где λ — длина волны.

Поэтому задача синхронизации несущей для измерения разности фаз φ_d и компенсации её в удалённой точке заключается в использовании двух частот, полностью синхронизированных по фазе.

Тем не менее, проблема усложняется, когда расстояние между двумя точками велико и не может быть определено непосредственно. Фазовое смещение будет также неизвестно, даже если есть способ, чтобы точно измерить расстояние.

Поэтому были предложены методы, чтобы решить эту проблему. Эти системы, работая с обратной связью, измеряют и компенсируют фазовые ошибки несущего сигнала. В каждом блоке сигнал на выходе генератора поступает в систему фазовой автоподстройки частоты, которая сравнивает и корректирует начальную фазу своего опорного генератора.

Система фазовой автоподстройки частоты

Фазовая автоподстройка частоты (ФАПЧ, англ. Phase Locked Loop) — система автоматического регулирования, подстраивающая фазу управляемого генератора так, чтобы она была равна фазе опорного сигнала, либо отличалась на известную функцию от времени. ФАПЧ сравнивает фазы входного и опорного сигналов и формирует сигнал ошибки, соответствующий разности между этими фазами. Сигнал ошибки проходит далее через фильтр низких частот и используется в качестве управляющего для генератора, управляемого напряжением (ГУН), обеспечивающего отрицательную обратную связь. Если выходная частота отклоняется от опорной, то сигнал ошибки увеличивается, воздействуя на ГУН в сторону уменьшения ошибки. В состоянии равновесия выходной сигнал фиксируется на частоте опорного [2].

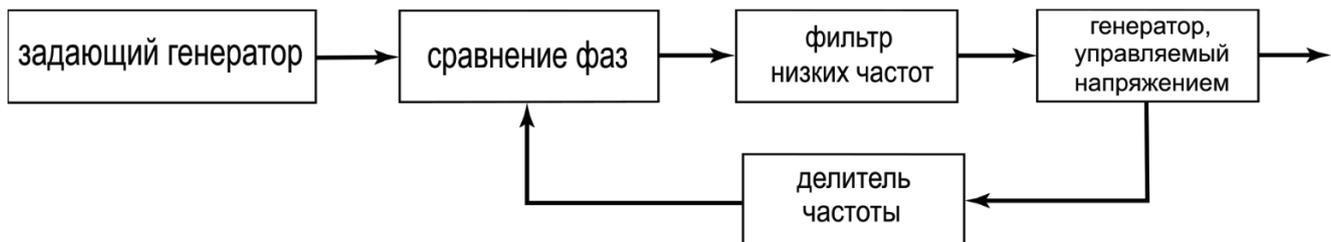


Рис. 2. Структурная схема системы ФАПЧ

Работа схемы ФАПЧ

Схемы ФАПЧ используются в передатчиках и приемниках, при аналоговой и цифровой модуляции, а также при передаче цифровых сигналов. Схема ФАПЧ позволяет обеспечить точную настройку, частотную селекцию и фильтрацию без использования громоздких элементов фильтров, используемых в схемах детектирования. ФАПЧ представляет собой систему управления с петлей обратной связи, в которой параметрами регулирования являются частота или фаза сигнала. Структурная схема петли ФАПЧ (рис. 3.) содержит три основных блока:

- фазовый компаратор или фазовый детектор (ФД)
- петлевой фильтр (фильтр низких частот, ФНЧ)
- генератор, управляемый напряжением (ГУН)

ФД (или детектор ошибки) сравнивает фазы сигнала опорного генератора $U_{он}$ и выходного сигнала ГУН U_0 и вырабатывает напряжение U_1 , величина которого зависит от разности фаз этих сигналов. Если эта разность равна φ радиан, то выходное напряжение ФД будет определяться выражением,

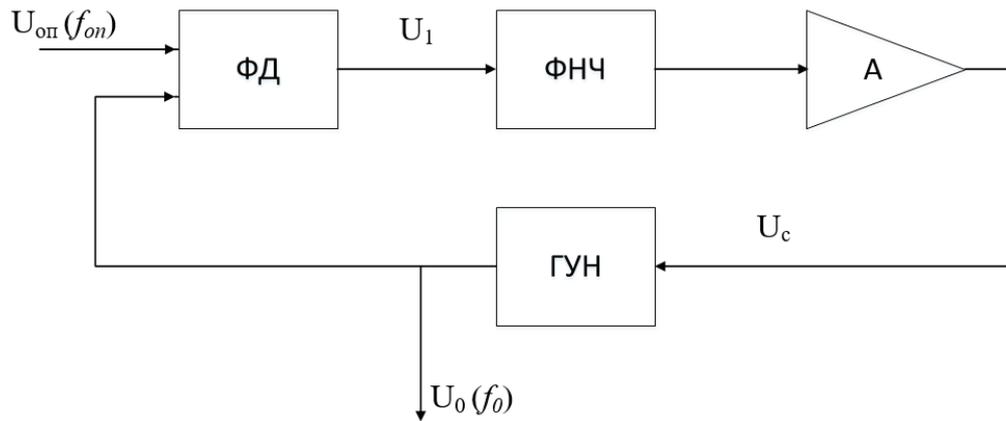


Рис. 3. Структурная схема петли ФАПЧ

$$U_1 = K_\varphi \left(\varphi - \frac{\pi}{2} \right), \tag{1}$$

где K_φ — коэффициент передачи «фаза — напряжение» ФД.

Выходное напряжение ФД пропускается через ФНЧ для подавления высокочастотных составляющих и комбинационных частот, которые присутствуют в опорном сигнале и на выходе ГУН. Напряжение с выхода ФНЧ усиливается и используется как управляющее для ГУН (U_c). Величина его вычисляется по формуле:

$$U_c = K_\varphi A \left(\varphi - \frac{\pi}{2} \right), \tag{2}$$

где A — коэффициент усилителя. Такое управляющее напряжение обеспечивает изменение частоты ГУН по отношению к частоте его собственных колебаний f_0 до уровня: $f = f_0 + K_U U_c$ (3)

где K_U — коэффициент передачи «напряжение — частота» ГУН.

Когда осуществлен захват опорного сигнала $f_{оп}$ схемой ФАПЧ, справедливо равенство:

$$f = f_{оп} = f_0 + K_U U_c, \tag{4}$$

Поскольку согласно (3) $U_c = \frac{f_{оп} - f_0}{K_U} = K_\varphi A \left(\varphi - \frac{\pi}{2} \right)$

$$\text{Получим: } \varphi = \frac{\pi}{2} + \frac{f_{оп} - f_0}{K_U K_\varphi A}, \tag{5}$$

Таким образом, если схема ФАПЧ захватила опорный сигнал, то сдвиг по фазе между этим сигналом и выходным сигналом ГУН устанавливается равным φ , и две частоты $f_{оп}$ и f_0 будут точно синхронизированны.

Моделирование и анализ результатов

В данном разделе рассматривается одночастотная схема синхронизации в удаленном блоке, где принимается сигнал от центрального блока со сдвигом фазы, в значительной степени определяющий зависимость ошибки по фазе от частоты среза ФНЧ, и точность синхронизации всей схемы.

Для моделирования фазового детектора и оценки реализуемости метода синхронизации в среде Simulink MATLAB [3] была разработана имитационная модель схемы (рис. 4). Опорный сигнал от генератора центрального блока моделируется с помощью блока вычисления тригонометрических функций Trigonometric Function, который выполняет вычисление тригонометрической функции $\cos(\omega_0 t + \beta d)$, где β — волновое число, а изменение расстояния d реализовано с помощью блока источника линейно изменяющегося воздействия Ramp [3]. Схема ФАПЧ в среде Simulink моделируется с помощью стандартного блока PLL [4].

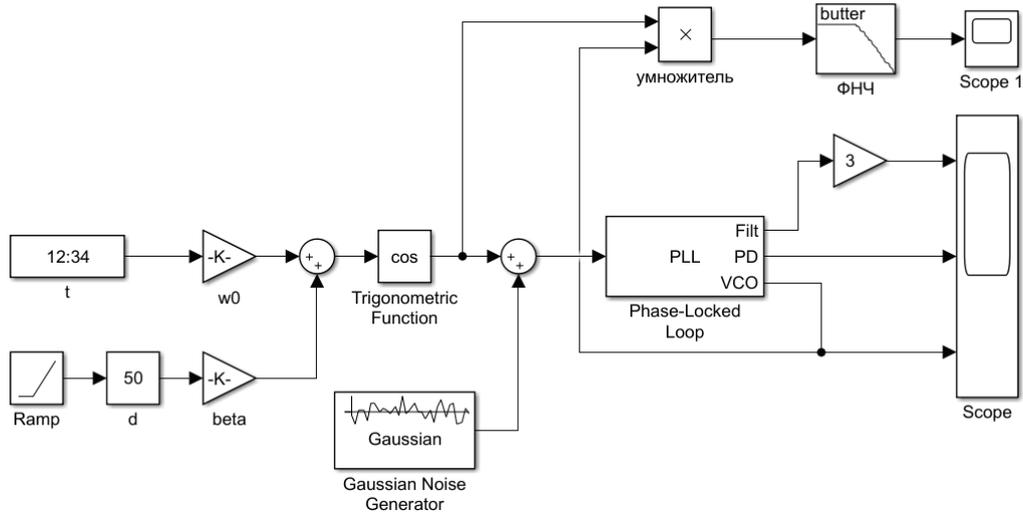
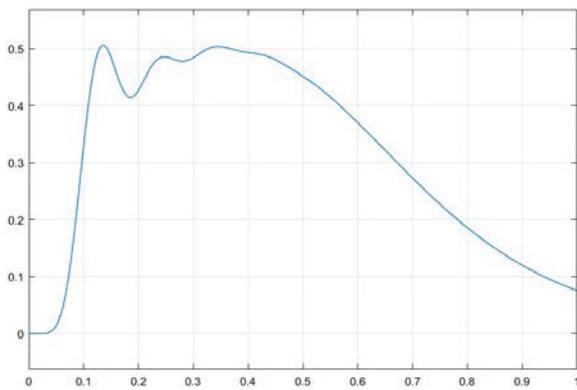
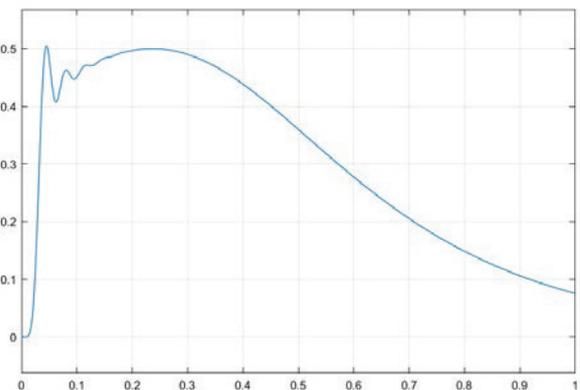


Рис. 4. Схема для моделирования работы ФАПЧ

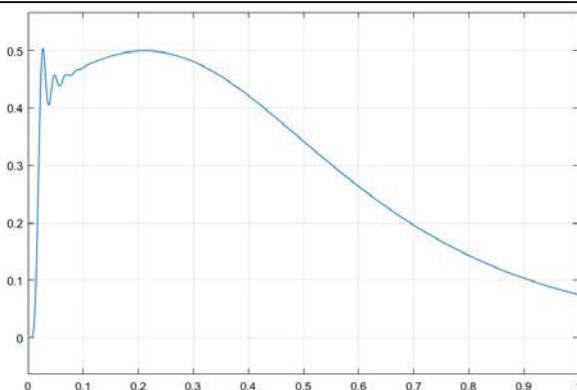
В качестве шума используется стандартный Гауссовский шум (нормальное распределение с математическим ожиданием $\mu = 0$ и стандартным отклонением $\sigma = 1$). Скорость перемещения удалённого блока 50 м/с, низкочастотный фильтр Баттерворта 8-го порядка.



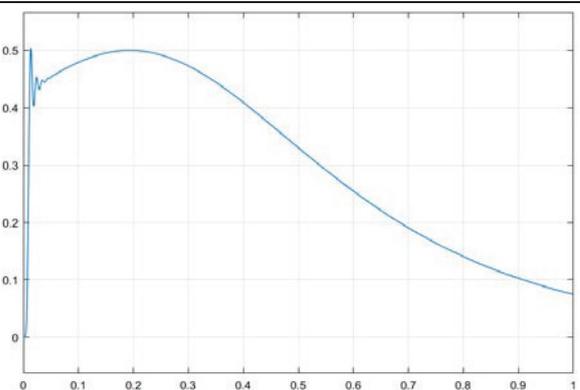
а) $f_{cp}=10$ Гц



б) $f_{cp}=30$ Гц



в) $f_{cp}=50$ Гц



г) $f_{cp}=100$ Гц

Рис. 5. Ошибки по фазе при различных частотах среза ФНЧ

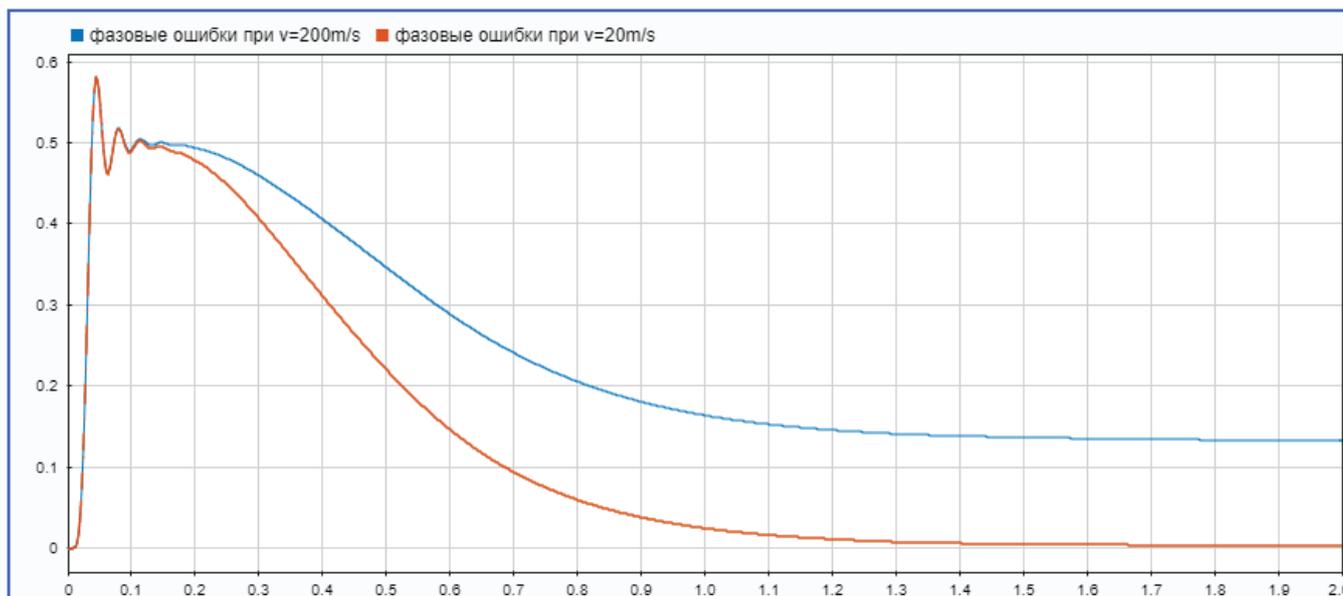


Рис. 6. Ошибки по фазе при различных скоростях изменения расстояния

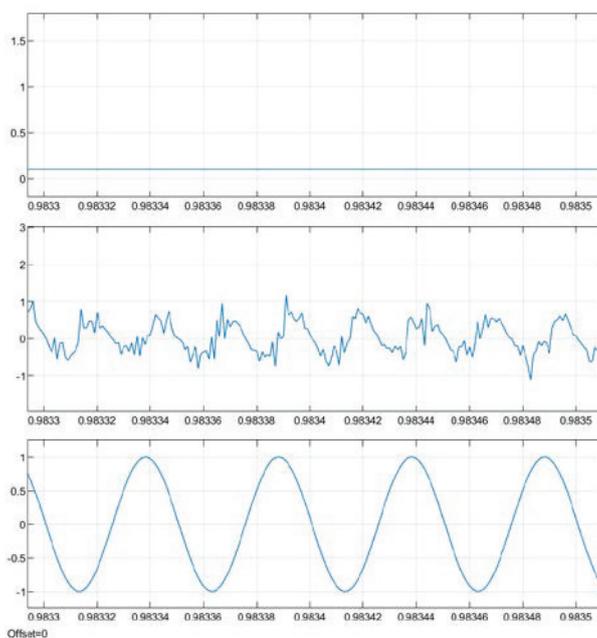


Рис. 7. Сигналы на выходе ФАПЧ (ФНЧ, ФД, ГУН соответственно)

Из графиков видно, что при различных значениях частоты среза ФНЧ схема работает устойчиво; чем выше скорость изменения расстояния, тем больше фазовые ошибки, но фазовый сдвиг компенсируется. Выходное напряжение фазового детектора пропорционально фазе принимаемого сигнала и искажается при присутствии шума. Сигнал на выходе ГУН не зависит от уровня шума.

Основные выводы

Фазовая стабильность системы синхронизации зависит не только от выбранной частоты среза ФНЧ, но и от скорости перемещения удаленного блока. Качество сигнала в большей степени определяется качеством опорного сигнала в центральном блоке. Однако, характеристики сигнала будут зависеть от характеристик среды передачи и от качества составляющих подсистем, используемых для построения схемы синхронизации. Таким образом, эффективность системы должна быть промоделирована в зависимости от свойств канала и подсистемы синхронизации.

Однако некоторые характеристики этой схемы в дополнение к требованию о совершенной направленности подсистем делают невозможным её практическое осуществление. Одним из этих условий является то, что фазовые детекторы центрального блока и удаленного устройства должны работать на несущей частоте f_c . Эта частота для общей системы микроволновой связи имеет порядок несколько ГГц, в то время как типичные фазовые детекторы хорошо рабо-

тают только на частотах порядка нескольких МГц. С другой стороны, фазовые детекторы предназначены для работы в линейном режиме, обеспечивающем нулевую или малую фазовую ошибку. Однако в этой схеме фазовый детектор в центральном блоке должен работать с различными фазовыми погрешностями (до 2 ф), что не позволяет работать в линейном режиме.

Достоинством данной схемой является простая реализация, основана на передаче одной несущей частоты между двумя удаленными друг от друга станциями: один центральный блок и один выносной блок.

Литература:

1. Juan Carlos Merlano Duncan, «Phase Synchronization Scheme for Very Long Baseline Coherent Arrays», 2012. 197 с.
2. Голуб, В. Система ФАПЧ и ее применения. Chip News. 2000. № 4. 15 с.
3. Черных, И. В. Simulink: Инструмент моделирования динамических систем. М.: Диалог-МИФИ. 2003. 252 с.
4. <https://www.mathworks.com/help/comm/ref/basebandpll.html>.

Существующие способы повышения энергоэффективности на технологических установках

Пастухов Артем Владимирович, студент;
Сафаров Динар Оптелохатович, кандидат технических наук, доцент
Уфимский государственный нефтяной технический университет

В данной статье рассмотрены способы оптимизации технико-экономических показателей промышленных установок на нефтеперерабатывающих заводах. На данный момент одна из главных задач нефтеперерабатывающих заводов — сокращение потерь и повышение показателя энергоэффективности до уровня лучших мировых практик.

Ключевые слова: энергоэффективность, технологическая установка, пинч-анализ, рекуперация тепла, теплообменное оборудование.

Наиболее энергоемкими в отраслях нефтеперерабатывающей промышленности являются процессы гидрокрекинга, каталитического крекинга и риформинга, гидроочистки, коксования и производства масел [1].

Снижение удельного энергопотребления установок можно при помощи модернизации установок и заводов в целом, а также совершенствованием отдельных технологических операций.

Одним из приоритетных направлений повышения эффективности энергосбережения существующих производственных процессов являются следующие технологические операции:

1) Увеличение использования вторичных топливно-энергетических ресурсов

Например, на многих установках, использующих пар в теплообменных аппаратах, существует практика использования пара вторичного вскипания. Технологический блок выглядит при этом следующим образом: пар по конденсатоотводчикам поступает в паросепараторы, при этом генерируется вторичный пар, возвращаемый в теплообменники. Схема использования пара вторичного вскипания представлена на рисунке 1 [2].

2) Максимальное использование рекуперации теплоты. Рекуператор устанавливается на пути отходящих

газов, например, из печи в дымовую трубу. При этом рекуперация позволяет экономить до 30–40% потребляемой энергии. В цикле печного нагрева рекуперация тепла позволяет, использовать подогретый воздух вместо воздуха окружающей температуры, улучшает горение топлива в печи, снижает его химический и механический недожог. Схема рекуператора, представленная на рисунке 2, это рекуператор с перекрестным движением сред и особенно перекрестно-противоточное, являются наиболее технологичной и удобной в эксплуатации конструкцией.

3) Решить проблему повышения энергоэффективности установок также можно при помощи оптимизации режимов работы технологических установок. При этом условия оптимизации зависят от специфики технологического процесса.

Во многих случаях наряду с повышением тепловой эффективности оборудования необходимо решать и другие не менее важные задачи: такие как: снижение металлоемкости, повышение эксплуатационной надежности и ремонтпригодности [3].

Многие технологические печи, эксплуатирующиеся с начала действия установок, имеют ряд недостатков:

- неэффективные горелки;
- теплотери через стенки печи или через выходящие дымовые газы.

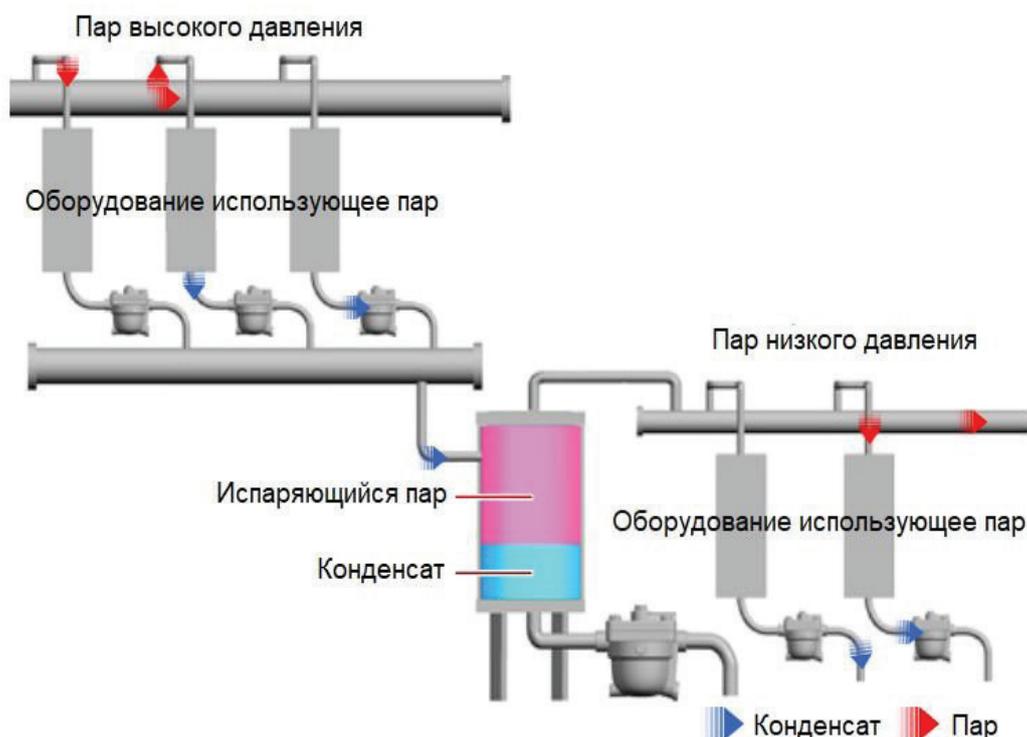


Рис. 1. Пример утилизации вторичного пара с помощью емкости вторичного вскипания

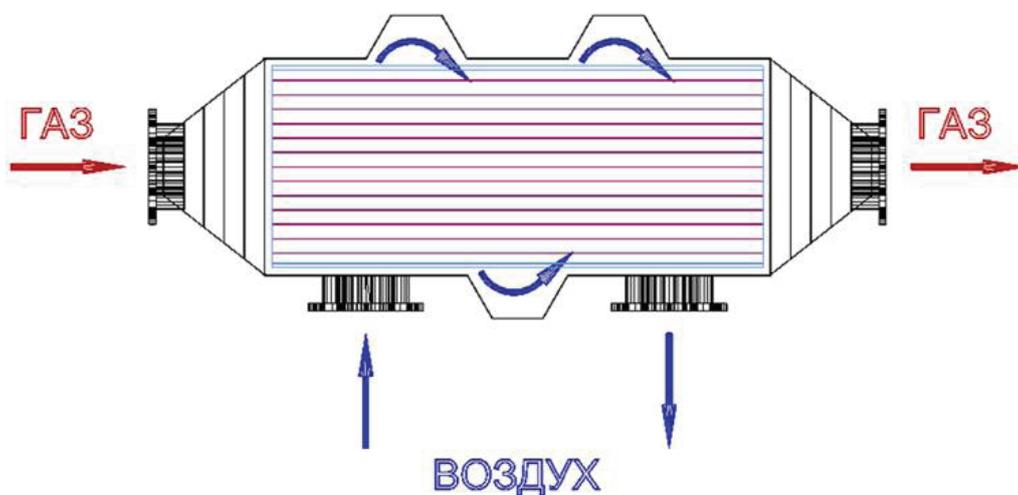


Рис. 2. Схема двухходового рекуператора ОПТ

На данный момент имеется несколько путей повышения эффективности работы трубчатых печей, такие как:

- повышение равномерности нагрева по окружности и длине радиантных труб;
- приведение в соответствие фактических и допускаемых теплонапряжений;
- повышение КПД печей за счет снижения присосов воздуха и автоматизации процесса горения;
- утилизация тепла уходящих дымовых газов;
- уменьшение загрязнения воздушного бассейна за счет совершенствования методов сжигания топлива.

Решение этих задач позволит повысить КПД печей установки гидроочистки от 78–83 % до 90–93 % при изменении конструкции и т. д.

Современным способом анализа энергоэффективности установки является пинч-анализ. Применение пинч-анализа в среднем приводит к снижению стоимости потребляемой энергии на 30–50 % и значительно снижаются капитальные затраты при создании новых предприятий. Применение методов теплоэнергетической интеграции практически на всех установках нефте- и газоперерабатывающих заводах, построенных во времена от-

носителем дешёвых энергоносителей, приведет к значительному снижению удельного энергопотребления [4].

«Пинч-анализ» — это передовая методология минимизации потребления энергии химических процессов при помощи расчёта необходимого минимума потребления энергии и его достижения через оптимизацию тепла рекуперации системы, методов подвода энергии и условий эксплуатации технологической установки.

В работе [5] исследовали процесс гидроочистки сырья на установке переработки нефти Л-35—11/600 были выявлены недостатки существующей теплообменной системы, которые приводят к увеличению энергопотребления. Исследователями достигнута минимальная разность температур, что позволило уменьшить энергопотребление на установке на 1,99 МВт, по сравнению с существующей.

На этапах анализа энергоэффективности проводят исследование действующей теплообменной системы блока

или установки в целом. Удобно использовать данные по энтальпии потоков из программ моделирования технологических процессов, таких как Aspen HYSYS или UniSim Design, и при этом определить энергосберегающий потенциал объекта. Далее проводят проектирование новой системы теплообмена и технико-экономическую оценку преобразований.

В итоге можно сделать вывод о том, что такие модернизации реальны и могут осуществляться как в нефтеперерабатывающей, так и в других отраслях промышленности для снижения потребления топлива в технологических узлах установки или завода в целом.

Вопросы ресурсо- и энергосбережения являются в современном мире актуальными и приоритетными. И задача инжиниринговых центров определение новых современных инструментов для инжиниринга нефтеперерабатывающих установок.

Литература:

1. Г.Л. Матузов, А.Ф. Ахметов. Развитие производства автомобильных бензинов в России / Башкирский химический журнал, 2007, том 14, № 3.
2. А.А. Ершов, Н.С. Дмитрусенко. Об использовании пара вторичного вскипания / математика и ее приложения в современной науке и практике. Сборник научных статей Международной научно-практической конференции, 2015. с. 110—117
3. Смит, Р. Основы интеграции тепловых процессов / Р. Смит, Й. Клемеш, Л.Л. Товажнянский, П.А. Капустенко, Л.М. Ульев. — Харьков: ХГПУ, 2000. — 457 с.
4. Бурдыгина, Е.В., Евтюхин Н.А. Энергаудит установки первичной переработки нефти//в кн. Методы кибернетики химико-технологических процессов (КХТП-V-99), сборник тезисов докладов научной конференции. — 2001. — с. 77—79.
5. Ульев, Л.М., Нечипоренко Д.Д. Энергосберегающий потенциал процесса гидроочистки на установке каталитического риформинга //Энергетика теплотехнологий и энергосбережения. — 2011. — № 2 — с. 13—16.

Анализ основных узлов входа — выхода в УДС центральной части г. Волгограда

Сильченков Дмитрий Дмитриевич, старший преподаватель;
Тупота Дмитрий Сергеевич, студент магистратуры;
Роговая Алина Дмитриевна, студент магистратуры;
Шевченко Юрий Владимирович, студент магистратуры;
Мелашенко Олеся Игоревна, студент магистратуры
Волгоградский государственный технический университет

Ключевые слова: *заторовые ситуации, основные узлы «вход-выход» УДС, пропускная способность, затор, интенсивность.*

Волгоград — один из крупнейших городов России. Уникальность нашего города в его протяженности. Протяженность города составляет около 90 км вдоль реки Волги. Такое расположение делает Волгоград весьма специфическим, так как для того чтобы пересечь город, потребуется почти 4 часа. Из-за своей протяженности и занимаемой территории город территориально поделен на 8 административных районов:

Центральный район Волгограда существует с XVI века. Он значительно видоизменялся и перестраивался, но именно его можно назвать основным. Именно на этой территории начиналось возведение и развитие города. Через эту территорию происходит связка всех районов города. Более 49 офисных центров, 30 крупных предприятий, 111 средних организаций расположено в центральном районе. Это все обуславливает совершение трудовых поездок в

центральную часть города, тем самым создается утренняя и вечерняя неравномерность дорожного движения.

По утрам в будние дни заторы начинают образовываться с 7:00. Скорость движения на основных улицах снижается вследствие заторов в часы пик до 20 км/ч, делая малоэффективным использование автомобилей в качестве средства передвижения. В силу специфики (протяженности) в основном фигурируют в заторовых ситуациях продольные улицы. Продольные улицы города исчерпали пропускную способность и работают на ее пределе и тем самым пагубное влияние проявляется на дорогах с 8:00 до 9:20 — в это время заторы обычно достигают 6 баллов (согласно сервису «Яндекс. Пробки»).

Затем, к 10:00, уровень загруженности опускается до нормальных отметок, но уже к 17:00 начинает резко расти. Во время вечернего часа пик, с 17:20 до 19:00, загруженность дорог в Волгограде достигает отметки в 6–7 баллов по шкале «Яндекс. Пробки». Пятница — исключение среди будничных дней, так как вечерний час пик начинается на час раньше с 16:00 до 18:00.

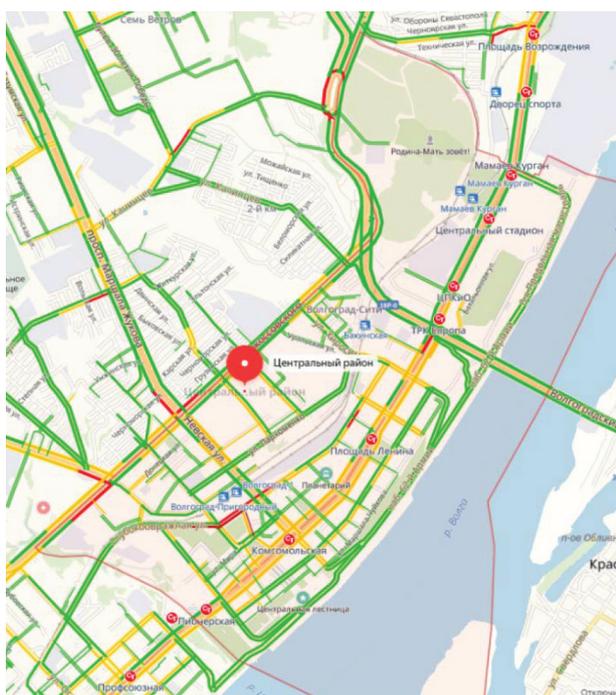
В центральном районе существует 15 внешних входов и 6 внутренних параллельных улиц. В самом районе существует 10 вариантов проезда с Севера на Юг по основным улицам.

На рисунке 1 показана карта Центрального района г. Волгограда и обозначены основные пересечения улиц. На рисунках 2 и 3 показаны типичные заторовые ситуации, возникающие утром и вечером.

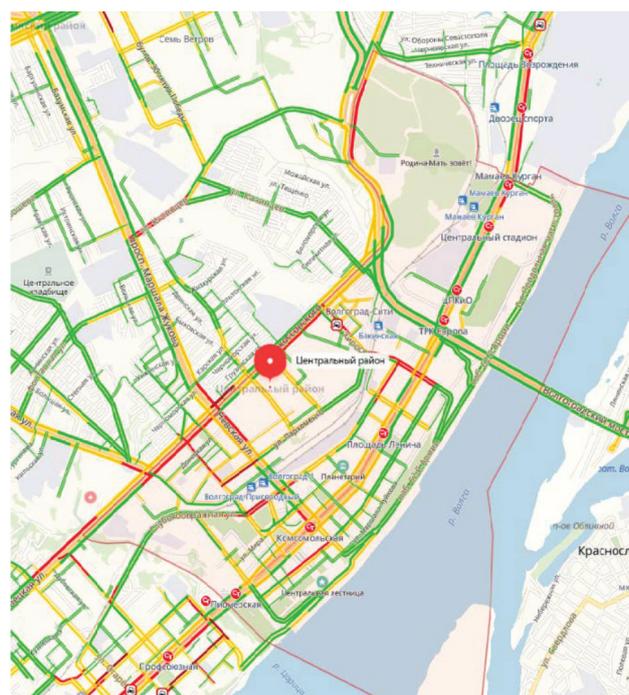


○ – внешние ходы, ○ – связка внутренних вариантов проезда

Рис. 1. Основные дорожные пересечения



а) в 8:30 утра



б) в 18.30

Рис. 2. Заторовые ситуации по времени

Таким образом, анализ результатов позволяет сделать вывод, что УДС не справляется с пользовательским спросом [3].

Во время исследования была рассчитана пропускная способность проспекта Ленина на входе в Центральный район в обоих направлениях, интенсивности утром, и вечером, на основании этих данных были построены графики пропускной способности по участкам проспекта Ле-

нина (рисунок 3), графики загрузки проспекта Ленина в прямом и обратном направлении (рисунки 4 и 5) [1].

Рост автомобилизации и транспортных заторов в крупных городах в том числе г. Волгограде приводит к неблагоприятным последствиям как с точки зрения экологии, так и со стороны транспортной сферы.

В отработавших газах автомобилей содержатся канцерогенные компоненты — окислы углерода и азота, угле-

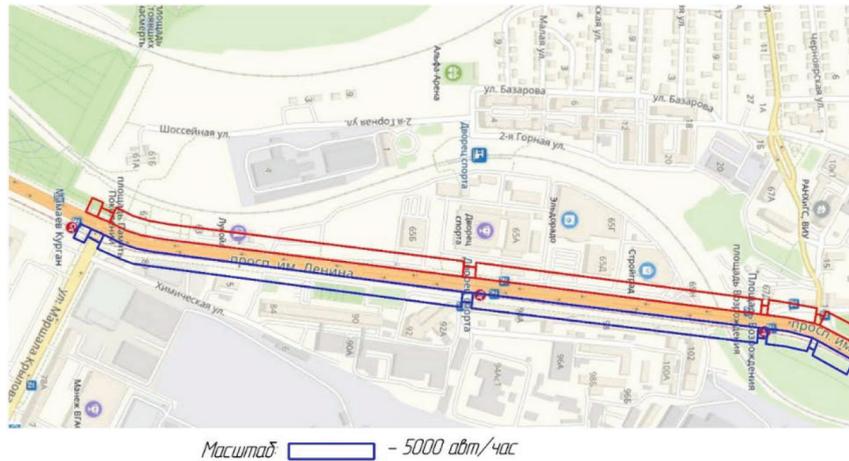


Рис. 3. График пропускной способности проспекта Ленина



Рис. 4. График загрузки проспекта Ленина утром

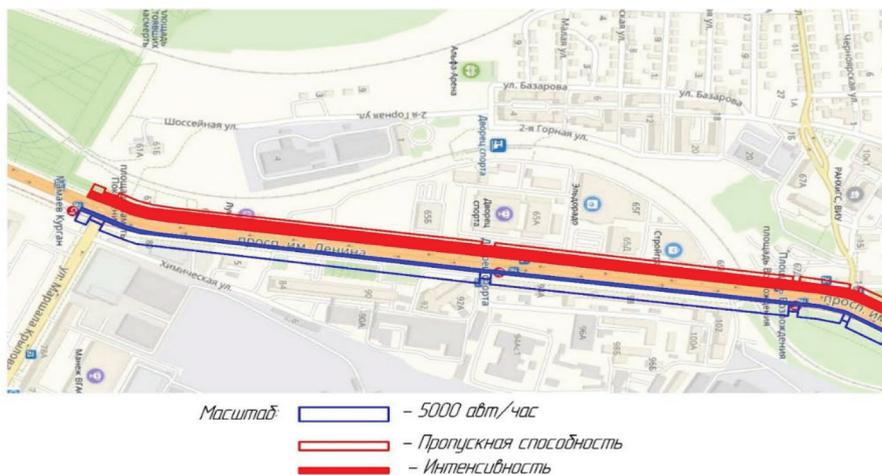


Рис. 5. График загрузки проспекта Ленина вечером

водороды, альдегиды, сернистый газ, свинец, хлор, бром, фосфор. Эти вещества оказывают вредное воздействие на здоровье людей, отрицательно влияют на животный и растительный мир. По данным ряда зарубежных стран на автомобильный транспорт приходится около 50% общего объема выбрасываемых в атмосферу вредных веществ (в городах — до 70%). В Российской Федерации автомобили выбрасывают в атмосферу более 14 млн. т. загрязняющих веществ ежегодно. В Волгоградской области эти выбросы по данным РОСПРИРОДНАДЗОР за 2017 г. составили 297,6 тыс. т.

Отрицательно воздействует на организм человека и шум, который является причиной более 70% нервных расстройств жителей городов, вызывает развитие усталости, раздражительности, бессонницы, сердечно-сосудистых заболеваний. Уровень транспортного шума в городах недопустимо велик и часто в жилых помещениях, больницах, местах отдыха, расположенных вблизи городских магистралей, достигает 70–75 дБА (при норме для жилых помещений 40–50 дБА днем и 30–40 дБА ночью).

Установлено, что уровень шума зависит от интенсивности движения и повышается примерно на 10 дБА при

возрастании интенсивности на 1000 авт/ч. Уровень шума в значительной степени зависит также от скорости движения. В среднем можно считать, что увеличение скорости транспортного потока на 10 км/ч приводит к возрастанию уровня шума примерно на 6 дБА [2].

Темпы роста протяженности сети дорог значительно отстают от роста интенсивности различных транспортных и пешеходных потоков, что, в свою очередь, не благоприятно влияет на условия движения: снижается эффективность работы дорог, увеличиваются потери времени и, самое главное, увеличивается число дорожно-транспортных происшествий. Это приводит к негативным последствиям для экономической составляющей нашей страны.

Увеличение транспортных заторов приводит к потере времени населения, совершающих трудовые перемещения (утром и вечером), которые экономически сложно оценить, перерасходу горюче-смазочных материалов, увеличенному износу техники и т. д.

Поэтому научная работа по совершенствованию организации дорожного движения на данных участках является актуальной.

Литература:

1. ОДМ 218.2.020–2012. Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог [Электронный ресурс]: распоряж. Росавтодора от 17.02.2012 № 49-р. — Доступ из справ. — правовой системы «Консультант Плюс».
2. СП 34.13330.2012. Свод правил. Автомобильные дороги. [Электронный ресурс]: утв. Пост-ем Госстроя СССР ред. от 30.06.2003 № 233. — Доступ из справ. — правовой системы «Консультант Плюс».
3. Кременец, Ю. А. Технические средства организации дорожного движения: учеб. пособие / Ю. А. Кременец, М. П. Печерский, М. Б. Афанасьев. — Москва: ИКЦ «Академкнига», 2005. — 279 с

Анализ эффективности гидравлического разрыва пласта на примере месторождения Западной Сибири

Халилов Итигам Рафаел оглы, студент;

Рахимов Ильгиз Фидусович, студент;

Шашунов Никита Андреевич, студент;

Янюкян Арам Погосович, кандидат экономических наук, доцент

Филиал Тюменского индустриального университета в г. Сургуте

На основе анализа эффективности ГРП выявлено, что гидроразрыв эффективнее применять с низким исходным дебитом скважины. Также эффективность зависит от местоположения скважины, а именно применение данного способа интенсификации в краевых зонах пласта.

Ключевые слова: гидравлический разрыв пласта, увеличение дебита, эффективность ГРП

Для увеличения нефтеотдачи пласта применяют большое количество методов, выбор которого требует подробное технико-экономическое обоснование. Одним из эффективнейших методов является гидравлический разрыв пласта (ГРП).

В месторождениях Западной Сибири находится большое количество низкопроницаемых пластов-коллек-

торов, в таких месторождениях особенно целесообразно применение ГРП.

Чаще всего данный метод интенсификации добычи нефти даёт положительный результат, но эффективность зависит от геолого-физических характеристик пластов.

На примере одного из месторождений Западной Сибири во время гидроразрыва для размыва использовали

гель с нефтяной основой, с добавлением различных веществ в процессе проведения работ.

Объем закачиваемой жидкости был примерно равен от 50 до 106 м³.

Эффективность проведенного гидроразрыва оценивалась на основании кратности дебита.

Результатом ГРП являлось увеличение притока нефти. Расчет показателя притока определялся процентом опе-

раций, вследствие чего произошел прирост дебитов сырья в результате ГРП над значением до проведения ГРП (базовым показателем) по отношению к суммарному числу эксплуатируемых скважин.

В данном примере эффект ГРП снижался с ростом толщины пласта, данная зависимость представлена на рисунке 1.

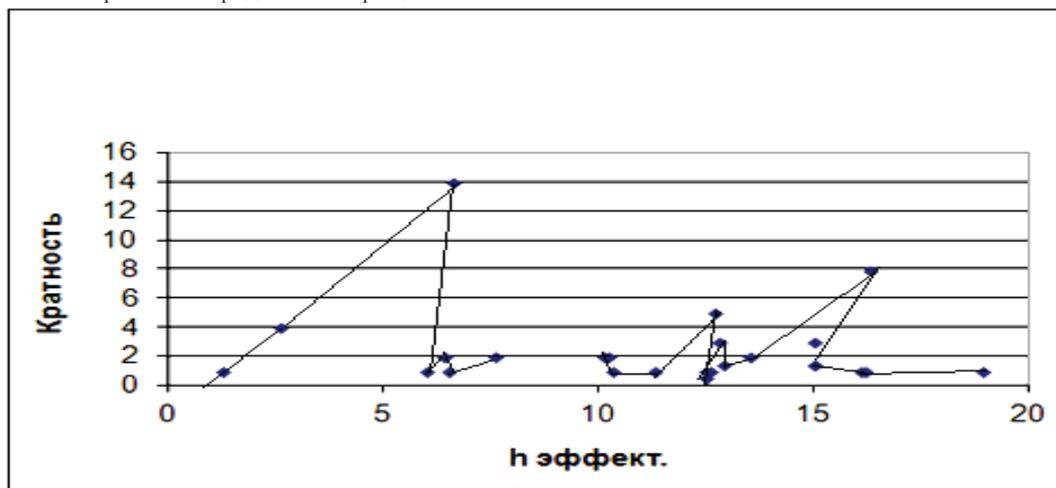


Рис. 1. График зависимости показателей ГРП от толщины пласта

При анализе влияния величины начального значения дебита на увеличение его в результате интенсификации, выяснили, что ГРП эффективнее применять с низким исходным дебитом скважины. Также выявлена зависимость эффективности гидроразрыва от месторасположения скважины. Так, наиболее эффективным применение технологии ГРП оказалось в районе первого блока, который

находится в краевых зонах пласта. Также эффективным было применение гидроразрыва для блоков № 7 и № 8. Данное явление можно объяснить тем, что крайние блоки позднее вовлекаются в разработку.

Рассмотрим указанную зависимость на примере блоков № 1, № 4, № 7.

Таблица 1. Динамика дебитов нефти после ГРП в зависимости от базового дебита.

Блок № 1

№	Объем за- качки, м ³	Дебит жидкости, т/сут		Дебит нефти, т/сут		Кратность увеличения дебита	
		до	после	до	после	нефти	жидкости
Гидравлический разрыв пласта							
1	5,0	90	423	61,7	505,9	8,2	4,7
2	13,0	77,4	309,6	54,3	390,9	7,2	4,0
3	4,5	70,1	252,3	50,8	345,4	6,8	3,6
4	6,0	76,2	304,8	48,8	317,2	6,5	4,0
5	3,0	82	352,6	51,9	358,1	6,9	4,3

Блок № 4

№ п/п	Объем за- качки, м ³	Дебит жидкости, т/сут		Дебит нефти, т/сут		Кратность увеличения дебита	
		до	после	до	после	нефти	жидкости
Гидравлический разрыв пласта							
1	8,5	113	519,8	53	185,5	3,5	4,6
2	14,0	111	477,3	46	285,2	6,2	4,3
3	7,5	127	812,8	70	252	3,6	6,4
4	11,0	124	744	68	353,6	5,2	6
5	9,0	106	392,2	60	228	3,8	3,7

Блок № 7

№ п/п	Объем за- качки, м ³	Дебит жидкости, т/сут		Дебит нефти, т/сут		Кратность увеличения дебита	
		до	после	до	после	нефти	жидкости
Гидравлический разрыв пласта							
1	7,0	76,4	649,4	32	147,2	4,6	8,5
2	5,0	65,3	476,6	35,8	182,5	5,1	7,3
3	9,5	59	389,4	33,2	156,0	4,7	6,6
4	3,0	61,9	427,1	34,8	174	5	6,9
5	6,5	79,7	709,3	26,6	101,0	3,8	8,9

Литература:

1. Усачев, П. М. Гидравлический разрыв пласта [Текст]// Недра, № 7, 1986. — с. 165.
2. Бурдынь, Т. А., Горбунов А. Т., Лютин Л. В. Методы увеличения нефтеотдачи пластов при заводнении [Текст]// Недра, № 3, 1983, с. — 192.
3. Косков, В. Н. Комплексная оценка состояния и работы нефтяных скважин промыслово-геофизическими методами [Текст]// учеб. пособие 2010. с. — 226.

Аппарат дистанционного мониторинга электроэнцефалографии

Хрячков Максим Владимирович, студент магистратуры
Тульский государственный университет

В статье рассмотрены основные проблемы эпилепсии и предложен прибор для дистанционного мониторинга электрической активности мозга с целью автоматической регистрации ЭЭГ непосредственно во время приступа.

Ключевые слова: эпилепсия, электроэнцефалография, мониторинг.

Эпилепсия — это заболевание, по статистике занимающее одно из лидирующих мест среди органических болезней мозга. Всемирной Противоэпилептической Лигой было сформулировано следующее определение: эпилепсия — заболевание мозга, характеризующееся постоянной предрасположенностью к генерации приступов и их нейробиологическими, когнитивными, психологическими и социальными последствиями [1]. По данным Федеральной службы государственной статистики на 2016 год количество людей, страдающих заболеваниями нервной системы, составляет 17% [2], из них приблизительно 5% представляет эпилепсия.

Сейчас определение наличия эпилепсии у человека не вызывает особой сложности, ровно как и лечение, являющееся эффективным приблизительно в 70% случаев, однако пациенту необходимо проведение терапии в течении 2–5 лет, с регулярным наблюдением у специалиста [3]. При этом ему, если приступы все-таки были, необходимо как можно подробнее описать свое состояние как перед приступом, так и во время него, что зачастую является невозможным из-за значительных изменений сознания, что, соответственно, усложняет работу специалиста по подбору правильного лечения. Зафиксированная во время приступа электроэнцефалограмма

(ЭЭГ) предоставила бы врачу гораздо больше информации, но заранее определить время приступа зачастую не представляется возможным, а стандартный шлем для снятия ЭЭГ не предназначен для длительного ношения, ровно как и для использования непосредственно во время приступа.

В связи с вышеперечисленным было принято решение разработать устройство, позволяющее регистрировать ЭЭГ длительное время, при этом способное фиксировать момент начала и окончания приступа, накладывая соответствующие временные метки на сигнал, и, благодаря принятому закону о телемедицине [4], дистанционно передавать полученные результаты специалисту, а также осуществлять вызов врача либо родственника для проверки состояния пациента.

Известно, что есть два вида эпилепсии: фокальная, при которой эпилептические приступы обусловлены ограниченной и четко локализованной зоной активности головного мозга (самые распространенные — височная и лобная), и генерализованная, когда эпилептические разряды регистрируются по обширным областям центральной нервной системы. Таким образом, нет необходимости использовать все 21 электрод стандартной системы «10–20%», ведь всего 2–4х отведений, даже не затра-

гивающих проблемную область, будет достаточно для записи и последующего анализа ЭЭГ на наличие приступа.

Основные задачи прибора — постоянная регистрация ЭЭГ у пациента, ее анализ и хранение информации о случившихся приступах, их количестве и продолжительности, а также хранение непосредственно самой электроэнцефалограммы во время приступа. Речь прежде всего идет о малых приступах (*petit mal*), которые сам пациент зачастую даже не замечает, поскольку тяжелая клиническая картина *grand mal* предполагает активное врачебное вмешательство. Прибор реализует более мягкий режим по сравнению с методом [5], предполагающим постоянное нахождение пациента в специализированном медицинском учреждении для мониторинга, совмещенного с видеозаписью его действий. Пациент должен иметь возможность дистанционно переслать лечащему врачу всю эту информацию. При этом прибор должен быть легким, для удобного ношения, а также не вызывать какого-либо дискомфорта физически или вызывающим внешним видом.

Главная проблема регистрации ЭЭГ во время приступа заключается в том, что он может проявляться как в виде кратковременных непроизвольных судорог (парциальных или генерализованных), так и тяжелых, продолжительных конвульсий [6]. Соответственно, для уверенного снятия сигнала необходима хорошая фиксация, предотвращающая непроизвольное снятие прибора. В отличие от метода [7], предусматривающего имплантацию электродов

непосредственно в голову, для крепления прибора на голове предлагается использовать коллодий, который обеспечит как хорошую проводимость для лучшего контакта электрода к голове, так и достаточную прочность для предотвращения срывания прибора.

Предполагается, что прибор будет состоять из двух частей: ободка, включающего в себя 4 электрода для регистрации ЭЭГ, усилителя полученного сигнала и Bluetooth-модуля, обеспечивающего передачу информации на вторую часть — блок телеметрии, который вначале будет обрабатывать сигнал методом [8], позволяющим математически определить начало приступа, анализируя сигнал на предмет наличия основных его признаков в реальном времени, т. к. это более эффективно по сравнению с корреляционными методами [9], и при положительном результате будет осуществлять сохранение как самого момента приступа, так и некоторого времени, предшествующее ему, а также осуществить вызов врача и или родственников пациента. Таким образом, врач сможет получить полную и достоверную информацию о количестве приступов и их продолжительности, и основываясь на этих данных корректировать текущий метод лечения.

Необходимо подчеркнуть принципиальное отличие этого прибора от прибора [10], изобретенного норвежскими учеными и представляющего собой браслет, в том, что он определяет исключительно момент приступа по мышечной активности и посылает сигнал специалисту еще какой-либо регистрации.

Литература:

1. Официальный сайт Международной противоэпилептической лиги [Электронный ресурс] — (<https://www.ilae.org/guidelines/definition-and-classification>). Дата обращения 15.09.2018 г.
2. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики: Здравоохранение в России — 2017 г. [Электронный ресурс] (www.gks.ru/bgd/regl/b17_34/Main.htm). Дата обращения 20.09.2018 г.
3. Гусев, Е. Т., Коновалов А. Н., Скворцова В. И., Гехт Ф. Б. Неврология. Национальное руководство, 2009 год — С. 412–424.
4. ФЗ от 29 июля 2017 г. «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья»
5. Coplrm, W., Santos P. И др. Neurotelemetry remote cEEG monitoring and reading for neurocritical care patient management // *Critical Care Medicine* 2014, volume 4.2, issue 1.2
6. Официальный сайт Всемирной организации здравоохранения: Эпилепсия [Электронный ресурс]. — (www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/epilepsy). Дата обращения 20.09.2018 г.
7. Schachter, S.C., Schomer D.L.; ets. The surgical treatment of epilepsy // *The comprehensive evaluation and treatment of epilepsy*. 1997 SanDiego: AcademicPress. P. 61–74
8. Индюхин, А. А., Индюхин А. Ф., Коржук Н. Л. Программное обеспечение электроэнцефалографической диагностики эпилепсии Известия Тульского государственного университета. Технические науки 2013г — с. 51–59
9. Mishina, L. M., Indukhin A. A., Indukhin A. F., Tarhov N. S. A subsystem for electroencephalographic diagnosis of epilepsy *Biomedical Engineering*: 2012 T. 46 Nsl. P. 21–24
10. Schachter, S.C., Schomer D.L.; et al. The surgical treatment of epilepsy / *The comprehensive evaluation and treatment of epilepsy*. 1997 SanDiego: AcademicPress. P. 61–74

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Анализ существующей нормативно-правовой базы РФ при разработке систем менеджмента качества

Боброва Наталия Евгеньевна, студент;

Волкова Людмила Васильевна, кандидат экономических наук, доцент

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Данная статья посвящена рассмотрению существующей нормативной и правовой базы РФ при формировании системы менеджмента качества в организациях. Отражается сущность, цели и основные предпосылки внедрения СМК.

Ключевые слова: закон, система менеджмента качества (СМК), Федеральный закон, стандарты ИСО, конкурентоспособность, сертификация, стандартизация.

В условиях рыночной экономики проблемы, связанные с обеспечением качества, становятся особенно актуальными. Обусловлено это обострением конкурентной борьбы между предприятиями. Сложности экономики России проявляются не только во взаимных неплатежах, но и отражаются на качестве выпускаемой продукции. Пример развития крупных промышленных предприятий показывает, что добиться стабильного качества своей продукции возможно, если соблюдать в полной мере нормативные требования к выпускаемой продукции.

Нормативно-правовое управление в сфере качества продукции и услуг в России осуществляется на всех уровнях власти. Согласно Конституции Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 г.) высшим органом, который регулирует основные направления политики в стране, является Государство, возглавляет его Президент. Вопросы, касающиеся нормативно-правового регулирования качества продукции и услуг, контролирует исполнительная власть Российской Федерации — Правительство РФ [1, гл. 4, ст. 80].

К органам отраслевой компетенции в сфере управления качеством продукции относятся Федеральные Министерства и подведомственные им агентства, службы, надзоры, в том числе Минстрой России, Минтранс России, Росжелдор, Ространснадзор и другие [2].

Государственный контроль качества продукции и услуг исполняется на основе законодательных и нормативных актов о качестве продукции, а также на основе указов и постановлений Правительства РФ и Президента РФ.

Гражданский кодекс РФ (принят Государственной Думой 21 октября 1994 г.) координирует отношения в области качества, в нем регламентируется качество, га-

рантия и проверка качества, результаты передачи продукции несоответствующей нормативным документам качества продукции.

Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30 декабря 2001 г. № 195-ФЗ (ред. от 02.08.2019 г.) предусматривает ответственность за нарушение правил торговли (ст. 146 в ред. Закона РФ от 01.07.1993 № 5304–1), обман потребителей (ст. 14.7 в ред. ФЗ от 31.12.2014 № 530-ФЗ) и другие нарушения [3].

Закон Российской Федерации от 7 февраля 1992 № 2300–1 (ред. от 18.07.2019) «О защите прав потребителей» регулирует отношения, которые возникают между потребителями и изготовителями, исполнителями, импортерами, продавцами при продаже продукции, выполнении работ или оказании услуг, а также устанавливает права потребителей на приобретение продукции, работ, либо услуг соответствующего качества и безопасных для жизни, здоровья, имущества потребителей и окружающей среды, государственную и общественную защиту их интересов, а также определяет совокупность мер по реализации данных прав [4].

В данном законе предусмотрены гарантии безопасности потребителей, которые были подвержены нарушению при продаже продукции ненадлежащего качества или оказании услуг, либо при выполнении работ, противоречащих нормам.

На сегодняшний день основным Федеральным законом в сфере сертификации и стандартизации является Федеральный Закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» (с изменениями от 9 мая 2005 г., 1 мая, 1 декабря 2007 г., 23 июля 2008 г., 18 июля, 23 ноября, 30 декабря 2009 г., 28 ноября 2018 г.). Закон «О

техническом регулировании» регулирует отношения, возникающие при разработке, принятии, применении и исполнении строгих требований к продукции, а также к связанным с требованиями к продукции процессами производства, эксплуатации, хранения, транспортировки, реализации и утилизации, предусматривает определение прав и обязанностей участников регулируемых данным Федеральным законом отношений [5].

Техническое регулирование осуществляется в соответствии с принципами технического регулирования в сфере обращения продукции, выполнения процессов производства, работ и услуг. К таким принципам относятся:

- применения единых правил установления требований к продукции или к продукции и связанным с требованиями к продукции процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг;

- соответствия технического регулирования уровню развития национальной экономики, развития материально-технической базы, а также уровню научно-технического развития;

- независимости органов по аккредитации, органов по сертификации от производителей, продавцов, исполнителей и приобретателей, в том числе потребителей;

- единой системы и правил аккредитации;

- единства правил и методов исследований (испытаний) и измерений при проведении процедур обязательной оценки соответствия;

- единства применения требований технических регламентов независимо от видов или особенностей сделок;

- недопустимости ограничения конкуренции при осуществлении аккредитации и сертификации;

- недопустимости совмещения одним органом полномочий по государственному контролю (надзору) — за исключением осуществления контроля за деятельностью аккредитованных лиц — с полномочиями по аккредитации или сертификации;

- недопустимости внебюджетного финансирования государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов;

- недопустимости одновременного возложения одних и тех же полномочий на два и более органа государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов.

В результате применения ФЗ «О техническом регулировании» появились новые правовые акты — технические регламенты. Так, например, Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» устанавливает особенности технического регулирования в области обеспечения безопасности зданий и сооружений. Принципы технического регламента носят необходимые для исполнения требования к продукции. Основная цель технических регламентов — это защита жизни и здоровья

граждан, охрана окружающей среды, жизни и здоровья животных и растений, имущества физических и юридических лиц, государственного и муниципального имущества [5, гл. 2].

Базируясь, на основных нормах ФЗ «О техническом регулировании», определены принципы, задачи и цели стандартизации в России. К основным целям стандартизации относятся повышение качества продукции, выполнения работ, оказания услуг и повышение конкурентоспособности продукции российского производства; защита интересов потребителя, государства и улучшение экономических показателей производства. Согласно Федеральному закону от 29.06.2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» ответственность за его нарушение несут юридические и физические лица и органы государственного управления [6].

Закон «О стандартизации» регламентирует следующие процессы: организацию работ по стандартизации; содержание и применение нормативных документов по стандартизации; организацию и правила проведения государственного контроля и надзора за соблюдением обязательных требований государственных стандартов, а также привлечение к ответственности за нарушение правил Закона «О стандартизации». Стандартизация включает восемь принципов, в том числе целесообразность разработки стандарта; безопасность объекта стандартизации для человека и окружающей среды, взаимозаменяемость продукции; необходимость учитывать международные стандарты, нормы и правила международных организаций и национальные стандарты других стран; разработка стандарта на основе взаимного согласия участвующих в ней сторон; соблюдение норм законодательства и правил государственного контроля при разработке нормативных документов. Стандарты не должны дублировать друг друга, не должны быть тормозом для научно-технического прогресса в стране. Обязательные требования стандартов должны быть пригодными для целей сертификации соответствия.

В Российской Федерации действует система стандартизации, основанная на Законе «О стандартизации». Государственная система стандартизации действует в рамках Закона РФ «О техническом регулировании». Основные положения системы изложены в ГОСТ Р 1.0–2012 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения», а также в [7].

Работа по стандартизации в РФ реализуется руководящим органом (национальным), рабочими органами и контролирующими организациями. Национальным органом по стандартизации в России является Госстандарт РФ — Комитет РФ по стандартизации, метрологии и сертификации. Его задачами является государственное управление стандартизацией в стране, формирование и реализация государственной политики в области стандартизации.

Принятая система стандартизации в России гарантирует и соблюдает в актуальном состоянии систему стро-

ительных норм, систему классификации технико-экономической информации, достоверные справочные данные о свойствах материалов и веществ. Руководство и контроль работ по стандартизации в сфере строительства осуществляет Госстрой России. Госстандарт и Госстрой определяют стратегические направления по государственной стандартизации, планируют государственную стандартизацию, анализируют все заказы, планы работ технических комитетов. Выполнение планов государственной стандартизации финансируется из государственного бюджета и контролируется Госстандартом РФ (Госстроем РФ) [8].

Для облегчения взаимодействия с зарубежными партнерами Российская Федерация применяет национальную систему стандартов качества, соответствующую требованиям мировых стандартов. Таким образом, российский стандарт ГОСТ Р 9000–2015 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь» идентичен международному стандарту ISO 9000:2015. На текущий момент практически все российские ГОСТы соответствуют стандартам ISO [9].

Федеральный Закон «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 № 102-ФЗ (с изм. на 13 июля 2015 года) регулирует отношения государственных органов управления РФ с юридическими и физическими лицами, связанные с вопросами изготовления, выпуска, эксплуатации, ремонта, продажи, импорта средств измерений. Данный Федеральный закон защищает потребителя от последствий недостоверных результатов измерений [10].

Литература:

1. Конституция Российской Федерации. — М.: Эксмо, 2013. — 80 с.
2. Кодекс — Профессиональные справочные системы. <http://www.kodeks.ru> (дата обращения 12.11.2019).
3. Гражданский кодекс Российской Федерации. — М.: Эксмо, 2013. — 739 с. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.
4. Закон РФ от 07.02.1992 № 2300–1 (ред. от 18.07.2019) «О защите прав потребителей».
5. Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 № 184-ФЗ.
6. Фетисова, М. А., Козыркин В. А. Современное нормативно-правовое регулирование контроля качества строительной продукции. // Молодой ученый. Ежемесячный журнал № 12. — Казань.: ООО Изд-во «Молодой ученый», 2016. — с. 426–428.
7. Федеральный закон от 29 июня 2015 года № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации».
8. Вдовин, С. М., Салимова, Т. А., Бирюкова, Л. И. Система менеджмента качества организации / С. М. Вдовин. — М.: Инфра-М, 2012. — 299 с. ISBN: 978–5–16–005070–6.
9. ГОСТ Р ИСО 9000–2015 «Система менеджмента качества. Основные положения и словарь (с Поправкой)», введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 сентября 2015 г. № 1390-ст.
10. Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 № 102-ФЗ.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Для эффективной организации работы предприятия по критерию качества необходимо разрабатывать документы систем менеджмента качества (СМК) на основе стандартов ИСО серии 9000, которые позволяют создать на предприятии такую систему управления качеством продукции, работ и услуг, которая поможет добиться повышения конкурентоспособности продукции на внутреннем и международном рынках. Стандарты ИСО предлагают методику построения такой системы, которая может быть сертифицирована.

2. Сертификацию СМК проводят специализированные сертификационные организации, аккредитованные при соответствующих государственных и международных органах стандартизации. Сертификация СМК не обеспечивает повышение качества продукции и услуг, но показывает другим субъектам рынка, что система качества предприятия организована в соответствии с определенными требованиями, эффективно функционирует и обеспечивает стабильное качество.

3. Сертификация СМК носит добровольный характер. Однако получение сертификата является обязательным в том случае, если деятельность предприятия связана со строительством особо опасных, уникальных и технически сложных объектов.

4. Наличие сертификата на СМК существенно повышает степень доверия к организации, а также расширяет возможности сотрудничества с иностранными компаниями.

Системы менеджмента качества как основной вид контроля качества в строительстве

Боброва Наталия Евгеньевна, студент;
Волкова Людмила Васильевна, кандидат экономических наук, доцент
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В данной статье рассмотрены системы стандартов в сфере строительства. Главной задачей для строительной организации является разработка системы менеджмента качества, которая позволит отвечать запросам проектной и нормативно-технической документации, учитывать охрану труда и окружающей среды, строить экономически выгодные объекты, все это позволит удовлетворить потребности Заказчика. В виду того, когда не существует механизмов, формирующие качество продукции либо услуг на всех ее этапах, то сама нормативная база будет не в состоянии обеспечить должного качества. Поэтому на сегодняшний день на территории Российской Федерации приняты международные стандарты ИСО 9000, которые содержат запросы к системам менеджмента качества организаций. Выдвинуты принципы управления в строительных организациях, всего их семь. Также рассмотрены этапы формирования и внедрения системы ИСО 9000 при понятии качества

Ключевые слова: строительная отрасль, стандарт, строительные работы, объекты, строительная организация, стандарты ИСО 9000, система менеджмента качества (СМК)

В рыночных отношениях хорошо известно такое понятие как «конкуренция». Оно появилось благодаря потребителю, который выбирает для себя наиболее предпочтительные ему свойства. Современная рыночная экономика выдвигает жесткие требования в отношении качества.

В любой строительной деятельности основой исполнения любой задачи является нормативная документация. Если отсутствуют механизмы, формирующие качество продукции на всех этапах, то нормативная база не сможет гарантировать должного качества в конечном результате. На текущий момент в Российской Федерации признаны международные стандарты ИСО 9000 [1]. В данных стандартах прописаны необходимые требования, применительно к системе менеджмента качества. Согласно ИСО 9000 система менеджмента качества (СМК) является средством достижения целей, сформулированных руководством компании. Однако, не любая система является эффективной, способной оправдать ожидания заинтересованных сторон. Полезная система позволяет получить достижения поставленных целей при оптимальных затратах и в заданные временные рамки. Данная система предусматривает строго упорядоченную, регламентированную деятельность понятную и для менеджеров, и для рядовых сотрудников.

Основной задачей для строительной организации является формирование и внедрение такой системы менеджмента качества, которая позволит обеспечить соответствие готовой строительной продукции требованиям проектной и нормативно-технической документации, соблюдать государственные стандарты, строить экономически выгодные объекты для страны, а также учитывать охрану труда и окружающей среды [2]. Такая система менеджмента качества призвана так организовать деятель-

ность организации, чтобы гарантированно обеспечивать качество продукции и выполняемых услуг и настраивать это качество на ожидания Заказчиков. Обязанность за создание и введение системы менеджмента качества в любой строительной организации полностью лежит на генеральном директоре. Понятие «менеджмент» предполагает проектирование и эффективное управление всеми процессами и видами деятельности, к которым относятся: изучение и анализ рынка, маркетинг; обеспечение: юридическое, нормативно-правовое, метрологическое, геодезическое; финансово-хозяйственную деятельность; разработка и управление проектно-технической документацией; строительные работы, подготовка кадров, а также контроль и оценка качества и приемка выполненных работ.

Система стандартов серии ИСО 9000 целиком охватывает вышеперечисленные направления и выдвигает ряд условий в отношении каждого пункта. Разработанная система качества должна быть документально оформлена. Система менеджмента качества в соответствии с требованиями стандартов ИСО 9000 должна включать, во-первых, политику, в которой определены цели и задачи организации в области качества, а также принципы их достижения; во-вторых, соответствующую политике систему взаимосвязанных и взаимодополняющих процессов; в-третьих, нормативную основу, соответствующую системе взаимосвязанных и взаимодополняющих процессов и представляющую собой совокупность непротиворечивых нормативных документов; в-четвертых, эффективный механизм реализации норм, регламентированных документами нормативной основы; в-пятых, персонал организации, который должен знать политику, нормативную основу, механизм реализации ее требований и уметь применять данные знания на практике. Требования, обу-

словленные политикой и нормативной основой системы, должны уважаться и соблюдаться [3, 4].

Основные положения по проектированию, внедрению, сертификации, проверке и совершенствованию СМК изложены в международных стандартах ISO серии 9000, которые приняты в Российской Федерации в качестве национальных. В настоящее время стандарты ГОСТ Р ИСО серии 9000 являются руководящими при обеспечении качества строительства в России и при разработке отечественной нормативной базы управления качеством.

К таким стандартам в актуальной редакции относятся следующие [5]:

1. ГОСТ Р ИСО 9000—2015 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь» — провозглашает фундаментальные вопросы и определяет терминологию для систем менеджмента качества.

2. ГОСТ Р ИСО 9001—2015 «Системы менеджмента качества. Требования» — выявляет запросы к системам менеджмента качества в случае, когда предприятию необходимо показать свою способность выпускать продукцию, отвечающую требованиям потребителей и применимым обязательным требованиям, направленным на усиление удовлетворенности потребителей.

3. ГОСТ Р ИСО 9004—2010 «Менеджмент для достижения устойчивого успеха организации. Подход на основе менеджмента качества» — направлен на развитие деятельности организации и удовлетворение потребителей. Данный стандарт не предназначен для целей сертификации или заключения контрактов.

4. ГОСТ Р ИСО 19011—2012 «Руководящие указания по аудиту систем менеджмента» — содержит методические указания по проверке систем менеджмента качества.

Для оказания практической помощи строительным организациям при разработке и поддержании систем менеджмента качества Национальным объединением строителей разработаны стандарты Р НОСТРОЙ 2.35.2—2011 «Системы менеджмента качества. Руководство по применению стандарта ГОСТ Р ИСО 9001—2008 в строительных организациях».

В международных стандартах ISO 9000:2015 сформулированы семь принципов менеджмента качества:

— первый принцип «Ориентация на потребителя», согласно которому предприятия зависят от своих потребителей и должны учитывать их интересы и возможные в будущем потребности;

— второй принцип «Лидерство» предусматривает способность руководителя обозначить первоочередные задачи с целью достижения высокого уровня качества работы всего предприятия;

— третий принцип «Взаимодействие работников» позволяет продемонстрировать всю мощь строительной компании, вовлечение сотрудников дает возможность с выгодой применить их способности;

— четвертый принцип «Процессный подход» означает, что при его применении желаемый результат достигается

более эффективно и результативно, если необходимые ресурсы и действия функционируют как согласованная система;

— пятый принцип «Улучшение» подчеркивает, что постоянное улучшение деятельности предприятия в целом следует рассматривать как его неизменную цель;

— шестой принцип «Принятие решений, основанное на свидетельствах» говорит о том, что эффективные решения принимаются на основе анализа и оценки достоверной информации;

— седьмой принцип «Менеджмент взаимоотношений» говорит о том, что предприятия и поставщики взаимозависимы, и, следовательно, отношения взаимной выгоды повышают способность обеих сторон создавать ценности.

Результат дальнейшего существования построенного нового строительного объекта определяется качеством выполненных работ, применяемых материально-технических ресурсов [1], а также полнотой, достоверностью и качеством исполнительной документации. Грамотно оформленная исполнительная документация дает понимание о техническом состоянии объекта, что очень важно для соблюдения условий эксплуатации на всем протяжении срока службы объекта. В состав исполнительной документации входят акты приемки геодезической основы; исполнительные геодезические схемы возведения конструкций; общий журнал работ; специальные журналы работ, а также журналы входного и операционного контроля качества, авторского надзора; акты освидетельствования скрытых работ; исполнительные схемы расположения зданий и сооружений на местности; рабочие чертежи на строительство объекта. При сдаче объекта исполнительная документация передается на постоянное хранение эксплуатирующей организации. Если документ оформлен в установленном порядке, подписан всеми участниками строительства объекта, то он подтверждает соответствие качества строительной продукции законодательству Российской Федерации.

На сегодняшний день в сфере строительного производства система нормативных документов является одной из главных составляющих частей системы технического регулирования, которая базируется на основе Федерального закона Российской Федерации от 27 декабря 2002 года № 184-ФЗ «О техническом регулировании». В данном законе прописаны обязательные требования к продукции, стандарты, которые необходимо учесть при проектировании, производстве, монтаже, наладке оборудования, а также в процессе хранения и эксплуатации.

Цель формирования и ввода в действие системы менеджмента качества в организации — осуществление бесперебойной работы самой организации и производственных процессов в ней, а также постоянное ее совершенствование, предупреждение препятствий постоянному росту уровня качества. Начальным этапом ее внедрения является выбор самой модели системы менеджмента качества. Следующий этап — разработка и внедрение документации СМК, согласно стандартам системы менеджмента. Заклю-

чительным этапом является получение сертификата на использование системы менеджмента качества, которая основана на постоянном ее совершенствовании.

В настоящее время, чтобы завоевать доверие со стороны Заказчика, повысить конкурентоспособность организации в целом, необходимо, чтобы строительная организация имела сертификат СМК, который показывает другим субъектам рынка, что система качества предприятия организована в соответствии с требованиями отечественных стандартов ИСО серии 9000 (или международных стандартов ISO серии 9000) и эффективно функционирует, обеспечивая стабильное и высокое качество продукции (работ, услуг) предприятия. Действующая система должна быть направлена на удовлетворение потребностей и требований Заказчика, соблюдение сроков строительства, выполнения работ в соответствии с проектной и нормативной документацией, в рамках установленного бюджета строительства. Никто не обязывает разрабатывать и внедрять систему менеджмента качества, а также получать сертификат соответствия отечественным и международным стандартам. Однако наличие сертификата ИСО серии 9000 свидетельствует о принадлежности строительной организации к цивилизованному деловому миру. Разработка, внедрение и сертификация системы менеджмента качества происходит по желанию руководителя организации. При этом повышается конкурентоспособность фирмы, ее деловая репутация, создается возможность для ее участия в тендерах на государственном и

международном уровнях и для вывода продукции (работ, услуг) на международные рынки.

На основании сказанного можно сделать следующие выводы:

1. Качество продукции, наряду с ценой и надежностью поставок, становится наиболее важным фактором в конкурентной борьбе. Контроль качества рассматривается на двух уровнях: на низшем — в целях уменьшения количества некачественной продукции, а также на уровне предприятия — как стиль и политика организации по отношению к поставщикам, производимой продукции и к заказчикам.

2. Система стандартов ГОСТ Р ИСО серии 9000 является методической основой построения систем менеджмента качества в организации. Это система руководящих документов при обеспечении качества строительства в России и при разработке нормативной базы управления качеством.

3. Стандарты ИСО серии 9000 не устанавливают требований к продукции. Требования к СМК являются общими и применимыми к организациям, работающим в любых секторах промышленности и экономики независимо от категории продукции.

4. При разработке и внедрении СМК в организациях, специализирующихся в сфере строительства мостов, применяются требования и рекомендации следующих стандартов: ISO 9001:2015, ISO 14001:2004, OHSAS 18001:2007, ГОСТ Р 12.0.006—2002 ССБТ.

Литература:

1. Фетисова, М. А., Козыркин В. А. Современное нормативно-правовое регулирование контроля качества строительной продукции. //Молодой ученый. Ежемесячный журнал № 12. — Казань.: ООО Изд-во «Молодой ученый», 2016. — с. 426–428
2. Дикман, Л. Г. Организация строительного производства: учебное издание. — М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. — 608 с.
3. Кудряков, А. И. Качество строительной продукции — как мы его понимаем?// Строительные материалы: бизнес. — 2008, № 8. — с. 91–92.
4. Летчфорд, А. Н. Руководство по контролю качества строительного-монтажных работ/ А. Н. Летчфорд, В. А. Шинкевич, С. А., Платонов и др. — СПб., 2013. — 614 с.
5. Мазаник, Н. Т., Басин Б. М. Система менеджмента качества строительных организаций: учебное пособие. — Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2010.

Особенности проектирования систем отопления и вентиляции детского сада на 360 мест в Тюмени

Хомич Александр Петрович, студент магистратуры;
Смольников Степан Андреевич, студент магистратуры
Тюменский индустриальный университет

Целью данной статьи является освещение проблемы выбора подходящих систем отопления и вентиляции детского сада в г. Тюмень, Тюменской области. Авторами рассматриваются наиболее подходящие системы для обеспечения комфортного пребывания детей в помещениях. В статье предоставлены обзор систем отопления и вентиляции, а также дополнительные рекомендации по уменьшению потребления энергии.

Ключевые слова: отопление, вентиляция, детские учреждения.

Features of design of systems of heating and ventilation of kindergarten on 360 places in the city of Tyumen

Khomich A. P.
Smolnikov S. A.
Tyumen industrial University

The purpose of this article is to highlight the problem of choosing suitable heating and ventilation systems of kindergarten in Tyumen, Tyumen region. The authors consider the most suitable systems to ensure a comfortable stay of children in the premises. The article provides an overview of heating and ventilation systems, as well as additional recommendations for reducing energy consumption.

Key words: heating, ventilation, children institution.

Свежий воздух — это необходимость для каждого человека, в особенности для маленьких детей, он обеспечивает полноценную работу всех органов. Поэтому к учреждениям, в которых содержатся и подолгу находятся дети младшего возраста, власти и надзорные органы предъявляют высокие требования. По ним разрабатываются строгие, научно-обоснованные нормы, чтобы здоровью и безопасности детей ничего не угрожало. Детские сады должны содержать приходящих воспитанников в полностью соответствующих правилам условиях — в частности, им нужно заботиться о своевременной и качественной вентиляции.

Системы отопления и вентиляции детского сада, налаженные в соответствии с нормами, помогают поддерживать иммунитет и позволяют:

- снизить уровень и частоту заболеваний, вызванных вирусами и инфекциями;
- обеспечить приток и циркуляцию свежих воздушных потоков, насыщенных кислородом;
- создать благоприятный микроклимат;
- устранить загрязнения воздуха;
- нормализовать влажность в помещениях;
- минимизировать затраты на подогрев и очистку воздуха.

Режим вентиляции детских садов предусматривает множество ограничений:

- нельзя загерметизировать отверстия естественного притока в форточках (их присутствие на каждом окне обязательно);
- после того, как дети покидают спальни, учебные или спортивные помещения, нужно интенсивно проветрить;
- если температура снаружи не выше +20°C, то держать окна открытыми дольше трехминутного периода нельзя;
- в помещениях, где находятся дети, должно быть по паре отверстий для естественного вытягивания воздуха (по верхнему краю);
- площадь вентиляционных отверстий (вместе с форточками) должна относиться к площади полов как 1/50;
- вентиляция в подсобных помещениях (прачечная, туалет, кухни) не должна проходить через комнаты детей.

Нормы вентиляции детского сада разработаны подробно и регулируются СНиП П-Л № 3–71. На одного ребенка следует подавать не менее 50 м³/ч в час [1].

Главными требованиями к системе отопления будут надёжность, бесперебойность и лёгкость регулировки температуры.

Являясь государственным учреждением, детский сад, как правило, подключён к центральной системе. В сезон включения отопления детские сады стоят первыми на очереди, а отключают тепло в них одними из последних. Кроме того, обычно садики отапливаются круглосуточно [2].

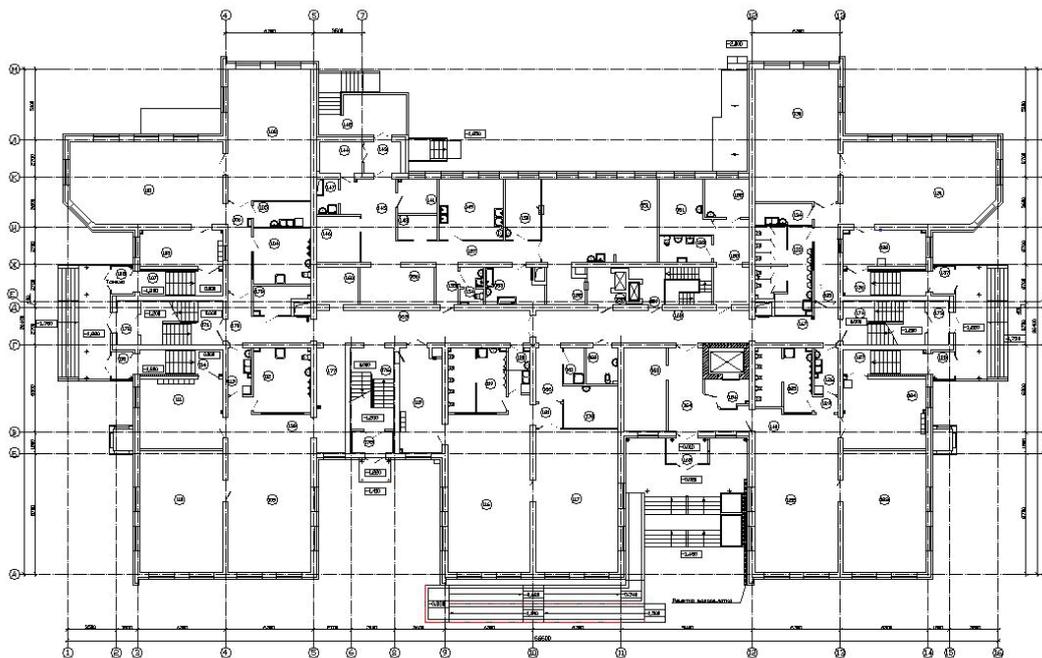


Рис. 1. План детского сада на 360 мест в г. Тюмень

Рекомендуемые расчетные параметры микроклимата для расчета систем отопления и вентиляции дошкольных образовательных учреждений [3, с. 184–185] приведены в табл. 1.

Относительная влажность воздуха в помещениях с пребыванием детей должна быть в пределах 40–60 %, в производственных помещениях пищеблока и постирочной — не более 70 %.

Все помещения дошкольной организации должны ежедневно проветриваться.

При проветривании допускается кратковременное снижение температуры воздуха в помещении, но не более чем на 2–4 °С [4].

Обоснование принятых систем и принципиальных решений по отоплению и вентиляции воздуха в детском саду на 360 мест в городе Тюмень:

Отопление

Теплоноситель — вода с параметрами 80–60 °С после теплообменников отопления.

Всего запроектировано три системы отопления детского сада.

Таблица 1. Рекомендуемые расчетные параметры микроклимата

Наименование помещения	Температура воздуха для холодного периода года, °С	
	климатические районы IА, IБ, IГ	климатические районы II, III, IV, ID
Приемные и игровые младшей ясельной группы	24	22–23
Приемные и игровые средней и старшей ясельной группы	23	21–22
Приемные и игровые младшей дошкольной группы	23	22
Групповые и раздевальные младшей и средней групп	22	21
Групповые и раздевальные старшей и подготовительной групп	21	20
Спальни ясельных групп	20	18–19
Спальни дошкольных групп	20	19
Туалетные ясельных групп	23	19–22
Туалетные дошкольных групп	21	20
Залы для музыкальных и гимнастических занятий	20	19

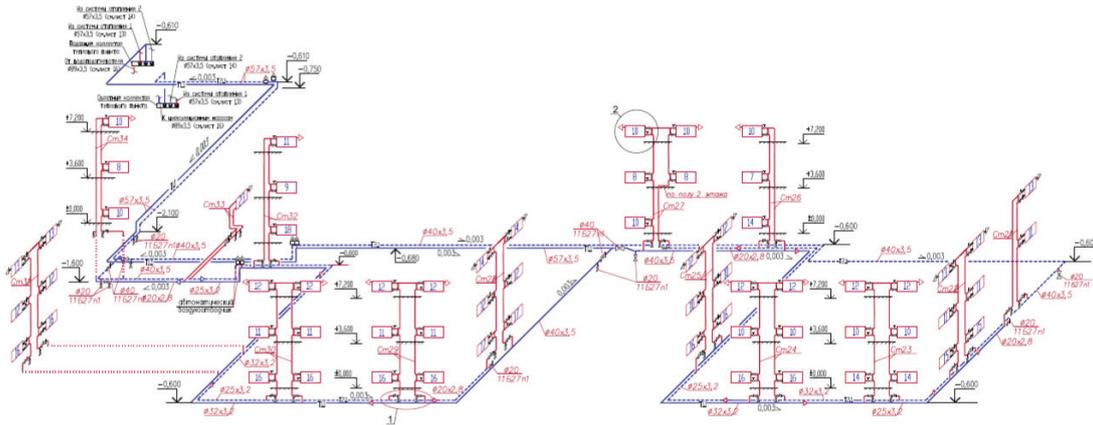


Рис. 2. Схема систем отопления в детском саду на 360 мест в г. Тюмень

Трубопроводы систем отопления подключаются к распределительной гребенке, расположенной в тепловом пункте в цокольном этаже.

Системы отопления приняты однотрубные, с попутным движением воды и нижней разводкой магистралей. Разводка магистралей в цокольном этаже здания.

Трубопроводы систем отопления выполнены из стальных водогазопроводных обыкновенных труб по ГОСТ 3262–75* и стальных электросварных по ГОСТ 10704–91.

Для компенсации теплового удлинения труб используются:

- для каждого этажестояка — изгибы трубопровода при смещении замыкающего участка;
- для стояков — изгибы трубопроводов в местах их присоединения к подающей и обратной магистралям;
- для магистралей — углы поворотов.

В качестве отопительных приборов приняты биметаллические радиаторы «РБС» (Сантехпром) с боковым подключением.

Теплоотдача одной секции с межосевым расстоянием 350мм/500мм составляет 148Вт/190Вт.

Отопительные приборы расположены преимущественно у наружных стен под оконными проёмами.

В системах отопления предусматривается тепловая изоляция трубопроводов трубами теплоизоляционными «Energoflex» толщиной 13мм.

Ограждающие устройства отопительных приборов выполняются из материалов, не оказывающих вредного воздействия на человека.

На всех приборах для регулирования теплоотдачи на подающей подводке установлены клапаны терморегуляторов фирмы «Данфосс» с предварительной настройкой,

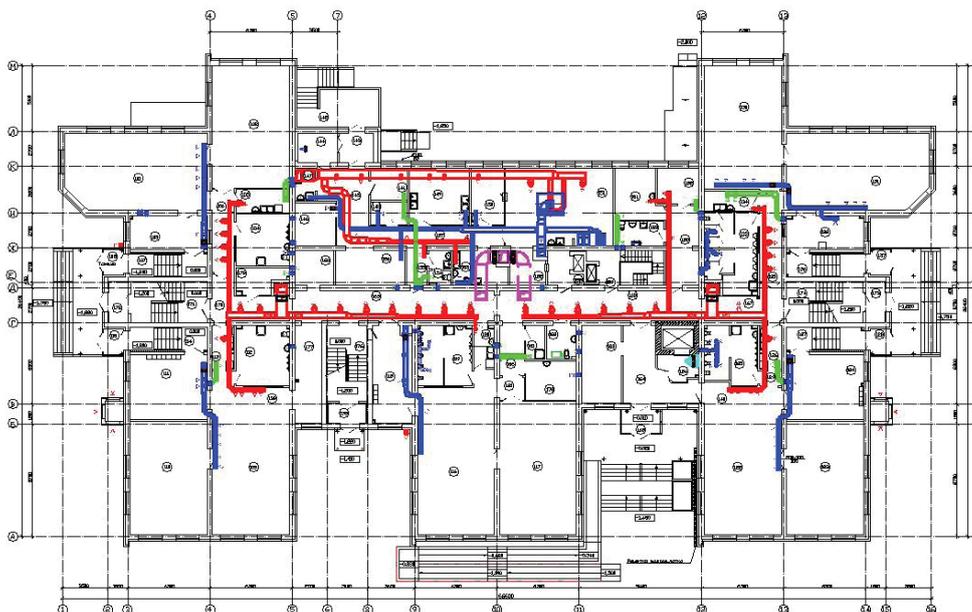


Рис. 3. План детского сада на 360 мест в г. Тюмень с системами вентиляции

что также позволяет гидравлически увязать приборы между собой.

Удаление воздуха в системах отопления детского осуществляется через воздуховыпускные краны, встроенные в отопительные приборы.

Вентиляция

Для обеспечения в помещениях нормируемых параметров микроклимата и поддержания чистоты воздуха, удовлетворяющих установленным ГОСТ 30494–2011, ГОСТ 12.1.005–88 нормам, для всех помещений детского сада запроектирована приточно-вытяжная вентиляция с механическим или естественным побуждением воздуха.

Расход воздуха по помещениям принят по количеству санитарной нормы наружного воздуха на одного человека или по нормируемой кратности воздухообмена в соответствии с нормативными требованиями. Кратности воздухообмена приняты в соответствии с СанПиН. [4].

При формировании приточно-вытяжных систем учитывались требования нормативных документов, технологического задания, режим работы обслуживаемых помещений, температуры внутреннего воздуха, функциональное назначение помещений и пожелания заказчика.

Расчетный объем воздуха по помещениям подается приточными установками в зимний и летний периоды на компенсацию вытяжки.

В помещениях горячего цеха и стирально-сушильного отделения имеются местные вытяжки над техноло-

гическим оборудованием. Воздухообмены в данных помещениях определены на ассимиляцию теплоизбытков с учётом компенсации удаляемого воздуха через местные отсосы.

Для воздухоподдачи приточного воздуха по помещениям и удаления воздуха применяются регулируемые диффузоры фирмы ДПУ-М, ДПУ-К и регулируемые решетки АМН-К фирмы «Арктос» (Россия).

Выброс вытяжного воздуха в основном осуществляется через шахты, расположенные над кровлей здания.

Для обеспечения подачи теплоносителя к калориферам приточных установок применяются две системы теплоснабжения.

Системы запроектированы двухтрубные, тупиковые.

Теплоноситель — вода с параметрами 150–70°C.

В здании запроектированы надежные системы отопления и вентиляции, которые обеспечивают безопасное и комфортное пребывание детей.

Несмотря на хороший и обоснованный выбор систем, нет таких вещей которые нельзя улучшить, поэтому на данном объекте авторами рекомендовано заменить приточные установки на приточно-вытяжные с рекуперацией тепла, хоть они стоят дороже, но в процессе использования, можно сэкономить значительное количество энергии, а значит и денег, которые можно потратить, на улучшение условий пребывания детей в детском саду.

Литература:

1. Вентиляция детского сада // ecoenergovent. URL: <https://ecoenergovent.ru/info/ventilyaiya-detskogo-sada> (дата обращения: 12.11.2019).
2. Отопление детского сада // air-ventilation. URL: <https://www.air-ventilation.ru/Otoplenie-detskogo-sada.htm> (дата обращения: 12.11.2019).
3. В. В. Зеликов. Тепловой и воздушный баланс зданий. Справочник инженера по отоплению, вентиляции и кондиционированию. — М.: Инфа-Инженерия, 2011.
4. СанПиН 2.4.1.3049–13. Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы дошкольных образовательных организаций. — М.: Минюст России, 2013.
5. Эффективность работы систем естественной вентиляции в жилых зданиях. Жилина Т. С., Вяткина С. Д., Вяткина Ю. С. Фундаментальные исследования. 2017. № 7. с. 25–29.

ГЕОГРАФИЯ

Режим гололедных явлений в Западном Казахстане

Шушарина Людмила Матвеевна, старший преподаватель;
Сулейменова Гайни Толепбергеновна, старший преподаватель;
Мусралинова Гульнур Турарбековна, старший преподаватель
Казахский национальный университет имени Аль-Фараби (г. Алматы)

В данной статье рассматриваются повторяемость гололеда по территории, минимальных температур воздуха, максимальных скоростей ветра и их направлений во время гололедных явлений в Западном Казахстане.

1. К числу наземных гидрометеоров, образующихся в зимнее время на различных предметах или на поверхности земли, кроме инея, изморози и твердого налета, относится и гололед. Как и ряд других наземных гидрометеоров, гололед представляет собой дополнительный вид атмосферных осадков. Однако отложения гололеда приносят и значительный ущерб различным отраслям народного хозяйства. Под тяжестью гололедных образований могут нарушаться телефонная и телеграфная связь, гибнут фруктовые насаждения. Обледенение полевой растительности обуславливает в условиях отгона скота пастбищную бескормицу.

Гололедные явления в приземном слое воздуха и на поверхности земли являются результатом не только текущих, но и предшествующих атмосферных процессов. Особенно интенсивен гололед при оттепелях и жидких переохлажденных осадках (дождь, морось) после устойчивых и сильных похолоданий.

В связи с этим различают гололед фронтального и внутримассового происхождения. Первый вид гололеда наблюдается в клине холодного воздуха перед теплым фронтом или перед окклюзией по типу теплого фронта. Внутримассовые гололеды чаще бывают при адвекции теплого и влажного воздуха над переохлажденной предшествующими морозами земной поверхности. Последние наблюдаются чаще фронтальных, но менее интенсивны.

Объект исследования

Территория Западного Казахстана отличается большим разнообразием рельефа. На западе находится Прикаспийская низменность, постепенно понижающаяся от периферии (50–60 м) к Каспийскому морю. К северо-востоку от Прикаспийской низменности располагается Эмбинское плато, представляющее собой волнисто-холмистый рельеф с большим расчленением по сравнению с другими плато.

Между Южным Уралом и Казахским мелкосопочником лежит Тургайское плато (Тургайская столовая страна вы-

сотой 250–300 м). К юго-западу от Тургайского плато в меридиональном направлении простираются Мугоджары (450–500 м, местами 600 м), которые являются продолжением Уральских гор и представляющие собой низкогорный, сильно расчлененный горный массив.

Между полуостровом Мангышлак (Мангистау) на западе и Аральским морем на востоке расположено плато Устюрт. Плато Устюрт представляет собой равнину с поднимающимися местами пологими возвышенностями.

Мангыстауские горы, находящиеся на Мангышлакском полуострове, состоят из трех параллельных низкогорных гряд со средней высотой 400–450 м. Вершины имеют волнисто-холмистый рельеф, склоны крутые и изрезаны сложной сетью оврагов.

Физико-географическая неоднородность обуславливает неравномерное распределение гололедных явлений по территории.

Была рассчитана повторяемость числа дней с гололедом за исследуемый период. Выявлена связь между числом дней с гололедом и высотой расположения станций. Рассмотрен вопрос о температурно-ветровом режиме во время отложения гололеда и проделан анализ его с учетом макросиноптической ситуации над территорией Западного Казахстана в холодный период года.

Исходные данные и методы исследования

Для исследования взяты ряды фактических материалов наблюдений за образованием гололеда за период 1970–2013 гг. по 10 станциям, равномерно расположенным по территории Западного Казахстана. Число случаев в таблицах 1, 2 и 3 на некоторых станциях не совпадают из-за отсутствия данных по температуре и характеристикам ветра за отдельные сроки. Метод исследования — синоптико-статистический.

Результаты и обсуждение

Распространение гололеда по территории Западного Казахстана обусловлено не только его физико-геогра-

фической неоднородностью, но и неустойчивостью на его территории синоптических процессов в холодное время года, особенно в начале и конце зимы. Благодаря этому распределение его по территории Казахстана не носит ярко выраженного зонального характера. На большей части Западного Казахстана гололед отмечается в основном с октября по апрель. В годовом ходе на всех станциях наиболее часто гололед отмечается в декабре — от 21,7 до 44,9 случаев в месяц. Исключение составляют станции Мугоджарская и Кызан, где наибольшее число

дней с гололедом отмечается в ноябре и январе, и составляет 39,8 и 38,8 соответственно. А наименьшая повторяемость приходится на апрель месяц — от 0,0 до 6,0 случаев в месяц. Уменьшение повторяемости гололедных явлений обусловлено в основном характером циркуляции воздуха, а именно ослаблением влияния выходов южных циклонов, с которыми чаще всего связаны гололедные явления, приносящих теплый и влажный воздух со Средиземного, Черного и Каспийского морей в холодный период года (табл. 1).

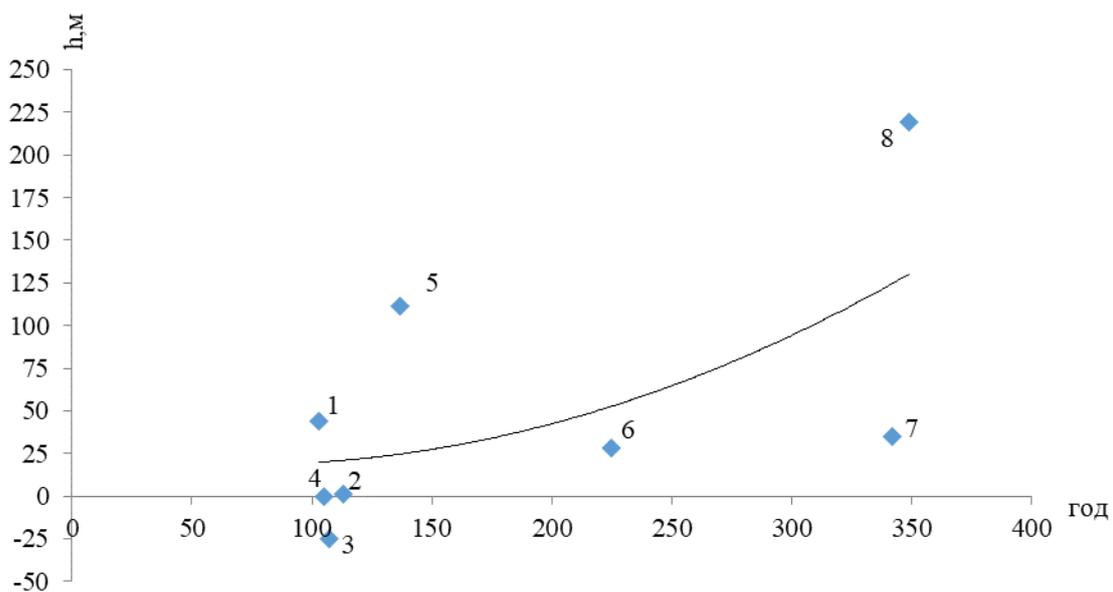
Таблица 1. Повторяемость гололеда (в % от общего числа случаев)

Станция (высота станции)	Месяцы								год
	9	10	11	12	1	2	3	4	
Актобе (219)	0,0	1,1	20,9	28,9	17,5	13,2	12,3	6,0	349
Аяккум (111)	0,0	2,2	6,6	24,8	32,1	18,2	15,3	0,7	137
Иргиз (114)	0,0	1,1	18,7	35,8	12,8	13,4	17,6	0,5	187
Мугоджарская (399)	0,0	1,2	39,8	21,7	7,2	7,2	18,1	4,8	83
Уральск (35)	0,3	0,9	15,2	32,2	24,6	14,6	12,3	0,0	342
Джаныбек (28)	0,0	0,9	12,2	36,5	19,8	19,4	11,3	0,0	225
Ганюшкино (-25)	0,0	0,0	4,7	44,9	32,7	9,3	8,4	0,0	107
Тайпак (1)	0,0	0,0	11,5	35,4	22,1	15,0	15,0	0,9	113
Кызан (0)	0,0	0,0	7,5	27,5	38,8	12,5	13,8	0,0	80
Каратобе (44)	0,0	0,0	6,8	42,7	31,1	12,6	6,8	0,0	103

За исследуемый период на территории Западного Казахстана общее число случаев с отложением гололеда изменялось от 80 на ст. Кызан до 349 на ст. Актобе. Наибольшая повторяемость гололедных явлений наблюдается на станциях Актобе и Уральск (349 и 342 случаев в год со-

ответственно), что составляет 20,2 и 19,8 % от общего числа случаев. А наименьшая повторяемость приходится на ст. Мугоджарская и Кызан (4,8 и 4,6 % соответственно).

На рис. 1 приводится график зависимости числа дней с гололедом от высоты места для различных форм рельефа.



- ◆ 1. Каратобе (44) 2. Кызан (0) 3. Ганюшкино (-25) 4. Тайпак (1) 5. Аяккум (111) 6. Джаныбек (28) 7. Уральск (35) 8. Актюбинск (219)

Рис. 1. Зависимость среднего годового числа с гололедом от высоты места

Как показано на рис.1 увеличение числа дней с гололедом наблюдается до определенной высоты, а затем — уменьшение. Для Западного Казахстана рост числа дней с гололедом наблюдается до высоты 300 м, далее число дней с гололедом уменьшается. Причем станции, расположенные в северной половине Западного Казахстана, имеют большую повторяемость, чем станции, расположенные на его южной половине. Таким образом, максимальное число дней с гололедом в Западном Казахстане приходится на разные высоты, например, оно может наблюдаться как на высоте 219 м, так и на высотах 35 и 28 м. Это говорит о том, что на распределение гололедных явлений на территории Западного Казахстана существенное влияние оказывает не только высота места, но и тип рельефа. Станция Мугоджарская находится на высоте выше 300 м, поэтому она не была включена при построении зависимости повторяемости числа дней с гололедом от высоты станции.

В настоящей статье рассмотрен вопрос о температурно-ветровом режиме во время гололедных явлений на основании фактических материалов наблюдений гидрометеорологической сети Западного Казахстана. Изучение такого комплекса метеорологических величин имеет не только научное, но и большое практическое значение.

Изменение температуры воздуха способствует деформации проводов, их удлинению или укорачиванию. Деформации подвергаются не только оголенные, но и обледенелые провода. На обледенелые провода резкое изменение температуры воздуха, оказывает более сложное влияние, чем на оголенные провода. В этом случае значительные

колебания температуры воздуха могут способствовать провисанию или вибрации проводов [1]. При этом, безусловно, должны сыграть свою роль ветровой и другие факторы.

Диапазон колебаний температур за период обледенения проводов изучен недостаточно. Значительные колебания температуры воздуха в период гололедообразования связаны с природой этих явлений. Они, как правило, имеют фронтальное происхождение, и смена воздушных масс при прохождении фронтов оказывает влияние на изменение температур. В связи с этим гололед может удерживаться на наземных предметах, в том числе на проводах, при более низких температурах по сравнению с температурой, при которой они образуются. В 70—90 % случаев гололед в Казахстане образуется при температурах около 0—5 °С мороза, в 5—10 % образование гололеда наблюдается выше 0 °С, а в остальных случаях происходит при температурах ниже 5 °С мороза. А в период обледенения проводов довольно часто могут наблюдаться сравнительно низкие температуры воздуха -5÷ -15 °С и ниже.

Поэтому возникла необходимость рассмотрения режима минимальных температур во время гололеда с целью изучения частоты повторяемости минимальной температуры воздуха по рассматриваемым ниже градациям.

Анализ материалов показал, что в распределении наибольшей повторяемости минимальных температур воздуха во время гололеда наблюдаются определенные закономерности. В таблице 2 приводятся данные о повторяемости минимальной температуры во время гололеда по исследуемым станциям.

Таблица 2. Повторяемость минимальной температуры во время гололеда (в % от общего числа случаев)

Станция (высота станции)	Температура, °С				число случаев
	5,0 ÷ 0,1	0,0 ÷ -4,9	-5,0 ÷ -9,9	-10,0 и ниже	
Актобе (219)	4,8	84,3	10,5	0,3	332
Аяккум (111)	6,5	86,2	6,5	0,8	123
Иргиз (114)	4,4	82,9	11,0	1,7	181
Мугоджарская (399)	6,6	90,8	2,6	0,0	76
Уральск (35)	18,2	72,7	8,8	0,3	352
Джаныбек (28)	16,9	78,7	4,0	0,4	225
Ганюшкино (-25)	1,9	91,5	6,6	0,0	106
Тайпак (1)	12,4	77,0	8,8	1,8	113
Кызан (0)	3,8	93,8	2,5	0,0	80
Каратобе (44)	8,7	83,5	6,8	1,0	103

Наибольшая повторяемость минимальной температуры воздуха во время гололеда на всех станциях приходится на градацию 0—5 °С мороза. Максимум ее приходится на ст. Мугоджарская, Ганюшкино и Кызан и составляет 91—94 % от общего числа случаев. На остальной территории Западного Казахстана повторяемость градации минимальной температуры 0, -5 °С составляет 73—87 %. Относительно большой процент повторяемости минимальной температуры воздуха при гололеде приходится на градацию 5,0 ÷ 0,1 и -5,0 ÷ -9,9 °С, и из-

меняется от 4 до 18 % и от 3 до 11 % соответственно. На станциях Тайпак, Иргиз и Каратобе, расположенных на высотах 1—114 м гололедные явления в 1—2 % случаях встречаются при температурах -10,0 и ниже. Очевидно, это связано с удаленностью этих станции от Каспийского моря, а значит и большей сухостью воздуха.

Приведенные сведения о характере распределения минимальных температур воздуха во время гололеда указывают на большой диапазон их колебаний по территории Западного Казахстана и, следовательно, на необходимость

их учета проектными и строительными организациями связи и энергетики.

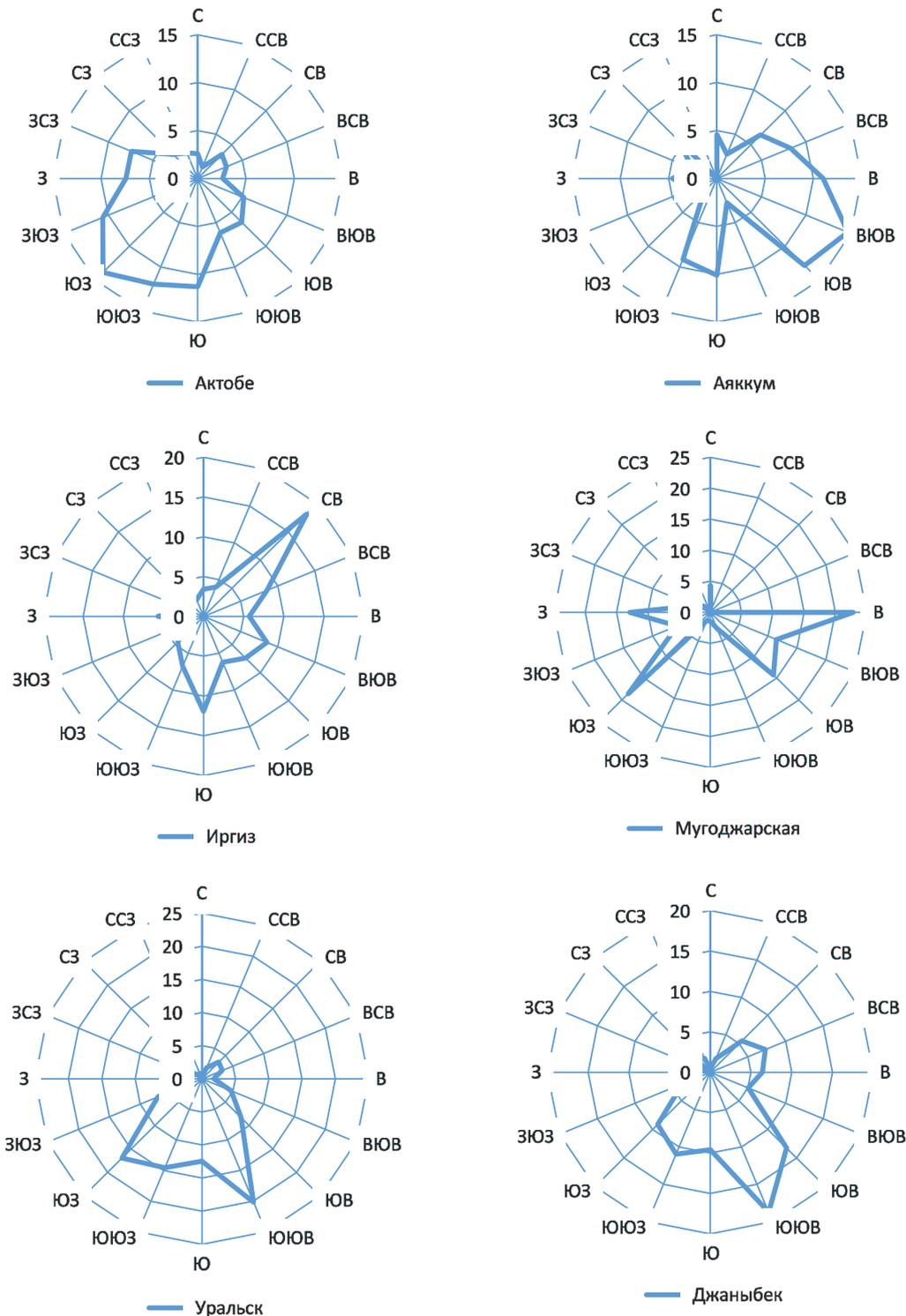
При проектировании и строительстве воздушных линий связи и ЛЭП важное место, помимо температурного воздействия на провода, должно отводиться учету ветровой нагрузки.

При этом необходимо учитывать преобладающие направления ветров и максимальные скорости при этих направлениях. Учет таких характеристик необходим в период гололедных отложений на проводах, так как нагрузки на них в результате взаимодействия обоих

компонентов значительно возрастают.

Следует остановиться на количественной и качественной сторонах характеристик ветрового режима, ибо его недоучет в период интенсивного гололеда может привести ко многим нежелательным последствиям — обрывам проводов, разрушению опор. В этом отношении очень важно знать максимальные скорости при различных направлениях ветра во время гололеда.

Для определения преобладающих направлений ветра при отложениях гололеда были построены розы ветров (рис. 2).



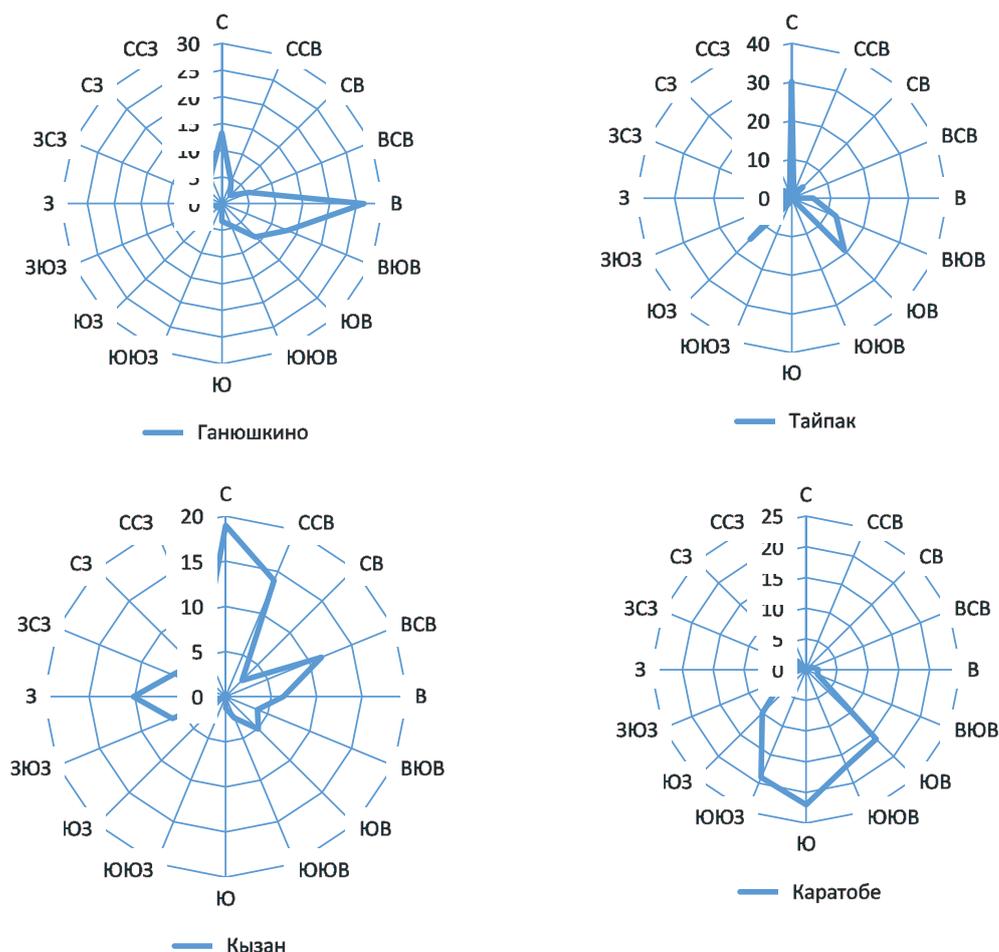


Рис. 2. Повторяемость направлений ветра при максимальных скоростях во время гололеда (%)

Анализ этих рисунков показал, что преобладающие направления ветра неплохо совпадают со средней многолетней повторяемостью их за зимний период, в частности, за декабрь. Это обстоятельство очень важно ввиду того, что в случае отсутствия данных по ветровому режиму при гололедном явлении можно использовать их многолетние значения, представленные в справочнике.

Известно, что ветровой режим обуславливается определенными макросиноптическими процессами, господствующими над территорией Западного Казахстана. Так, холодный период года характеризуется довольно частым распространением почти на всю территорию Казахстана отрога сибирского максимума, и очевидно, что преобладающими направлениями ветра в Западной Казахстане должны быть юго-восточные ветры с переходом на южные.

Анализ преобладающих направлений ветров на исследуемых станциях показал, что одновременно с влиянием юго-западной и западной периферии сибирского антициклона, по которой приходит холодный воздух с севера, происходит вынос теплого воздуха со Средиземного моря и юга Малой Азии, что способствует развитию циклоничности. Преобладающими в этом случае являются ветры юго-западные, реже ветры с северной составляющей.

Так, на станциях Актобе, Джаныбек, Уральск и Каратобе преобладают ветры южных направлений, а на

станциях Иргиз, Кызан и Тайпак — северные и северо-восточные ветры (рис 2). На станции Мугуджарская равновероятна повторяемость как восточных и юго-восточных, так и западных и юго-западных ветров.

Различия в преобладающих направлениях ветра на станциях Западного Казахстана связаны с влиянием как отрога сибирского антициклона так и циклонической деятельностью. Преобладание восточных и юго-восточных ветров объясняется еще и местными термическими условиями. Зимой воды Каспия менее охлаждены, чем прилегающие песчаные пустыни. В связи с этим усиливается тенденция переноса более холодных воздушных масс из пустыни в сторону Каспия.

Сопоставление ветрового режима при гололеде за холодный период года с помесечными данными о преобладании направлений показало, что эти расхождения тем больше, чем меньше влияние определенного циркуляционного фактора. Например, влияние сибирского максимума возрастает к январю и уменьшается к лету, что связано с природой его образования и, следовательно, с сезонным его воздействием [1]. Максимум влияния южных циклонов приходится на конец зимы и весенние месяцы.

Кроме направления ветра большую роль в образовании гололеда играет скорость ветра. Очень важно знать на какую градацию приходится наибольшая повторяе-

мость больших скоростей ветра в период гололедообразования. В табл. 3. приведена повторяемость максимальной

скорости ветра во время гололеда в процентном отношении от общего числа случаев явлений.

Таблица 3. Повторяемость максимальной скорости ветра во время гололеда (в % от общего числа случаев)

Станция (высота станции)	Скорость ветра, м/с							число случаев
	0 ÷ 1	2 ÷ 5	6 ÷ 10	11 ÷ 15	16 ÷ 20	21 ÷ 24	25 ÷ 28	
Актобе (219)	20,2	46,1	28,3	5,1	0,3	0,0	0,0	332
Аяккум (111)	25,6	54,5	19,8	0,0	0,0	0,0	0,0	121
Иргиз (114)	15,5	63,0	18,8	2,8	0,0	0,0	0,0	181
Мугоджарская (399)	15,8	31,6	31,6	11,8	6,6	1,3	1,3	76
Уральск (35)	11,9	65,3	22,2	0,3	0,3	0,0	0,0	352
Джаныбек (28)	8,4	62,7	27,6	0,4	0,9	0,0	0,0	225
Ганюшкино (-25)	27,4	39,6	30,2	0,9	1,9	0,0	0,0	106
Тайпак (1)	44,2	38,9	13,3	2,7	0,9	0,0	0,0	113
Кызан (0)	22,5	45,0	30,0	2,5	0,0	0,0	0,0	80
Каратобе (44)	7,8	43,7	41,7	6,8	0,0	0,0	0,0	103

По данным таблицы 3 на всех станциях наибольшая повторяемость скорости ветра приходится на градацию 2–5 м/сек и изменяется от 31,6 % (Мугоджарская) до 65,3 % (Уральск). Относительно большой процент повторяемости максимальных скоростей ветра во время гололеда приходится на градацию 0–1 и 6–10 м/сек и составляет в основном от 13 до 30 % (ст. Каратобе и Тайпак — 42–44 % соответственно). Повторяемость максимальных скоростей 11–15 м/сек значительно уменьшается и составляет в основном 0,0–7 % (на ст. Мугоджарская - 12 %). Особо следует отметить режим максимальных скоростей ветра на ст. Мугоджарская. Повторяемость градации 2–5 и 6–10 м/сек (31,6 %) равновероятны. Это единственная из рассматриваемых станций в Западном Казахстане, где встречается образование гололеда при скоростях больше 20–25 м/сек, что очевидно связано с местоположением этой станции.

Наибольшие скорости ветра при отложении гололеда вызваны усилением циклонической деятельности, наблюдающейся в холодное время года.

Выводы

2. На большей части Западного Казахстана гололед отмечается в основном с октября по апрель. В годовом ходе на всех станциях наиболее част гололед отмечается в декабре - от 21,7 до 44,9 случаев в месяц, а наименьшая повторяемость приходится на апрель месяц — от 0,0 до 6,0 случаев в месяц. Исключение составляют станции Мугоджарская и Кызан, где наибольшее число дней с гололедом отмечается в ноябре и январе, и составляет 39,8 и 38,8 соответственно. Распределение отложений голо-

леда по территории Западного Казахстана обусловлено не только физико-географической неоднородностью, но и неустойчивостью на его территории синоптических процессов в холодное время года.

3. Рост числа дней с гололедом наблюдается до высоты 300 м, далее оно резко уменьшается.

4. Наибольшая повторяемость минимальной температуры во время гололеда на всех станциях приходится на градацию 0–5 °С мороза. На станциях, расположенных на высотах 10–115 метров гололедные явления встречаются при температурах -10 °С и ниже.

5. Преобладающими направлениями ветра на станциях Уральск, Актобе, Джаныбек и Каратобе являются ветры южных направлений (Ю, ЮЗ, ЮЮВ), на станциях Иргиз, Кызан и Тайпак — северных (С, СВ), а на станциях Аяккум и Ганюшкино — восточных (В, ВЮВ). Различие в преобладающих направлениях ветра связаны с влиянием как отрога сибирского антициклона, так и циклонической деятельности. Определенную роль играют термические условия.

6. На всех станциях наибольшая повторяемость максимальной скорости ветра при отложении гололеда приходится на градацию 2–5 м/сек. Исключение составляет ст. Мугоджарская, где встречается образование гололеда при скоростях больше 20 м/сек.

7. Приведенные данные показывают, что результаты фактических данных по температурно-ветровому режиму при гололедных явлениях должны по возможности использоваться проектировщиками с учетом как качественной, так и количественной сторон.

Литература:

1. Белоус И. М. Об особенностях температурно-ветрового режима во время гололедно-изморозевых явлений на линиях связи и электропередачи в Казахстане //Труды ГМИ. -Л.: Гидрометеиздат, 1967. —Вып. 26. — С. 195–209.
2. Климат Казахстана. Под ред. А. С. Утешева. Л.: Гидрометеиздат, 1959.

3. Андреев Ю. Н. К вопросу о физико-метеорологических условиях образования гололеда //Труды ГГО, вып. 3 (65), 1947.
4. Бургсдорф В. В. и Муретов Н. С. Расчетные климатические условия для высоковольтных линий электропередачи. Труды ВНИИЭ, вып. 10, т. 1, Госэнергоиздат, М.-Л., 1960.
5. Заморский А. Д. Иней, изморозь, гололед. Гидрометеоздат, Л., 1951.
6. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам, вып. 3, ч. I, Л.: Гидрометеоздат, 1958.
7. Справочник по климату Казахстана. Многолетние данные. — Алматы, 2004. — Вып. 14. — Раздел 1. Температура воздуха. Раздел 2. Атмосферные осадки. Раздел 3. Атмосферные явления. — 563 с.
8. Дюсебаев М. К., Абдимуратов Ж. С., Жаманбаева Ж. Н. Снижение риска гололедообразования на воздушных ЛЭП Казахстана. Источник: <https://aues.kz/wpcontent/uploads/2018/12/7%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F.pdf>
9. Eastern U. S. Flooding and Ice Storm. National Climatic Data Center, National Oceanic and Atmospheric Administration. Источник: http://ru.wikipedia.org/wiki/Гололёд_1998_года_в_Северной_Америке.
10. Гололед и туман на юге России. Что такое гололед и гололедица? Источник: <https://oko-planet.su/pogoda/news/pogoda/print:page,1,465926-gololed-i-tuman-na-yuge-rossii-cto-takoe-gololed-i-gololedica.html>

ГЕОЛОГИЯ

Организационно-технологические аспекты бурения удлинения и ответвлений боковых стволов скважин на депрессии с использованием комплекса «Непрерывная труба» и комплекта оборудования БДБТ

Егоров Виталий Юрьевич, студент магистратуры;
Шлеин Геннадий Андреевич, кандидат технических наук, доцент;
Корунов Игорь Дмитриевич, студент магистратуры
Тюменский индустриальный университет

В статье описаны критерии выбора технологии бурения удлинения и ответвлений боковых стволов скважин на депрессии с использованием комплекса «Непрерывная труба» и комплекта оборудования БДБТ. Охарактеризованы наиболее важные этапы и особенности каждой технологии.

Ключевые слова: депрессия, скважина, удлинение, ответвление, бурение, колонна, хвостовик, ствол, давление, оборудование.

The article describes the criteria for choosing the technology of drilling elongation and branches of lateral boreholes in the depression using the complex «Continuous pipe» and a set of equipment BDBT. The most important stages and features of each technology are characterized.

Keywords: depression, well, extension, branch, drilling, column, shank, barrel, pressure, equipment.

В последние годы основными наиболее эффективными мероприятиями, направленными на увеличение нефтеотдачи, являются такие методы, как форсированный отбор, бурение горизонтальных стволов и многозабойных скважин, разновидности гидравлических разрывов, включая многостадийные.

Несмотря на ряд технологических преимуществ этих и других технологий повышения нефтеотдачи, общим недостатком их применения является более или менее существенное загрязнение призабойной зоны. Фильтрат технологических жидкостей, проникая в поровое пространство прилегающих пород, создает устойчивую водонефтяную эмульсию, приводит к набуханию глинистых структур и как следствие — блокирует поровое пространство. Поэтому в бурении, ремонте скважин стали актуальными технологии с минимальным отрицательным воздействием на призабойную зону. Исследование факторов, приводящих к росту загрязненности и снижению дальнейшей продуктивности привело к внедрению метода бурения на депрессии, используемого преимущественно в условиях низких пластовых давлений и высоких проницаемостей коллекторов [7].

Достоинствами бурения на депрессии являются следующие: облегчение выноса выбуренной породы и шлама,

вовлечение в разработку сложных низкопродуктивных залежей, улучшение технико-экономических показателей за счет роста механической скорости бурения и проходки на долото (на 50 % и 30 % соответственно), снижение уровня негативного влияния на недра за счет предотвращения загрязнения и сохранения естественной проницаемости прискважинной зоны; бурение в зонах аномально высокого или аномально низкого пластового давления, роста рентабельности в целом [6].

Таким образом, применение технологии бурения на депрессии и равновесии давлений в системе «скважина — пласт» позволяет не только улучшить технико-экономические показатели, но и исключать или снижать влияние негативных воздействий на пласт за счёт сохранения коллекторских свойств продуктивных отложений в приствольной зоне и осуществлять гибкий переход от несбалансированного бурения к «равновесному» и обратно.

Технология реализуется чаще всего двумя методами:

1. Бурение удлинения и ответвлений боковых стволов скважин на депрессии с использованием комплекса «Непрерывная труба».

2. Бурение удлинения и ответвлений боковых стволов скважин с использованием комплекта оборудования БДБТ (бурения на депрессии на бурильных трубах) [6].

Общей целью бурения удлинения и ответвлений БС скважин на депрессии является интенсификация системы разработки месторождений, увеличение коэффициента извлечения нефти из продуктивных пластов.

Одним из определяющих условий безаварийного бурения удлинения и ответвлений БС скважин на депрессии является поддержание (регулирование) заданного дифференциального давления в системе «скважина — пласт», величина которого выбирается исходя из условий предупреждения поглощений промывочной жидкости, газонефтеводопроявлений, осыпей, обвалов и других осложнений ствола скважины, охраны недр и экологии [5].

Бурение удлинения и ответвлений БС скважин на депрессии производится по индивидуальному плану работ

на производство КРС методом бурения удлинения и ответвлений БС скважин, в основу которого закладываются требования государственных и ведомственно-отраслевых локальных актов. Производство работ осуществляется с применением комплекта оборудования по углублению БС в режиме депрессии с использованием бурильных труб, а также с применением бурового комплекса НТ.

Бурение удлинения и ответвлений БС скважин на депрессии осуществляется в соответствии с технологическими решениями документов и с учётом текущего состояния структуры остаточных запасов нефти [2]. На рисунке 1 показаны группа определяющих критериев, учитываемых при разработке технологии бурения удлинений и ответвлений боковых стволов.



Рис. 1. Организационно-технологические критерии, учитываемые при разработке технологии бурения удлинений и ответвлений боковых стволов

Для реализации любого метода данной технологии предварительно определяются горно-геологические условия, составляются технические требования и условия на специальное техническое оборудование.

В ходе планирования работ принимаются в учет технологические и геологические критерии, определяющие возможность проведения работ по бурению удлинения и ответвлений БС скважин на депрессии.

Основными технологическими критериями являются четыре критерия: диаметр хвостовика, профиль проводки удлинения и ответвлений БС скважин на депрессии, пространственная интенсивность искривления и состояние эксплуатационной колонны.

Плановый профиль проводки удлинения и ответвлений БС скважин на депрессии должен исключать вероятность пересечения с существующими и проектными стволами соседних скважин.

Третий показатель — пространственная интенсивность искривления определяется техническими возможностями бурения и не должна превышать величины при применении бурового комплекса НТ — 4° на 10 метров длины, производстве работ с использованием бурильных труб — 3° на 10 метров длины.

Состояние эксплуатационной колонны по данным геофизических исследований и по результатам опрессовки должно быть технически исправным следующее оборудование: герметичность эксплуатационной колонны, второе условие — отсутствие заколонных перетоков и межколонных давлений.

К геологическим критериям относятся: — коэффициент расчленённости, представляющий собой среднее количество песчаных прослоев к общему количеству скважин;

- коэффициент нефтенасыщенности — доля объема пустот в горной породе;
- наличие разوناпорных пропластков в коридоре проводки — количество участков с разными значениями давления;
- эффективная нефтенасыщенная толщина — мощность проницаемого нефтяного пласта;
- наличие запасов углеводородов по имеющимся данным;
- текущая и прогнозируемая добыча нефти [2].

При анализе литологической однородности коридора проводки горизонтального участка пласта, учитывается наличие зон выклинивания коллектора и замещения его непроницаемыми породами, разбуривание которых связано с затратами времени на механическое бурение, сопоставимыми со временем бурения данного интервала при репрессии.

Организационно-технические мероприятия перед бурением удлинения и ответвлений боковых стволов скважин на депрессии включают в себя: анализ на сближение профилей стволов скважин и предотвращение их столкновений; расчёт коэффициентов трения в обсаженном и необсаженном интервалах ствола скважины; расчёт допустимого износа НТ; анализ проходимости в интервалах максимальной интенсивности набора угла; расчёт гидравлических потерь давлений в системе циркуляции промывочной жидкости; анализ гидродинамических давлений с учётом совмещённого графика поровых давлений и давлений гидравлического разрыва пород; оптимизация параметров промывочной жидкости; расчёт оптимальной скорости бурения и режима циркуляции для полной очистки ствола скважины от выбуренной породы.

Расчеты, достоверно обосновывающие возможности бурения удлинения и ответвлений боковых стволов скважин на депрессии, проводятся в программном комплексе (расчеты профилей ответвлений, расчёт нагрузок и сил сопротивления; а также возникновения спирального и синусоидального изгибов бурильных труб или НТ; растяжения бурильных труб или НТ; оптимизация профиля по параметрам бурения и ряд других).

Ниже охарактеризованы основные этапы при реализации технологий [2]. При выполнении бурения удлинения и ответвлений боковых стволов скважин на депрессии с использованием комплекса «Непрерывная труба» выполняются подготовительные работы, сборка и опрессовка КНБК, спуско-подъёмные операции.

Выполнению подготовительных работ для бурения удлинения и ответвлений БС скважины на депрессии предшествует резка БС скважины (путём вырезания технологического «окна» в эксплуатационной колонне или углубления ниже башмака эксплуатационной колонны) со спуском и креплением хвостовика.

Подготовительные работы проводятся по окончании спуска и крепления хвостовика в следующем порядке. Производится монтаж и испытание на герметичность ПВО на допустимое давление опрессовки эксплуатационной колонны с дальнейшим спуском КНБК, состоящей из окон-

ного фрезера, двух арбузообразных фрезеров и расчётного количества бурильных труб для определения технического состояния эксплуатационной колонны, возможных участков сужения, обеспечения свободного спуска скважинного оборудования.

Шаблонирование эксплуатационной колонны осуществляется до глубины установки адаптера хвостовика. При достижении адаптера хвостовика производится промывка в течение полутора — двух циклов. Для шаблонирования хвостовика и разбуривания его оснастки спускается КНБК; состоящая из фрезера, ВЗД и колонны разноразмерных бурильных труб. Шаблонирование проводится до глубины установки элементов технологической оснастки хвостовика и далее — проводится испытание на герметичность эксплуатационной колонны с хвостовиком на допустимое давление опрессовки эксплуатационной колонны.

Типоразмер породоразрушающего инструмента выбирается исходя из диаметра хвостовика, из которого будет вестись бурение удлинения и ответвлений БС скважин на депрессии с применением бурового комплекса НТ. Для бурения удлинения и ответвлений БС скважин на депрессии из хвостовиков диаметром 114 мм используются долота диаметрами 92 мм, 95 мм. Из хвостовиков диаметром 102 мм — долота диаметром 85 мм.

При необходимости перед спуском КНБК с телеметрической системой на бурение производится спуск магнитного фрезера для очистки забоя бокового ствола скважины.

Выбор типоразмера ВЗД осуществляется с учётом типа породоразрушающего инструмента, обеспечения необходимой траектории удлинения и ответвлений БС скважин на депрессии. В случае необходимости допускается включение в состав КНБК раздвижных расширителей, а также включение в состав КНБК осциллятора АСТ 027 диаметром 73 мм.

При бурении удлинения и ответвлений БС скважин на депрессии с использованием бурового комплекса НТ применяется телеметрическая система «Coil Трак» с кабельным каналом связи, обеспечивающая инклинометрический контроль и контроль: гамма излучения; давления в трубном и затрубном пространствах; нагрузки на долото; температуры.

Спуск КНБК на НТ производится при минимально необходимом расходе промывочной жидкости во избежание усталостных напряжений в НТ, но достаточном для поддержания циркуляции. Скорость спуска КНБК не должна превышать 20 м/мин. За 20 метров до глубины ожидаемого искривления или изменения конструкции скважины производится снижение скорости спуска КНБК до 3–5 м/мин.

В ходе СПО контролируются и регистрируются глубина нахождения КНБК; вес на инжекторе; давление в трубах на забое; давление в затрубном пространстве на забое; давление на стояке; давление на устье; объём жидкости в ёмкостях резервуарного парка; плотность промывочной жидкости, содержание воды и твердой фазы промывочной жидкости; производительность буровых насосов; температура на забое [4]. При достижении КНБК глубины срезки удлинения скважина переводится на нефть или иную про-

мывочную жидкость, производится промывка в течение одного цикла.

Перед бурением в режиме депрессии производится контрольная опрессовка ПВО (кольцевого сферического превентора и трубного превентора) на максимально возможное давление, но не выше максимально допустимого давления опрессовки эксплуатационной колонны в соответствии с требованиями ФНиП [1]; розжиг свечи расщепления в режиме малого пламени.

По данным датчиков давлений в КНБК регулируется расход и давление для обеспечения режима бурения.

Выполнению подготовительных работ для бурения удлинения и ответвлений на депрессии с использованием комплекта оборудования БДБТ предшествует резка БС скважины (путём вырезания окна в эксплуатационной колонне или углубления ниже башмака эксплуатационной колонны) со спуском хвостовика и его обсаживанием или строительство горизонтальной скважины с открытым участком ствола в продуктивной толще.

По окончании этих работ проводятся подготовительные работы, включающие в себя отсыпку и планировку кустовой площадки, согласно типовым схемам; работы по подготовке скважины и фонтанной арматуры; завоз оборудования УД на кустовую площадку, его расстановку, монтаж и обвязку, а также монтаж и опрессовку ПВО согласно [3]. Для обратного канала связи телесистемы (в случае ориентированного углубления на депрессии) забуривается дополнительный якорь.

По окончании монтажных работ производится спуск КНБК, состоящей из оконного фрезера, двух арбузообразных фрезеров и расчётного количества бурильных труб для определения технического состояния эксплуатационной колонны, возможных участков сужения, обеспечения свободного спуска скважинного оборудования [2].

Выбор типоразмера породоразрушающего инструмента осуществляется исходя из геометрических характеристик колонн, из которых будет вестись бурение удлинения и ответвлений БС скважин на депрессии с применением комплекта оборудования по углублению в режиме депрессии.

Для бурения удлинения и ответвлений БС скважин на депрессии из хвостовиков диаметром 114 мм используются долота диаметром 92 мм, 95 мм. Из хвостовиков диаметром 102 мм — долота диаметром 85 мм.

Углубление производится КБК с применением телеметрической системы.

Выбор типоразмера ВЗД осуществляется с учётом типа породоразрушающего инструмента, обеспечения необ-

ходимой траектории удлинения и ответвлений БС скважины на депрессии. Рабочая пара для ВЗД, применяемых при бурении на депрессии, изготавливается из резиновой смеси стойкой к взрывной декомпрессии.

Для бурения удлинения и ответвлений БС скважин на депрессии на практике применяется КНБК, включающая в себя долото, ВЗД, обратный клапан, немагнитная УБТ 31/8» (27/8», 43/4»), нижняя часть телесистемы EOSS. При необходимости до начала сборки КНБК для забуривания производится спуск верхней части телесистемы EOSS (CapSab) для определения оптимальной глубины установки электромагнитного передатчика.

После сборки и спуска КНБК с телесистемой (в т. ч. верхней части телесистемы EC3SS) производится спуск одной бурильной трубы в скважину с установкой обратного клапана. Перед установкой и спуском проверяется работа всех обратных клапанов.

Места расстановки обратных клапанов в бурильной колонне подбираются с учётом конструкции скважины, при этом расстояние между ними должно быть не более 400 м. При достижении КНБК башмака хвостовика производится установка обратного клапана. При достижении КНБК башмака эксплуатационной колонны или хвостовика производится перевод скважины на нефть или иную промывочную жидкость.

Перед переводом скважины на нефть или аэрацию промывочной жидкости азотом, во избежание превышения осевой нагрузки на долото, производится перевод инструмента в подвешенное состояние. Производится спуск КНБК до текущего забоя с промывкой нефтью в течение одного цикла [6]. По окончании промывки производится подъём КНБК в интервал башмака хвостовика или эксплуатационной колонны с постоянной циркуляцией.

В ходе бурения каждые 30 мин регистрируются параметры забуривания глубина нахождения КНБК, вес инструмента при спуске и подъёме, давление в трубах на забое, давление в затрубном пространстве на забое, давление на линии нагнетания насоса, и т. д.

Скорость спуска КНБК не должна превышать 20 м/мин. В процессе бурения постоянно ведётся контроль за количеством выносимого шлама. Каждые 30 мин производится контрольный отбор проб шлама.

Для снижения вероятности шламообразования и определения обвалов открытой части ствола скважины при бурении удлинения или ответвления на депрессии производится проработка открытого ствола скважины в следующем порядке (таблица 1).

Таблица 1. Порядок проработки открытого ствола скважины при бурении удлинения или ответвления на депрессии КНБК

Периодичность	Выполняемые операции
Через каждые 10 м	Подъём инструмента с интенсивной промывкой на 20 м выше забоя
Через каждые 50 м	Подъём инструмента с интенсивной промывкой до башмака эксплуатационной (технической) колонны (хвостовика)
Через каждые 100 м	Контрольный подъём-спуск до глубины с зенитным углом до 40°.

С целью обеспечения выноса шлама при бурении удлинения и ответвлений БС скважин на депрессии производится закачка пачек раствора ВУС.

На основании изложенного можно заключить, что обе технологии, несмотря на единую цель, имеют отличительные особенности в процессе их реализации.

Литература:

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности». Серия 8 Выпуск 19 — М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2013—288 с.
2. Боковые стволы скважин. Бурение удлинения и ответвлений на депрессии (Взамен СТО 234—2011): Стандарт организации [Текст] СТО 234—2017: утв. 17.10.20: введ. в действие с 17.10.20. — Сургут: ООО ИРЦ Сургутнефтегаз, 2017. — 69 с. — Текст: непосредственный.
3. Инструкция по монтажу и эксплуатации противовыбросового оборудования при проведении работ по капитальному ремонту скважин в режиме депрессии: Инструкция М92078: утв. 16.11.28: введ. в дейсвик с 16.11.28. — Сургут: ООО ИРЦ Сургутнефтегаз, 2016. — 23 с. — Текст: непосредственный.
4. Регламент по контролю за качеством бурения, освоению новых скважин, капитального ремонта (КР6) скважин ОАО «Сургутнефтегаз»: утв. и введен в действие 14.06.27. — Сургут: ООО ИРЦ Сургутнефтегаз, 2014. — 42 с. — Текст: непосредственный.
5. Бойко, В. С. Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений. Учеб. для вузов. — М.: Недра, 1990. — 427 с.
6. Справочник мастера по добыче нефти, газа и конденсата: Справочное пособие. Сургут: рекламно-издательский информационный центр «Нефть Приобья», ОАО «Сургутнефтегаз», 2010—132 с.
7. Справочник супервайзера: Справочное пособие. Книга в двух томах. Т. 1 — Сургут: рекламно-издательский информационный центр «Нефть Приобья», ОАО «Сургутнефтегаз», 2011—296 с.

Анализ причин осложнений при зарезке и креплении боковых стволов скважин

Шлеин Геннадий Андреевич, кандидат технических наук, доцент;
Егоров Виталий Юрьевич, студент магистратуры;
Корунов Игорь Дмитриевич, студент магистратуры
Тюменский индустриальный университет

Бурение горизонтальных стволов скважин является одним из признанных методов эффективного увеличения нефтеотдачи. Однако в процессе зарезки и крепления боковых стволов наблюдаются осложнения, возникающие вследствие некачественного шаблонирования эксплуатационной колонны, наличия загрязнений, отсутствия цементного камня за эксплуатационной колонной в интервале вырезания «окна», кавернозности ствола, нарушения режимов фрезерования при подбуривании технологического кармана. В статье приведена обобщенная классификация осложнений, а также наиболее частые причины их возникновения на примере Восточно-Сургутского месторождения, разрабатываемого ПАО «Сургутнефтегаз».

Ключевые слова: инструмент, скважина, осложнения, окно, элемент, эксплуатационная колонна, зарезка, боковой ствол, крепление, разработка.

Значительные глубины залегания продуктивных горизонтов, следствием которого является вторичное минералообразование и геостатическое уплотнение горных пород, характерные для месторождений Западной Сибири, являются одним из факторов сокращения пустотного пространства и усложнения дифференциации и геометрии фильтрационных потоков. Эти и другие особенности определяют необходимость специальных подходов и технологий, характерных для данного региона.

Традиционные технологии не позволяют в полном объеме извлечь оставшиеся запасы, и в последнее время

актуальной является проблема применения конструкций скважин с различными геометрически-пространственными профилями — горизонтальное бурение, строительство боковых стволов, оснащение их оборудованием для многостадийного гидроразрыва пласта призваны обеспечить эффективную добычу оставшегося в недрах ценного сырья.

Восточно-Сургутское месторождение разрабатывается с 1985 года. В настоящее время в эксплуатации находятся объекты БС₁₀⁰, БС₂₁₋₂₂, ЮС₁¹ и ЮС₂¹.

Объект ЮС₂¹ находится в опытно-промышленной эксплуатации с 1987 года. Средняя глубина залегания кровли

по объекту — 2886 метров, ип залежи — литологически экранированная, тип коллектора поровый. Средняя общая толщина не превышает 13 метров. Коэффициент пористости по объекту — 0,16, проницаемость $4,5 \times 10^{-3}$ мкм².

На объекте организовано два участка опытно-промышленной разработки (ОПР) — в районе скважин 155Р (ОПР1) и 180Р (ОПР2). Их разработка началась с 1987 года и 2003 года соответственно. На остальной части пласта эксплуатируются одиночные скважины.

В районе скважины 155Р реализована запроектированная девятиточечная система разработки. Вклад залежи по накопленной добыче нефти составляет более 50%. Основной вклад (57,5%) по текущей добыче нефти приходится на скважины в районе залежи 180Р. На залежи реализована очагово-площадная система заводнения.

Для участков района скважины № 155Р принята обращенная девятиточечная система с плотностью сетки 500 на 500 м; район скважины № 180Р — пятиточечная и трехрядная системы разработки с применением горизонтальных добывающих скважин (горизонтальных боковых стволов) с плотностью сетки 400 на 400 м. В районе скважин № 159Р, 164Р предусмотрено применение пятиточечной системы разработки. Бурение наклонно-направленных добывающих и нагнетательных скважин с применением ГРП на стадии освоения; (район скважины № 151Р) — применение прямой девятиточечной системы разработки.

Также предусмотрено бурение наклонно-направленных добывающих и нагнетательных скважин с применением ГРП на стадии освоения; (район скважин № 241Р, 154Р) — однорядная система разработки, расстояние между скважинами в ряду и рядами нагнетательных, добывающих скважин — 500 м, применение горизонтальных добывающих и наклонно-направленных нагнетательных скважин.

За последний год объем добычи 344,8 тыс. т нефти и 498,4 тыс. т жидкости, при средней обводненности продукции 68,7%. Дебит нефти составил 12,1 т/сут, жидкости — 16,9 т/сут. За весь срок эксплуатации отобрано 1498 тыс. т нефти и 1987 тыс. т жидкости, накопленный водонефтяной фактор составил 0,35. Начиная с 2001 года, на объекте наблюдается рост добычи нефти, максимальный уровень достигнут в 2009 году.

Закачка воды в пласт для поддержания пластового давления началась в 1988 году. В 2009 году в пласт закачано 449,8 тыс. м³ воды, накопленная закачка составляет 1305 тыс. м³. Текущая компенсация за 2009 год равна 81%, накопленная — 55,6%.

Основным методом увеличения нефтеотдачи на объекте приняты забурка боковых стволов с гидроразрывом пласта.

На объекте эксплуатируется 13 горизонтальных скважин, в настоящее время продолжается строительство еще пяти. При разработке конструкции скважины в пределах Восточно-Сургутского месторождения традиционно учитываются основные параметры — физико-геологиче-

ские условия месторождения, которые в основном определяют ее прочностные параметры.

В процессе резки и крепления боковых стволов наблюдаются осложнения, которые могут быть классифицированы следующим образом:

Виды осложнений при резке БС скважин:

- при работе с фрезерами и КО;
- при работе с инструментом;
- из-за прихвата инструмента и обсадных труб;
- при работе с долотами;
- при работе с хвостовиками и элементами их оснастки;
- из-за неудачного цементирования;
- при работе ВЗД;
- из-за падения посторонних предметов в скважину;
- прочие.

Виды осложнений при креплении БС скважин:

- при работе с обсадными колоннами;
- из-за неудачного цементирования;
- при спуске и креплении хвостовика;
- из-за падения посторонних предметов в скважину;
- прочие.

В ходе работ по установке КО и работ по вырезанию «окна» в обсадной колонне наблюдаются следующие осложнения: непрохождение и несанкционированное заякоривание КО в эксплуатационной колонне при его спуске; слом или отворот элементов вырезающей компоновки при фрезеровании «окна» в эксплуатационной колонне; углубление из-под «окна» по наружной стенке эксплуатационной колонны; потеря «окна» при резке БС скважины; ошибочный выбор места резки БС скважины. Ниже рассмотрены причины осложнений при работе с фрезерами и КО.

Причиной непрохождения и несанкционированного заякоривания КО в эксплуатационной колонне при его спуске являются некачественное шаблонирование эксплуатационной колонны перед спуском КО (несоответствие диаметра и длины шаблона типу КО); превышение скорости спуска КО; загрязнений, наличие на стенках эксплуатационной колонны цементной корки, отложений парафина и других отложений.

Причинами возникновения слома или отворота элементов вырезающей компоновки при фрезеровании «окна» в эксплуатационной колонне могут быть эксплуатация неисправных элементов вырезающей компоновки, непрошедших осмотр, ревизию и дефектоскопию в условиях мастерских; эксплуатация элементов вырезающей компоновки сверх установленных сроков; нарушение режимов фрезерования (создание чрезмерных нагрузок и крутящего момента); нарушение установленных моментов свинчивания на стадии сборки компоновки.

В ходе выполнения работ может возникнуть углубление из-под «окна» по наружной стенке эксплуатационной колонны. Наиболее частыми причинами данного вида осложнений являются плохое качество или отсутствие цементного камня за эксплуатационной колонной

в интервале вырезания «окна»; большая кавернозность ствола в интервале вырезания «окна»; нарушение режимов фрезерования при подбуривании технологического кармана, ошибки при ориентировании КНБК при резке БС скважины из-под «окна»; недостаточная установка угла перекоса на ВЗД; нарушения при ориентировании и посадке КО.

Причиной потери «окна» при резке БС скважины являются проседание или поворот КО; превышение скорости спуска КНБК при прохождении интервала вырезанного окна; оставление в скважине части КНБК. При выборе глубины вырезания «окна» в колонне учитываются как конструкция скважины, так и характер залегающих пород и техническое состояние колонны.

При неправильно выбранном месте установки КО фрезер в процессе вскрытия «окна» может попасть на муфтовое соединение, что приведёт к значительному увеличению времени на вырезание «окна», нарушению колонны и другим осложнениям. При установке КО в стволе скважины следует учитывать, где будет фрезероваться «окно» относительно соединительных муфт обсадной трубы. Рекомендуется располагать переднюю поверхность КО в средней части обсадной трубы.

В ходе работ с инструментом возможно возникновение следующих осложнений:

- оставление (обрыв) в скважине элементов инструмента (бурильных труб и УБТ, переводников, муфт, замков, центраторов, калибраторов и др.);
- слом по телу, в зоне замковых соединений или по сварному шву элементов инструмента;
- срыв по резьбовому соединению, развинчивание по резьбе элементов инструмента;
- падение в скважину труб или элементов инструмента;
- поломка спуско-подъёмного оборудования или инструмента.

Основными причинами возникновения осложнений при работе с инструментом являются повышенная кавернозность стенок скважины; прилипание инструмента; осыпи, обвалы породы; усталость металла (применение изношенного инструмента; низкое качество изготовления резьбовых соединений; превышение предельных крутящих моментов; повышенное искривление скважины; промыв резьбовых соединений или тела инструмента; недостаточный контроль за состоянием инструмента, отсутствие опрессовки перед началом работ.

Осложнения вследствие поломки элементов инструмента чаще всего вызваны усталостью металла. Явления усталости возникают под действием изгибающих, крутильных, ударных переменных нагрузок, а также нагрузок, вызывающих колебания инструмента.

Прихваты инструмента, вызванные нарушением устойчивости горных пород, в результате образования сальников, часто ликвидируются путём максимально возможного натяжения инструмента с одновременной интенсивной промывкой промывочной жидкостью, обработанной 2–3%-ным раствором ПАВ. При снижении натяжения, которое указывает на движение инструмента, его натягивают до заданного значения, повторяют цикл до освобождения.

Иногда прихваты, вызванные нарушением устойчивости горных пород, ликвидируются ударными механизмами (при небольшой степени сложности).

Сложные случаи прихватов, вызванных нарушением устойчивости горных пород, ликвидируются обуриванием и извлечением инструмента по частям.

В таблице 1 представлена динамика распределения причин осложнений за последние три года.

Структура причин отказов приведена на рисунке 1.

В структуре осложнений при резке боковых стволов наибольшая часть 14% приходится на ослож-

Таблица 1. Динамика распределения причин осложнений при резке и креплении боковых стволов

Наименование осложнений	2016 год	2017 год	2018 год
1. Виды осложнений при резке БС скважин:	68	61	66
работа с фрезерами и КО	9	11	7
работа с инструментом	7	5	8
прихват инструмента и обсадных труб	11	8	9
работа с долотами	8	6	7
работа с хвостовиками и элементами их оснастки	5	6	7
неудачное цементирование	7	4	6
работа ВЗД	3	4	5
падение посторонних предметов в скважину;	8	9	8
прочие.	10	8	9
2. Виды осложнений при креплении БС скважин	22	26	22
работа с обсадными колоннами	5	6	4
неудачное цементирование	3	5	4
спуск и крепление хвостовика	6	8	5
попадание посторонних предметов в скважину	-	2	3
прочие.	8	5	6

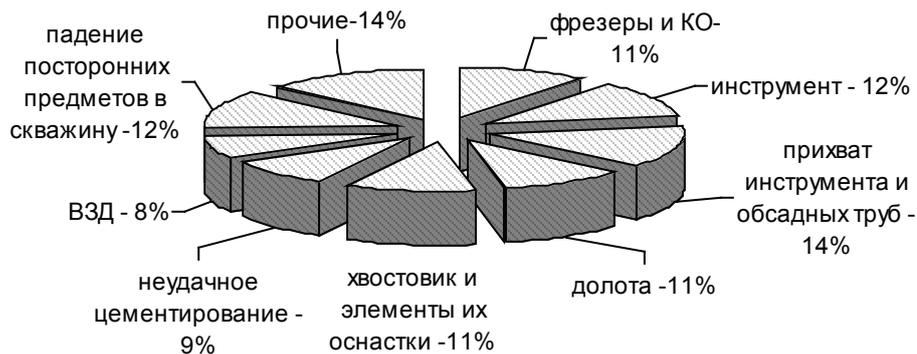


Рис. 1. Структура распределения причин осложнений при резке и креплении боковых стволов

нения, связанные с прихватом инструмента и обсадных труб и на прочие причины. 12 % приходится на причины, связанные с работой с инструментом и падение посторонних предметов в скважину. По 11 % причин приходится на причины, связанные с работой фрезером и КО, работу с долотами и причинами, связанными с работой с хвостовиками и элементами их оснастки. Менее всего

отказов приходится на причины, связанные с работой с ВЗД.

Систематический учет всех причин, приводящих к осложнениям в процессе, их систематизация и выявление наиболее часто повторяющихся должно быть направлено на снижение отказов оборудования и его простоев при резке и креплении боковых стволов скважин.

Литература:

1. Басарыгин, Ю. М., Будников В. Ф., Булатов А. И. Теория и практика предупреждения осложнений и ремонта скважин при их строительстве и эксплуатации. Том 4. Москва. Недра. 2002.
2. Басарыгин, Ю. М., Булатов А. И., Проспелков Ю. М. Осложнения при бурении нефтяных и газовых скважин. Москва. Недра — Бизнес-центр. 2001
3. Справочник мастера по добыче нефти, газа и конденсата: Справочное пособие. Сургут: рекламно-издательский информационный центр «Нефть Приобья», ОАО «Сургутнефтегаз», 2010—132 с.
4. «Справочник методов увеличения нефтеотдачи»: Справочное пособие. Сургут: рекламно-издательский информационный центр «Нефть Приобья» ОАО «Сургутнефтегаз», 2012—312 с.
5. Справочник супервайзера: Справочное пособие. Книга в двух томах. Т. 1-Сургут: рекламно-издательский информационный центр «Нефть Приобья», ОАО «Сургутнефтегаз», 2011—296 с.
6. Стандарт организации СТО 58—2017 «Боковые стволы скважин. Порядок крепления» // Производственный отдел по текущему и капитальному ремонту скважин ОАО «Сургутнефтегаз». 2017—51 с.
7. Стандарт организации СТО 119—2017 «Стандарт организации СТО 58—2017 «Боковые стволы скважин. Порядок резки» // Производственный отдел по текущему и капитальному ремонту скважин ОАО «Сургутнефтегаз». 2017—59 с.

ЭКОЛОГИЯ

Состояние экологического благополучия в Саратовской области в 2019 году

Гусева Дарья Михайловна, студент
Саратовская государственная юридическая академия

Одним из наиболее проблемных вопросов на сегодняшний день является трансформация окружающей среды в результате деятельности человека, которая ведет к нарушению структурных элементов и функционала природных комплексов. Уровень воздействия человека на природную среду зависит от того, насколько развит производственно-технический потенциал конкретного субъекта и как относится население к проблемам экологии.

Государство осуществляет множество мероприятий по решению экологических проблем. Несмотря на определенные положительные сдвиги экологическая обстановка в регионе остается напряженной.

Изучив исследования авторов и доклады о состоянии и об охране окружающей среды в Саратовской области, а также научные публикации я пришла к дальнейшим выводам.

Экологические проблемы Саратовской области по своей специфике те же, что и международные. Первой проблемой является глобальное изменение климата, которое часто рассматривается как итог хозяйственной деятельности людей. Хотя наиболее веской причиной глобального потепления остается его многовековая изменчивость. А также в данном вопросе очень важное значение имеет озоновый экран, который поглощает 13% солнечной радиации и ультрафиолетовые лучи, оказывающие смертельное действие на живых организмов. Благодаря озоновому слою до поверхности Земли доходит лишь незначительная часть данных лучей. Озоновый экран существенно защищает нормальную жизнедеятельность живых организмов, но условия способствуют его значительному разрушению.

На вышесказанные проблемы трудно оказать влияние только одному региону. Необходимо уменьшить содержание пыли, токсичных транспортных выхлопов, очистить воздух на всей территории Земли.

Еще одной проблемой является потеря биологического разнообразия. Известно, что на территории Поволжья, которое включает Саратовскую область, в XX столетии утрачено около двух десятков видов растений. А также несколько видов насекомых, но, к сожалению, точное коли-

чество установить не удалось. За последние 30 лет было утрачено 5 видов животных и 13 видов птиц. Одной из причин таких потерь является активное освоение территорий и вытеснение их обитателей.

Стоит уделить особое внимание проблеме качеству поверхностных источников питьевого водоснабжения. Загрязнение природных вод итогами хозяйственной деятельности является одним из самых опасных видов деградации водных объектов, которые создают серьезные экологические проблемы на территории Саратовской области.

Саратовская область имеет внушительные запасы поверхностных водных ресурсов. Водный фонд области насчитывает около 3,5 тысячи поверхностных водоемов (водохранилищ, рек, прудов). Главной водной артерией области является р. Волга, представленная на территории области двумя водохранилищами (Саратовским и Волгоградским).

В 2018 году общий объем сброшенных сточных вод в поверхностные водные объекты составил 194,1 млн. м³, из них 95,3 млн. м³ – загрязненных (без очистки и недостаточно очищенных), что составляет 49% от общего объема сброшенных стоков. Наибольший вклад в общий объем сброшенных в поверхностные водоемы сточных вод вносят предприятия, относящиеся к такому виду деятельности, как «забор, очистка и распределение воды». Основной объем сброса сточных вод приходится на водные объекты бассейна реки Волги — 186,7 млн. м³ (96% от общего объема сброшенных сточных вод).

Таким образом, качество воды из природных поверхностных источников, в связи с огромными объемами производственных стоков и их недостаточной очисткой на территории Саратовской области продолжает оставаться неудовлетворительным. Происходит ухудшение качества питьевой воды, в целом несоответствующей санитарным нормам. Сантехническое оборудование изношено, чем и усугубляется картина.

Данную проблему можно решить сокращением объемов малоочищенных и неочищенных сточных вод, ремонтом и модернизацией гидротехнических сооружений, очистных сооружений, трубопроводов и сантехнических

узлов, обеспечением водоисточников зонами санитарной охраны.

В области наблюдается деградация и ухудшение плодородия земель. В нашем регионе существуют такие типы почв как: черноземные — 50,4%; каштановые — 30,0%; солонцы — 11,5%; аллювиальные почвы — 6,3% и прочие — 1,8%. Отличительной чертой области является высокий уровень распаханых земель, составляющий более 65% площади от всех сельскохозяйственных угодий. Особенно загрязнены почвы вокруг промышленных городов.

Саратовская область является крупным субъектом, на территории которого находится значительное количество промышленных предприятий, которые обладают большим производственным потенциалом. Наиболее опасное воздействие на природную среду оказывает выброс отходов производства этих предприятий. Основными отходами являются: химическое производство, разработка каменных карьеров, добыча нефти и газа, сельское и коммунальное хозяйства, транспорт и связь, а также производство резиновых и пластмассовых изделий. Особое негативное воздействие данные отрасли оказывают на биологический потенциал почв.

За последние годы сильно ухудшилось плодородие почв из-за загрязнения земель, вследствие выбросов химиче-

ских соединений от транспорта и промышленных предприятий, а также несанкционированных свалок промышленных и бытовых отходов, размещенных с нарушениями требований санитарных правил и норм, а иногда нерационального применения минеральных удобрений, незаконным захоронением промышленных отходов и в результате водной и ветровой эрозий.

Ухудшать биологический потенциал почв может чрезмерное использование минеральных удобрений, поскольку в них содержатся тяжелые металлы.

Чтобы сохранить почвенный покров и предотвратить деградацию почв области нужно увеличить площадь рекультивации земель, ужесточить правила хранения и транспортировки агрохимикатов, пестицидов и т. п.

В текущих условиях для людей жизненно необходимо исправить свое отношение к природе как к объекту потребительского отношения для извлечения благ. Нужно вводить новейшие природоподобные технологии, которые не будут причинять урон окружающей среде, а будут существовать с ней в гармонии и позволять восстанавливать нарушенный человеком баланс между биосферой и техносферой. Важно понять, что человек является таким же живым существом, как и остальные виды, и его благополучие зависит от поддержания биологического разнообразия в природной среде.

Литература:

1. Статья «Промышленные предприятия Саратовской области как источники выбросов вредных веществ в окружающую среду», Соколов С. А., Фролов В. В.
2. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2018 г. <https://saratov.gov.ru/gov/auth/minres/doklad-o-sostoyanii-i-ob-okhrane-okruzhayushchey-sredy-saratovskoy-oblasti/dokladOOS.php>
3. Чумаченко, А. Н., Шляхтин Г. В. «Экологические проблемы Саратовской области в год экологии и год особо охраняемых природных территорий», Киберленинка

Проблемы сокращения лесов. Пути решения

Малякина Юлия Юрьевна, студент
Саратовская государственная юридическая академия

С каждым днём обстановка в мире меняется, и многие, на первый взгляд, незаметные проблемы оказываются проблемами глобального масштаба.

Изучив труды учёных, статистические данные и новостные порталы, я решила написание данной работы, связанной с обезлесением, а также рассмотрела некоторые пути решения.

Кто бы мог подумать, что в 21 веке, веке высоких технологий и машин возникнет подобная проблема, в век продвижения и компьютеризации мира, когда давно ушла первобытная эпоха, человек будет и дальше истязать лесные запасы. Уничтожение лесов наращивает темпы и потому является одной из основных проблем всего че-

ловечества. Леса подвергаются вырубке, чтобы захватить земли для других целей: строительства, производства бумаги, также сейчас актуален отдых на природе, который несёт свои последствия. Исходя из статистики за 2014–2018 годы, 26 миллионов гектаров леса мир теряет ежегодно, из которых около 5 миллионов га. только в России. Прекрасно осознавая, что это может привести к нарушению кислородного цикла, пагубным последствием которого станет невозможность дышать; заболачивание местности, то есть водоемы будут зарастать тиной и травой, либо же наоборот засухи, из-за которой корни деревьев могут отмереть, приведя к гибели самого дерева. Особенный риск представляет увеличение полно-

водности, поскольку деревья питаются подземными водами, а за отсутствием деревьев могут спровоцироваться наводнения. Ярким примером является город Бангладеш, в котором после массовой вырубке лесов стали происходить наводнения каждые несколько лет, хотя раньше это происходило раз в столетие. Также леса являются хранилищем видового и генетического разнообразия, поэтому отрицать факт того, что они играют одну из главных ролей в определении гидрологических режимов целых континентов, — глупо и бессмысленно, поскольку лесная зона даёт приют большей части человечества. И, несомненно, нужно затронуть вопрос о животных, ибо их жизнь напрямую связана с их местом обитания, которое человек всеми силами старается уничтожить.

Леса подвергались воздействию человека с глубокой древности, и сейчас именно здесь сосредоточено основное производство промышленной и сельскохозяйственной продукции. Обезлесение — проблема мирового масштаба, актуальная не только для России, но и для целого ряда других стран. До того как появилось сельское хозяйство, площадь лесов составляла примерно 6 миллиардов гектаров. Сейчас осталось немного больше 4 миллиардов га, из которых только 1,5 миллиарда являются нетронутыми. Но как долго продержатся и эти остатки? Как скоро от лесов ничего не останется, и кто будет отвечать за эти поступки?

В 2014 году эксперты WWF заявили, что Россия является единственной крупной страной мира, биоресурсы которой растут. За двадцать лет (с 2014 года) площадь лесов в России выросла на 79 миллионов гектаров, но в связи с последними событиями, а именно пожарами, которые начались в июле этого года и захватили более 2.69 миллионов гектаров лесного фонда России, эти данные бесполезны. Пожары 2019 года в Сибири являются рекордными по площади лесных пожаров за последние несколько лет. Называются многие причины, одной из которых, как говорит Министр природных ресурсов, являются сухие грозы, а представители экологических организаций считают, что это умышленные поджоги, которые могли быть спровоцированы с целью сокрытия незаконной вырубки, но это всё лишь предположения. Также каждый год происходит естественная гибель деревьев, постоянная проблема — их вырубка, вывал снегом и ветром, поэтому необходимо выработать политику защиты лесов, их сохранения и — в идеале — приумножения.

Как я уже отметила, каждый год только в России площадь лесов сокращается на 5 миллионов га. Вместе с тем границы и площадь умеренных лесов довольно стабильны. В них проводятся восстановительные работы, почва не теряет плодородный слой, и на ней еще может восстанавливаться лесной покров. Примером восстановления могут послужить многочисленные программы по озеленению территорий, осуществляемые организациями и добровольцами. Одной из крупнейших программ «Миллион деревьев» с 2013 года было высажено

более 2,5 миллиона деревьев и кустарников. Несомненно, нельзя обойти стороной лесную реформу 2019 года. До 2019 года граждане бились за возможность собирания сухих веток в лесах, и наконец, 1 января 2019 года вступил в силу закон, который не просто упростил жизнь населению, поскольку они смогут свободно собирать необходимые дрова, но в первую очередь обезопасил леса от пожаров из-за мусора (валежников) и защитил леса от незаконной вырубки. Также необходимо отметить принцип «гектар за гектар», который предполагает восстановление лесов, вырубленных для каких-то предпринимательских целей, будь то строительство или промышленная деятельность. Закон является одним из подобных в огромной лесной реформе 2019 года, предполагая собой обязанность организаций восстанавливать земли после себя и засаживать каждый использованный гектар саженцами той же породы, что была вырублена, для любых крупных коммерческих целей, поскольку данный принцип не распространяется на граждан, которые заготавливают древесину для собственных нужд, и заготовителей новогодних елей, а также для муниципальных или государственных нужд.

В поиске вариантов защиты лесов можно наткнуться на интересный способ, а именно изготовление бумаги из конопли, а не из древесины; сделав процесс производства бумаги более дешёвым, привлекательность конопляного сырья для целлюлозно-бумажной промышленности значительно возрастает. Кроме всего прочего неоспоримыми достоинствами культивирования конопли является возможность получения большого количества сырья за значительно меньший (4 месяца) промежуток времени, чем древесного (50 лет). Также у такой бумаги много преимуществ, она намного прочнее, чем изготовленная из древесной целлюлозы, и уже в ходе изготовления приобретает белый цвет. Это означает, что не нужно дополнительно высветлять её хлором, как это делают при привычном производстве бумаги из древесины. Её универсальность является только значительным плюсом (использование в производстве одежды, биокomпозитных материалов, косметических и фармацевтических препаратах, строительстве), а лёгкость в выращивании и производстве добавляет ускорение и большую экономию денежных средств.

В заключение я бы хотела отметить, что проблема сокращения лесов весьма актуальна и требует скорейшего решения, поскольку леса задействованы во всех сферах нашей жизнедеятельности и занимают главенствующее место. Но человеческое эгоистическое отношение идёт во вред не только природе, но и ему самому в первую очередь. Приятно видеть, что государство уже предпринимает меры по усиленной защите лесной сферы, но необходимо предлагать новые идеи и реализовывать их, решая проблемы не только на внутреннем уровне страны, но и выходящие на общемировой, благодаря взаимной поддержке и внедрению новых технологий для улучшения состояния мирового лесного запаса. Не стоит бояться рассматривать не-

традиционные варианты решений, поскольку на деле они могут оказаться действенными и выигрышными. Природа подарила нам великий и роскошный подарок в виде лесов,

который старательно губится человеческими руками, хотя на деле может совершенствоваться и дарить радость всему миру на протяжении ещё долгих лет.

Литература:

1. Проблемы сокращения площади лесов // Гринфилд. URL: <http://greenfriend.tilda.ws/> (дата обращения: 11.11.2019)
2. Акция «Миллион деревьев» // Официальный сайт Мэра Москвы. URL: <https://www.mos.ru/city/projects/mln-derevyev/> (дата обращения: 11.11.2019).
3. Бумага и упаковка из конопли // ПромРуссКон. URL: <https://www.promruscon.com/works/bumaga-i-upakovka-iz-konopli-/> (дата обращения: 11.11.2019).

Роль международного сотрудничества в области охраны окружающей среды в Российской Федерации

Пирогов Алексей Алексеевич, студент
Саратовская государственная юридическая академия

На протяжении всей своей истории человечество постоянно подвергалось влиянию природных и техногенных катастроф. Они есть причиной того, что уносятся тысячи человеческих жизней, наносится огромный экономический ущерб и в одно мгновение уничтожается все, что было создано за долгие годы, десятилетия или даже столетия. Поэтому проблема безопасности жизнедеятельности становится приоритетной задачей государства и состоит из социальной, военной, экономической, экологической и безопасности жизнедеятельности в производственной сфере. Эта проблема волнует не только россиян, она актуальна для населения всех стран мира.

Экологические проблемы все чаще выходят на первый план в международных отношениях.

Неравномерное распределение природных ресурсов на Земле и стремление владеть тем, чего нет в себе, но есть у соседа, во все времена были причиной любых взаимоотношений между народами (от торговли до войны). Учитывая, что большинство используемых природных ресурсов имеют границы и являются невозобновляемыми, эта проблема со временем усугубляется [1; 3].

Интеллект, рациональное производство и использование невозобновляемых ресурсов, защита и воспроизводство возобновляемых ресурсов по мере их истощения и загрязнения будут все больше превращаться из внутренних дел одной страны в человеческую проблему выживания, которая требует установления соответствующих международных отношений.

В настоящее время одним из первых мест в международных отношениях является проблема рационализации природопользования и охраны окружающей среды. Уже есть экологические беженцы и экологические войны. Обусловленность государственных границ особенно заметна в

районах экологического бедствия. Африка в районе Сахары является примером. Когда-то давно эта пустыня возникла на месте саванны в результате выпаса скота, и в настоящее время растет со скоростью несколько километров в год.

Население и живая природа, спасаясь от голода и жажды, пытаются перебраться на еще более пригодные для жизни территории соседних государств, что вызывает кровопролитные столкновения. Всем стало ясно, что в принципе невозможно решить экологические проблемы только на национальном уровне. Природный комплекс некоторых стран, особенно малых, неразрывно связан с природным комплексом соседних стран или даже является его частью.

Необходимость международного сотрудничества в области защиты окружающей среды в настоящее время продиктована растущей и большей экологической зависимостью всех стран друг от друга. Разрушение озонового слоя, загрязнение атмосферы, океанов и повышение температуры на планете распространяются не только на страны, где разрешена экологически опасная деятельность, но и на все мировое сообщество. Поэтому в настоящее время государства под эгидой Организации Объединенных Наций или на двусторонней основе сотрудничают в целях защиты мест обитания людей, флоры и фауны. Такое взаимодействие основано на ряде общепризнанных мировым сообществом принципов человеческой деятельности в области использования окружающей среды. Они содержатся частично в межгосударственных договорах и актах, в нормативных документах международных организаций и обобщаются в решениях наиболее значимых международных конференций, полностью или частично посвященных охране окружающей среды и регулированию сотрудничества между государствами и народами в этой области. [4].

Негативное изменение окружающей среды на нашей планете стало глобальной проблемой в глобальном масштабе, в которой должны участвовать все страны. Воздействие человека на окружающую среду достигло чрезмерно высокого уровня. Это привело к тому, что на планете практически не осталось естественных экологических систем. Кроме того, многие международные и национальные экологические проблемы вызваны трансграничным антропогенным воздействием на окружающую среду, что делает такое решение возможным только благодаря объединенным усилиям всех государств.

Необходимость международного сотрудничества в области охраны окружающей среды также усугубляется заботой мирового сообщества о глобальных экологических проблемах, некоторые из которых связаны с охраной природных объектов за пределами действия национальной юрисдикции, таких как изменение климата, разрушение озонового слоя, загрязнение окружающей среды, загрязнение вод океанов и др. [5]

Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды играет важную роль в обеспечении экологической безопасности страны; совершенствование международного права окружающей среды; гармонизация законодательства, национальных и международных процедур, критериев и стандартов оценки качества окружающей среды; развитие международной системы стандартизации; противодействие экологическому терроризму.

Для международного сообщества охрана природы является одной из наиболее важных задач, которые необходимо решать для защиты экологических интересов не только сегодняшнего дня, но и будущих поколений. Именно поэтому международное сотрудничество в области охраны окружающей среды является самостоятельным блоком активной внешнеполитической деятельности российского государства, обусловленной особой значимостью России, обладающей природными ресурсами и стабилизирующей экологический потенциал мирового значения.

Международное сотрудничество Российской Федерации в области охраны окружающей среды, в том числе в области устойчивого природопользования, необходимо в первую очередь:

— продвигать национальные интересы Российской Федерации в указанной сфере международной деятельности;

— создавать экологически безопасные и природные ресурсы, обеспечиваемые переходом Украины к устойчивому развитию путем содействия устойчивому глобальному развитию;

— обеспечить постоянный анализ эффективности участия Российской Федерации в международных природоохранных и природоохранных соглашениях, а также в деятельности международных организаций по оптимизации форм и механизмов сотрудничества [6].

Международное сотрудничество России основывается на императивах универсального международного права и международного экологического права (международного

экологического права), а также на приоритетах национальной экологической политики. Конкретными принципами международного сотрудничества в этой области являются: принцип неотъемлемого суверенитета государств над национальными природными ресурсами; принцип недопустимости причинения трансграничного ущерба окружающей среде; принцип предварительного уведомления и обмена экологической информацией; принцип минимизации воздействия на окружающую среду и т. д.

В целях обеспечения экологически устойчивого развития Российской Федерации на глобальном, региональном межгосударственном, федеральном, федеральном и местном уровнях необходимо определить приоритеты международного сотрудничества в области охраны окружающей среды [7].

В течение последних нескольких десятков лет, под эгидой ООН, был создан ряд международных органов, деятельность которых направлена на обеспечение эффективного природопользования и охраны окружающей среды, среди которых следует выделить:

Организация объединенных наций по вопросам образования, науки и культуры, Всемирная организация здравоохранения, Международная морская организация, Всемирная метеорологическая организация, Международная организация по радиологической защите и другие.

Международное сотрудничество в области охраны окружающей природной среды может осуществляться на нескольких уровнях (глобальном, региональном).

Важную роль в области охраны окружающей среды играет Организация Объединенных Наций, которая на практике реализует совместные международные усилия. В этом направлении, налаживая сотрудничество, с государствами мира, способствуя решению национальных проблем, связанных с охраной природы [2, с. 59].

В соответствии с Уставом ООН и принципов международного права, государства обязаны заботиться о том, чтобы любая деятельность, которая ведется под их юрисдикцией или контролем, не наносила ущерб окружающей среде той или иной страны, среде других стран или районов, находящихся за их пределами

Эксперты ООН отмечают, что решить современные экологические проблемы, существующие в мире, можно путем проведения следующих мероприятий:

- 1) исследование и анализ основных причин экологического кризиса и борьба с его последствиями;
- 2) привлечение широкой общественности;
- 3) обеспечение средств правового регулирования;
- 4) инвестирование в будущее [4].

На региональном уровне также прослеживается активная деятельность институтов власти, направленная на обеспечение охраны окружающей среды и рациональное использования природных ресурсов.

Международное сотрудничество невозможно без консолидированных усилий государств и их активного участия в деятельности ведущих международных организаций. Речь идет о выполнении финансовых обязательств государств, а

также об оптимизации правовых основ сотрудничества, а также об управлении информационными потоками.

Таким образом, в XXI веке экологические проблемы приобрели высокой степени риска для дальнейшей нормальной жизнедеятельности человечества. Как следствие, мировое сообщество объединяется для решения таких проблем, поскольку они требуют высокого научного потенциала, средств для проведения работ, сложного оборудования и согласованных действий.

Основная тяжесть обеспечения реализации политики, направленной на охрану окружающей природной среды, берут на себя международные организации и региональные образования государств.

Россия принимает активное участие в сотрудничестве по охране окружающей среды, направляет усилия на повышение экологической безопасности и рациональное использование природных ресурсов.

Литература:

1. Актуальные проблемы деятельности международных организаций: теория и практика. — М., 1992. — с. 294.
2. Глобализация и терроризм: противоречия и угрозы XXI века: ст. и докл. междунар. конф., Москва, 13–15 мая 2008 г. / В. В. Минаев и др.; под ред. В. В. Минаева. — М.: Издат. центр Российского государственного гуманитарного университета, 2008. — 467 с.
3. Доклад конференции Организации Объединенных Наций по проблемам окружающей человека среды, Стокгольм, 5–16 июня 1972 года (издание Организации Объединенных Наций, № Р. 73. II. А. 14), глава 1.
4. Колосов, Ю. М., Кузнецов В. И. Международное право: Учебник. Издание 2-е, доп. и перераб. — М.: Международные отношения, 1998. — 624 с.
5. Копылов, М. Н. Международные организации и охрана окружающей среды. — М., 1994. — с. 274.
6. Официальные отчеты Генеральной Ассамблеи, тридцать седьмая сессия, Дополнение № 51. — с. 24–27.
7. Принципы, касающиеся общих прав и обязанностей. Декларация Рио-де-Жанейро по окружающей среде и развитию // МЖМП. 1992. — № 4. — с. 207.
8. Рачевский, А. Н., Данекина Д. П. Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды в 1996 году. — Мн.: 1997.
9. Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года (утв. Указом Президента РФ 19 апреля 2017 г. № 176).

Молодой ученый

Международный научный журнал
№ 46 (284) / 2019

Выпускающий редактор Г. А. Кайнова
Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга
Художник Е. А. Шишков
Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянов, М. В. Голубцов, О. В. Майер

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.
За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.
При перепечатке ссылка на журнал обязательна.
Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ №ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый»

Номер подписан в печать 27.11.2019. Дата выхода в свет: 04.12.2019.

Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

Почтовый адрес редакции: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

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.