

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



2021
ЧАСТЬ II

16+

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 20 (362) / 2021

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)

Бердиев Эргаш Абдуллаевич, кандидат медицинских наук (Узбекистан)

Жураев Хусниддин Олтинбоевич, доктор педагогических наук (Узбекистан)

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

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

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

Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)

Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук (Узбекистан)

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)
Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)
Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)
Ахмеденов Кажмурат Максutowич, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)
Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)
Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)
Буриев Хасан Чутбаевич, доктор биологических наук, профессор (Узбекистан)
Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)
Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)
Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)
Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
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 Бекмурадович, 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)
Рахмонов Азиз Боситович, доктор философии (PhD) по педагогическим наукам (Узбекистан)
Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)
Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)
Узаков Гулом Норбоевич, доктор технических наук, доцент (Узбекистан)
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры (Россия)
Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)
Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)
Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)
Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)

На обложке изображен *Умберто Эко* (1932–2016), итальянский ученый, философ, специалист по семиотике и средневековой эстетике, теоретик культуры, литературный критик, писатель, публицист.

Умберто Эко родился в маленьком итальянском городке Алессандрия, который впоследствии воспел в одном из своих знаменитых романов. Романы эти, впрочем, были для него поначалу больше развлечением: к моменту выхода первого («Имя розы») Умберто Эко уже был ученым с мировым именем, одним из главных специалистов по семиотике.

Принято думать, что вторую половину жизни он прожил богатым человеком. Тираж «Имени розы» превышал 10 миллионов копий плюс киноправа, да и остальные романы расходились весьма хорошо. Квартира в Париже, квартира в Милане, в пятиэтажном доме с рустованным цоколем и видом на замок Сфорца. Шестиметровые потолки позволяли не чувствовать себя подавленным в окружении 30 000 книг. Еще 20 тысяч Умберто Эко перевез в свой загородный дом в Монте-Чериньоне, крохотном местечке в регионе Марке, где писатель проводил лето, рождественские и пасхальные праздники. Дом этот когда-то служил иезуитским монастырем, в чем поклонники Эко находили едкую иронию, столь свойственную автору лучшего детектива о монахах. Правда, мало кто знал, что история эта — что естественно для человека, чья фамилия стала чуть ли не синонимом терминов «семиотика» и «постмодернистская литература» — с двойным дном. Бывший монастырь, а по сути просто большой дом, в котором некогда квартировали монахи, Эко купил в 1976 году, еще до всемирной славы. «Имя розы» и писалось в основном здесь.

Его почти официальным титулом на родине был просто «Профессор», и эту историю все читатели Эко по всему миру знают именно в таком виде. Дескать, жил-был профессор истории, книжник в вязаном кардигане, знаток средневековой культуры, семиотик с европейским именем, лукавый интеллигент. Однажды ему почему-то «захотелось отравить монаха» (как писал сам Эко). В результате родился один из лучших детективов XX столетия, роскошный роман, в котором свое находит читатель любого уровня гуманитарной подготовки.

Разумеется, профессором (в прямом смысле) Умберто Эко был. Он преподавал в Болонском университете, старейшем в мире, а также в Милане, Турине, Флоренции. При этом почти всегда параллельно Эко работал где-то еще — сперва в RAI, общенациональной телерадиокомпании, редактором культурных программ,

потом много лет — в издательстве Bompiani (о чем впоследствии будет «Маятник Фуко»). Великим медиевистом Эко трудно назвать, зато еще в молодости весьма значительную работу он написал о Джеймсе Джойсе, а еще одну — о Джеймсе Бонде («Нарративные структуры у Флеминга»).

После «Имени розы» Эко написал еще шесть романов, среди которых не было ни одного неуспешного у критиков и публики, но, разумеется, ни одного даже и близко сравнимого с первым по влиянию и славе. У каждого из поклонников Эко среди этих шести книг есть любимая и нелюбимая; в качестве некоторого подобия консенсуса принято считать, что «Маятник Фуко» из них — самый изобретательный и глубокий, «Остров накануне» — самый формалистский и претенциозный, «Баудолино» — самый увлекательный и легкий для чтения, «Таинственное пламя царицы Лоаны» — самый личный, «Пражское кладбище» — самый спорный с нелитературной точки зрения, а «Нулевой номер» можно было вообще не писать.

Вероятно, ни один писатель в мире так не ценил свою аудиторию, как Умберто Эко. Он придумал — и всю жизнь был ей верен — теорию, что единственный полноценный интерпретатор текста есть читатель и что по большому счету вообще неважно, что именно хотел сказать автор; важно, что вынесли из текста люди, раскрывшие том на первой странице. «Автор не должен интерпретировать свое произведение. Либо он не должен был писать роман, который по определению — машина-генератор интерпретаций».

Умберто Эко, il Professore, обаятельный толстяк «с маленькими, как у гейши, ступнями» был свой — похожий на лицейского учителя твоих детей, на доктора или аптекаря с соседней улицы. Жители Монте-Чериньоне берегли покой своего знаменитого соседа не хуже, чем жители Вермонта — покой Солженицына: «Дорогу не показываем, на вопросы не отвечаем». Взамен он обустроил в деревне библиотеку и сейчас, после смерти, обеспечивает этому захолустью ровный туристический поток.

Эко хоронили так, как, вероятно, не хоронили вообще ни одного писателя в Италии со времен Мандзони (кстати, там же, в Милане). Прощание происходило в замке Сфорца, прямо около писательского дома. В Милане же будет доступна для обозрения (и пользования) вошедшая в легенду библиотека писателя: семья подарила ее государству.

Екатерина Осянина, ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Богданов А. С., Погодин Д. А.**
Схемотехника составных транзисторов75
- Головко В. С., Легких Д. А., Юровских Д. А.,
Верхотурцева А. А.**
Исследование разомкнутой системы электропривода «преобразователь частоты — асинхронный двигатель».....78
- Ефремова С. А., Зацепина А. Н.**
Внедрение тригенерационных установок как способ повышения эффективности энергосистем.....80
- Забусик М. А., Федин А. П.**
Компьютерное моделирование в реальном времени движения автомобильного колеса в тормозном режиме с применением элементов нечеткой логики83
- Калиева А. А.**
Проектирование и оптимизация сборки радиоэлектронных средств с гиперслучайными показателями88
- Мамедзаде А. Р.**
Обзор методов оценки запасов газоконденсатных месторождений92
- Михалкова Е. Г., Ким И. В.**
Оценка экономической эффективности использования различных схем ЭЭС для питания жилого дома в г. Алматы94
- Никифоров О. А.**
Повышение производительности автопоездов в условиях распределительных центров путем оснащения системой автоматического управления движением.....98
- Носиров С. Б., Махмудов Х. Ф., Таубалдиев А. А.**
Анализ определения источника жидкости в газодобывающей скважине месторождений Северного и Восточного Бердаха..... 102
- Утюж Т. И.**
Применение генетического алгоритма оптимизации при компенсации реактивной мощности..... 104

- Espinosa L. A.**
Analysis of energy resources of renewable energy sources and the possibility of their use during drilling operations 106

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

- Беляева Е. А.**
Обеспечение безопасности существующих зданий при новом строительстве..... 109
- Плотникова А. А., Косарикова О. В.,
Бокарев В. И.**
Определение силовых и энергетических характеристик трещиностойкости фибропенобетона 111
- Плотникова А. А., Косарикова О. В.,
Бокарев В. И.**
Оценка стойкости стеклянных волокон в среде гидратирующего портландцемента 117

ГЕОГРАФИЯ

- Сурина М. Ю.**
Оценка рекреационного потенциала Дигорского ущелья (Северная Осетия) 123

ГЕОЛОГИЯ

- Федоров С. А., Грибенников О. А.,
Степанов И. И., Васильев А. И.**
Повышение эффективности борьбы с солеотложением на Федоровском месторождении 127

ЭКОЛОГИЯ

- Аллаярова Р. М., Курамшина Н. Г.**
Геоэкологическая оценка территории зон вредителей растений и биологические средства защиты 131
- Коржова А. Е., Молодкина Н. Р.**
Применение компоста из твердых бытовых отходов для лесовосстановления 133

Коржова А. Е., Молодкина Н. Р.

Исследование фитотоксичности компоста,
полученного из твердых бытовых отходов 136

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

**Убайдуллаева Д. И., Юсупова А. П.,
Чутбоев Ш. Д., Абдумаликова Ш. Ш.,
Ёкубжонова Х. О., Нумонжонов Б. А.**

Влияние минеральных и органических
удобрений на агрохимическое состояние почвы
и технологические показатели качества зерна
пшеницы..... 139

ФИЛОСОФИЯ

Войцеховский С. Н.

Очерк философии науки. Глава 2.

Философские основы классификации
и систематики в науке 141

Рыбалченко В. А., Корягин В. С.

Законы и категории диалектики в практике

современного врача 146

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Схемотехника составных транзисторов

Богданов Александр Сергеевич, кандидат технических наук, доцент;
 Погодин Дмитрий Алексеевич, студент магистратуры
 Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина

В статье рассматривается схемотехника и простейшая классификация составных активных приборов. Приведены основные задачи, возлагаемые на цепи согласования и коррекции.

Ключевые слова: составные активные приборы, транзистор, цепи согласования и коррекции.

С помощью применения составных активных приборов (САП) в генераторных и радиопередающих устройствах эффективно решаются задачи снижения массогабаритных показателей аппаратуры посредством уменьшения количества усилительных каскадов, а также каскадов умножения частоты.

Для создания устройств, использующих САП, можно использовать различного рода составные транзисторы (биполярные, полевые, гибридные). Составной транзистор (СТ) — это сложный активный прибор, который получается путем составного соединения двух и более одиночных транзисторов (ОТ). В качестве входного электрода может использоваться входной электрод (база, эмиттер) первого одиночного транзистора. Выводы синфазно работающих цепей выходных электродов всех ОТ структуры САП соединены вместе и выступают в качестве его выходного электрода, подключенного к нагрузке. Отличи-

тельной особенностью таких составных приборов является необходимость подбора транзисторов таким образом, чтобы они имели близкие граничные частоты. [1]

К примеру, при реализации генераторного СТ можно воспользоваться как двумя одиночными (соответствующими по мощности и частоте) полевыми или биполярными транзисторами, так и комбинацией входного одиночного полевого транзистора и более мощного выходного биполярного транзистора (такой вариант называется *гибридным* СТ). [2]

Рассматривая случай двоянных СТ с использованием БТ и учитывая три известных способа включения транзистора, можно выделить девять возможных структур двоянных БСТ. Они приведены на рисунке 1. Стоит отметить, что в качестве входного выбирался транзистор с проводимостью типа n-p-n, а также учитывалась фазировка выходных токов обоих ОТ.

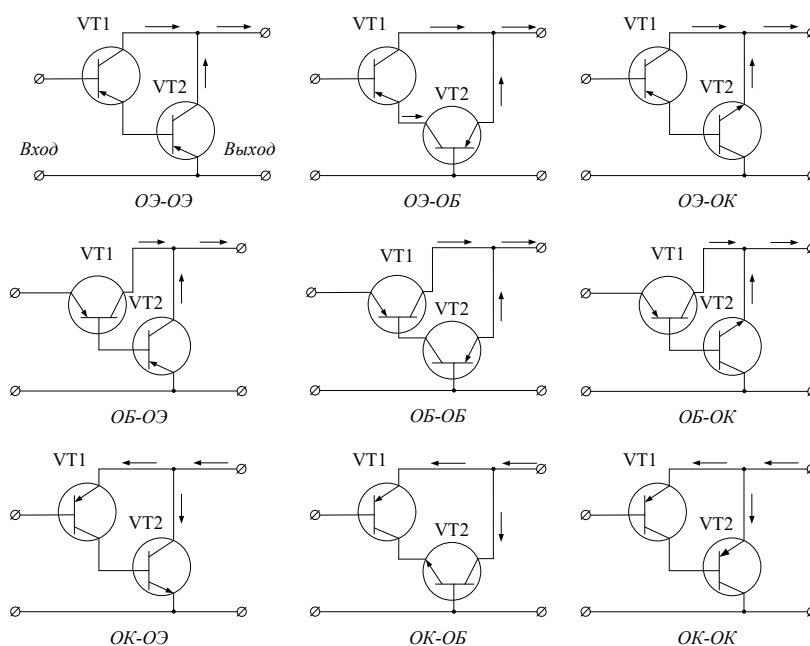


Рис. 1. Схемы возможных структур двоянных БСТ

Стоит отметить, что САП может включать и более двух ОТ, что, безусловно, зависит от предъявляемых требований. Например, строчные СТ могут быть реализованы с помощью трех биполярных транзисторов (БТ) с включением по составной схеме типа общий эмиттер (ОЭ) — ОЭ — ОЭ или общий коллектор (ОК) — ОЭ — ОЭ. [4] Как и сдвоенные, строчные

САП могут быть на основе биполярных (БСТ), полевых (ПСТ), а также комбинации биполярных и полевых транзисторах (ГСТ). Разновидностью сдвоенных и строчных СТ являются сложные БСТ (а также ПСТ и ГСТ). Варианты таких структур приведены на рисунке 2, а простейшая классификация СТ приведена на рисунке 3.

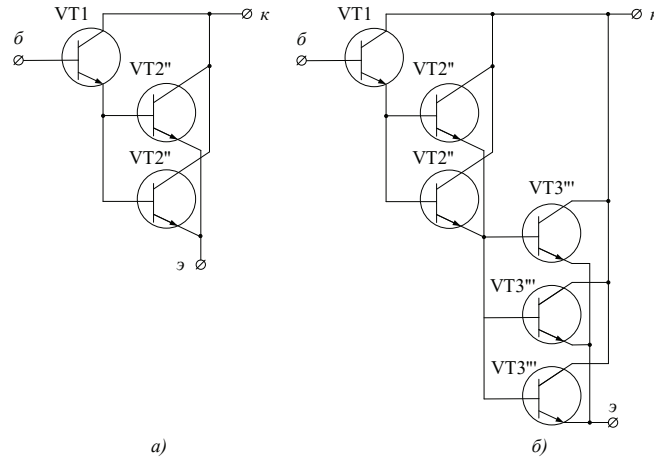


Рис. 2. Сложные БСТ: а) сдвоенные; б) строчные

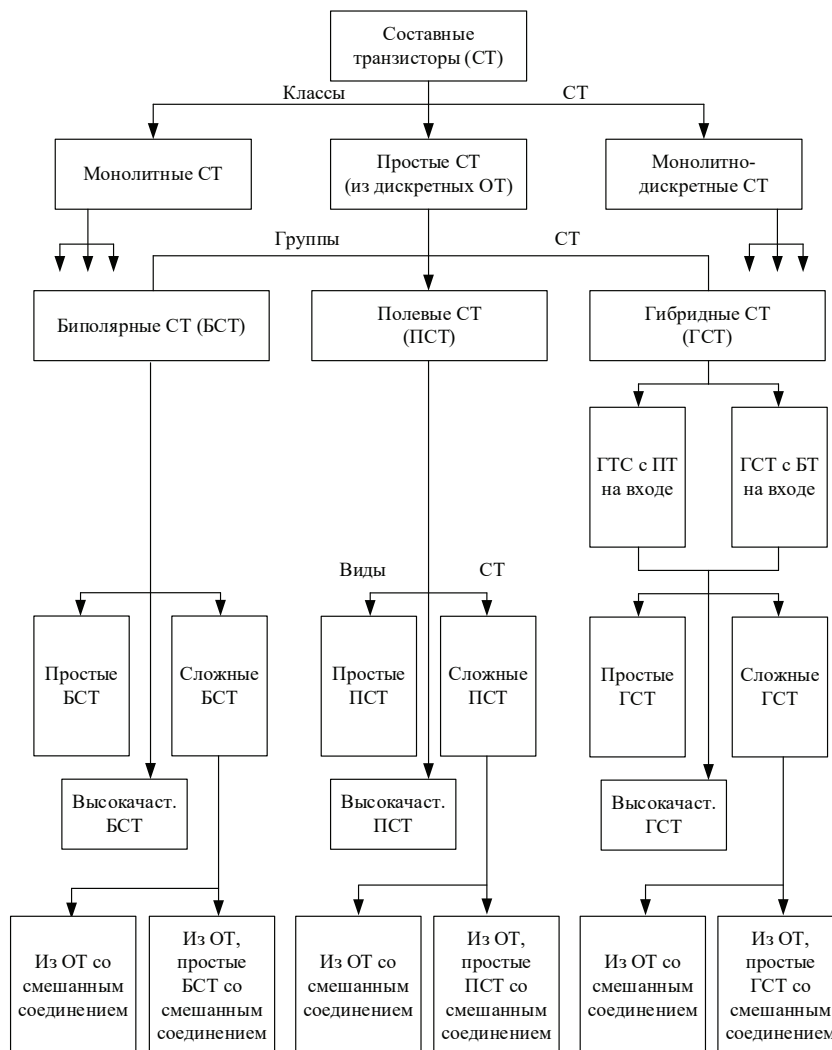


Рис. 3. Классификация СТ

Анализируя схемы структур двояных СТ (СТ2) и строенных СТ (СТ3), видно, что в СТ2 первый, а в СТ3 первый и второй ОТ работают на разделенную нагрузку. В качестве ее первой основной части выступает входное сопротивление следующего за этим транзистором более мощного ОТ структуры. Второй частью является общая выходная нагрузка каскада. Выходной ОТ работает только лишь на выходную нагрузку.

Поскольку двояные и строенные СТ имеют достаточно большие значения коэффициентов усиления по току, данные структуры позволяют получить большие коэффициенты усиления по мощности.

Все вышесказанное относится к САП, работающим на низкой частоте в линейном режиме. Переход в генераторный режим с отсечкой выходного тока вызывает необходимость

применения в структурах режимных цепей: режимных резисторов, диодно-дроссельных цепочек, диода Куликова, режимных транзисторов. [1, 2]

С увеличением частоты увеличивается фазовый сдвиг между выходными токами транзисторов в структуре САП, а также появляются сложности в обеспечении оптимального уровня возбуждения второго более мощного выходного БТ. Безусловно, требуется применять меры по обеспечению нужного уровня возбуждения VT2 и фазированию указанных токов в общей нагрузке для чего используются межтранзисторные цепи коррекции фазы. [3] Наиболее простое решение данных задач заключается в ведении между общим электродом (истоком) полевого и входным электродом (базы) биполярного транзисторов соответствующей цепи согласования и коррекции (ЦСК).

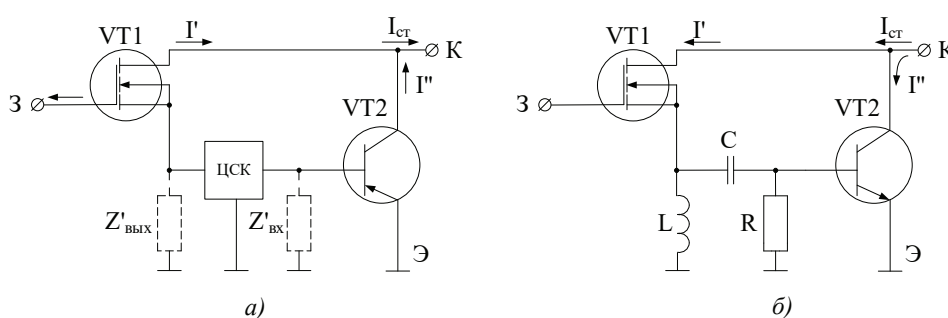


Рис. 4. Схема ГСТ с цепью согласования и коррекции: а) общий вариант; б) конкретный вариант на RLC-элементах

Итак, выделим две основные задачи ЦСК. Первая, как было сказано выше, связана с обеспечением согласования выходного сопротивления истока ПТ и входного сопротивления (на участке база-эмиттер) БТ (на рисунке 4, а $Z'_{вых}$ и $Z'_{вх}$ соответственно). Оптимальное согласование, обеспечивающее максимальную отдаваемую в нагрузку мощность, достигается при комплексно-сопряженном согласовании внутреннего сопротивления источника сигнала (т.е. цепь истока ПТ) с сопротивлением нагрузки (т.е. цепь базы БТ). В данном конкретном случае (рисунок 4, а) необходимо, чтобы выходной импеданс ПТ VT1 по цепи истока и нагрузка от VT1, являющаяся базовой цепью БТ VT2 с внешними RLC-элементами ЦСК, были комплексно сопряжены.

Вторая задача, тоже возлагаемая на ЦСК из RLC-элементов, заключается в том, чтобы в процессе прохождения ВЧ или СВЧ сигнала через элементы цепи коррекции осуществлялось такое ускорение фазы тока усиливаемого сигнала, которое способно было бы обеспечить фазу выходного тока I'' от БТ, одинаковую с фазой тока I' от ПТ (рисунок 4, б). В результате будет реализовано эффективное суммирование указанных токов, а значит, и максимальное значение тока I'_{ct} в выходной цепи ГСТ.

Таким образом, различные структуры составных транзисторов обладают отличающимися энергетическими параметрами, которые определяют область их применения. Грамотный выбор необходимой структуры позволит обеспечить требуемые параметры разрабатываемой аппаратуры.

Литература:

1. Судаков Ю.И. Мощные кварцевые автогенераторы на биполярных составных транзисторах. Рязан. радиотехн. ин-т. Рязань, 1988.
2. Судаков Ю.И. Расчет мощных кварцевых автогенераторов на биполярных составных транзисторах. Рязан. радиотехн. ин-т. Рязань, 1989.
3. Судаков Ю.И. Гибридные составные транзисторы и эффективная миниатюризация радиопередающих и генераторных устройств (Анализ конкурентноспособных схем. Рязан. радиотехн. ин-т. Рязань, 1991.
4. Судаков Ю.И. Основы проектирования мощных кварцевых автогенераторов на составных транзисторах. Рязан. радиотехн. ин-т. Рязань, 1989.

Исследование разомкнутой системы электропривода «преобразователь частоты — асинхронный двигатель»

Головки Владимир Сергеевич, студент
Югорский государственный университет (г. Ханты-Мансийск)

Легких Данил Андреевич, студент;
Юровских Даниил Александрович, студент;
Верхотурцева Анастасия Алексеевна, студент
Курганский государственный университет

Частотное регулирование угловой скорости вращения электропривода с асинхронным двигателем в настоящее время широко применяется, так как позволяет в широком интервале плавно изменять обороты вращения ротора как выше, так и ниже номинальных значений.

Ключевые слова: частотное регулирование, угловая скорость, асинхронный двигатель.

В ходе проведения исследования использовался асинхронный двигатель серии АИР56А4У3, на валу которого находился двигатель постоянного тока, (ДПТ). Преобразователь частоты (ПЧ), Altivar дает возможность регулировать частоту питающего напряжения в широком диапазоне [1,2], но для эксперимента были выбраны 50, 40 и 20 Гц. [3]

ДПТ использовался для создания противоположного по направлению крутящего момента на валу [4.5]. Нагрузка регулировалась путем изменения значения тока, подаваемого на якорь ДПТ [6] в диапазоне от 0 до 1А с шагом 0.2А.

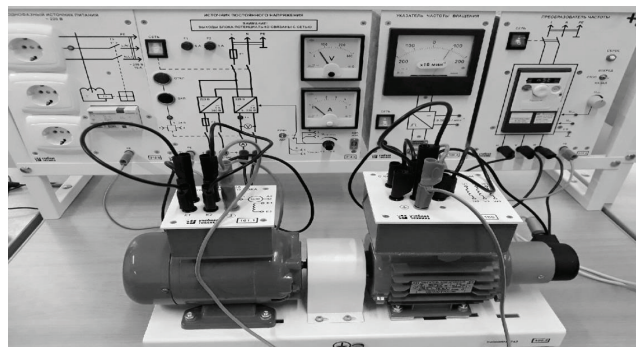


Рис. 1. Измерительный стенд разомкнутой системы электропривода «частотный преобразователь — асинхронный двигатель» с преобразователем частоты Altiva

Используя данные с ПЧ, были построены графики зависимости угловой частоты (рис. 2), тока статора (рис. 3), коэффициента полезного действия (КПД) (рис. 4), коэффициента мощности (рис. 5) от момента на валу двигателя: $\omega, I_s, \eta, \cos(\varphi) = f(M_{дв})$.

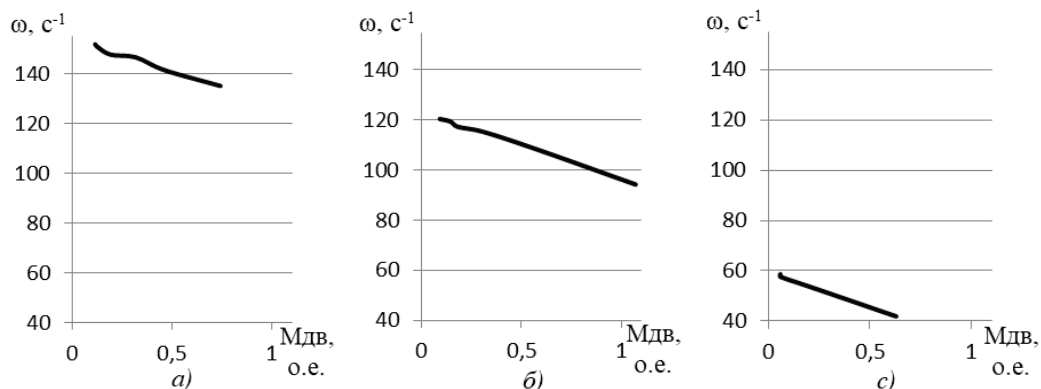


Рис. 2. Графики зависимости угловой частоты от момента на валу двигателя:
а) при частоте 50 Гц; б) при частоте 40 Гц; в) при частоте 20 Гц

Как видно из графиков, изображенных на рисунке 2, при увлечении нагрузки момент на валу увеличивается, а угловая частота падает.

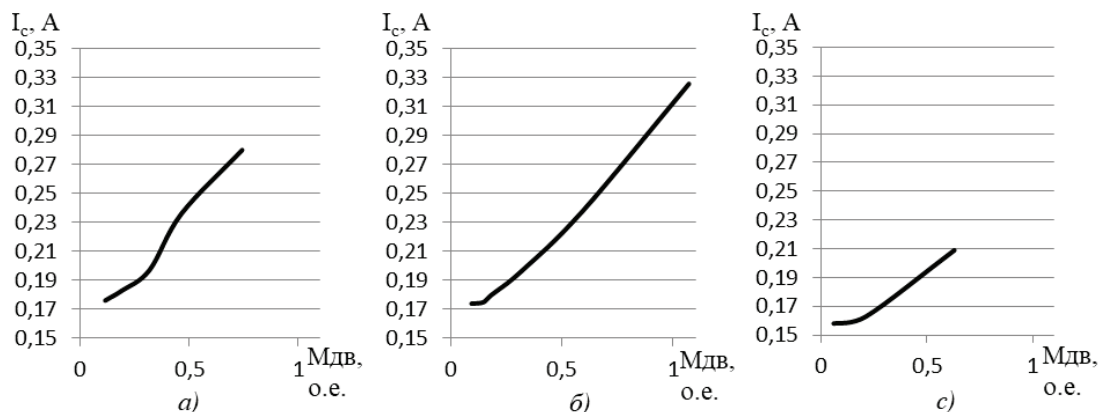


Рис. 3. Графики зависимости тока статора от момента на валу двигателя: а) при частоте 50 Гц; б) при частоте 40 Гц; с) при частоте 20 Гц

Из графиков на рисунке 3 можно сделать вывод, что при увеличении тока нагрузки, ток статора и момент на валу двигателя тоже увеличиваются.

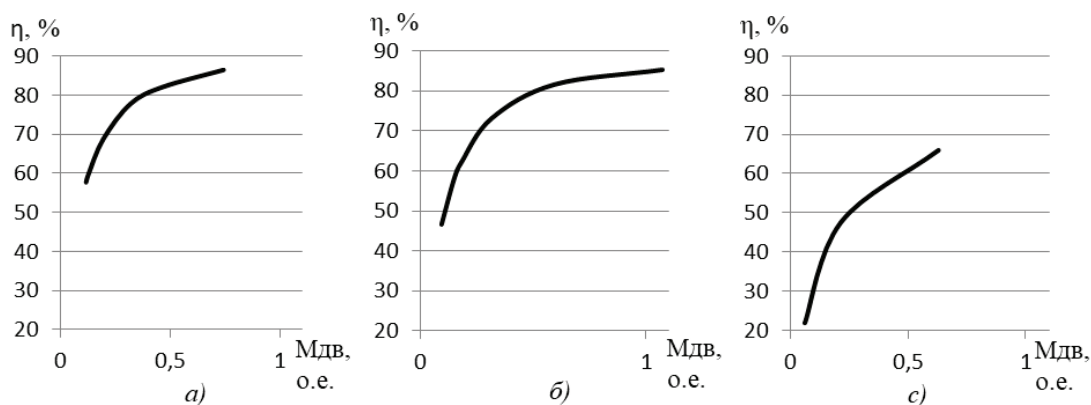


Рис. 4. Графики зависимости КПД от момента на валу двигателя: а) при частоте 50 Гц; б) при частоте 40 Гц; с) при частоте 20 Гц

На рисунке 4 из данных графиков можно сделать вывод, что КПД и момент на валу двигателя увеличиваются, при увеличении тока, подаваемого на обмотку ДПТ.

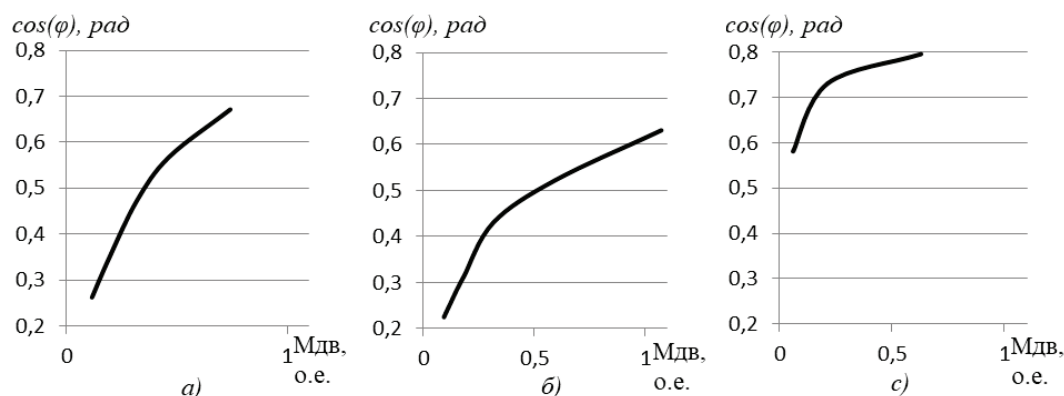


Рис. 5. Графики зависимости $\cos(\varphi)$ от момента на валу двигателя: а) при частоте 50 Гц; б) при частоте 40 Гц; с) при частоте 20 Гц

Графики зависимости $\cos(\varphi)$ от момента на валу двигателя на рисунке 5 показывают, что они прямо пропорциональны току нагрузки ДПТ.

Вывод: современные преобразователи частоты обладают большим набором функциональных особенностей, например, имеют автоматическое и ручное управление скоростью и направлением вращения двигателя, а также встроенный потенциометр на панели управления. Наделены возможностью регулирования диапазона выходных частот от 0 до 800 Гц.

Преобразователи способны выполнять автоматическое управление асинхронным двигателем по сигналам с периферийных датчиков и приводить в действие электропривод по заданному временному алгоритму. Поддерживать функции автоматического восстановления режима работы при кратковременном прерывании питания. Выполнять управление переходными процессами с удаленного пульта и осуществлять защиту электродвигателей от перегрузок.

Литература:

1. Дюба Е. А., Архипова О. В., Ковалев В. З. Технология SMART-SELECT при ремонте погружных электродвигателей // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 1 (43) Часть 2. С. 24–27. doi: 10.18454/IRJ.2016.43.045
2. Моделирование процессов управления в электротехнических комплексах и системах / В. З. Ковалев // Системы управления и информационные технологии. — 2009. — № 1 (35), ч. 2. — С. 259–263.
3. Силантьев А. В. Наладка преобразователя частоты Altivar. Руководство по выполнению базовых экспериментов. НПЧСР.001 РБЭ (905.9). Под ред. П. Н. Сенигова — Челябинск: ИПЦ «Учебная техника», 2012. — 52 с.
4. Эффективное использование энергии в насосных установках нефтеперекачивающих станций / В. З. Ковалев, Е. Г. Бородацкий // Промышленная энергетика. — 2000. — № 1. — С. 26–28.
5. Определение эксплуатационных параметров погружных асинхронных электродвигателей по идентификационным параметрам Т-образной схемы замещения / В. З. Ковалев [и др.] // Омский научный вестник. — 2018. — № 6 (162). — С. 36–40.
6. Методика управления энергоэффективностью и надежностью электротехнического комплекса УЭЦН [Электронный ресурс] / В. З. Ковалев, О. В. Архипова. — Электрон. текстовые дан. // Современные проблемы науки и образования: электрон. науч. журн. — 2014. — № 6. — Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=16219> (13.03.2019).

Внедрение тригенерационных установок как способ повышения эффективности энергосистем

Ефремова Светлана Александровна, студент;
Зацепина Анастасия Николаевна, студент
Оренбургский государственный университет

Одной из наиболее заметных тенденций развития энергетики России является повышение коэффициента полезного действия современных энергосистем путем внедрения технологий комбинированного энергопроизводства. Раздельная генерация электрической и тепловой энергии в настоящее время отходит на второй план, уступая место когенерационным установкам, показатели эффективности которых, однако, в теплые сезоны года значительно падают в связи с отсутствием необходимости в отоплении различных помещений, что в свою очередь приводит к существенному росту теплового загрязнения окружающей среды. Инновационным инженерным решением подобной проблемы является применение тригенерационного комплекса.

Процесс тригенерации представляет собой совместное производство электрической, тепловой и холодильной видов энергии. При этом первые два полезных энергетических эффекта являются результатом преобразования первичного топлива в когенерационной установке, наиболее распространенным вариантом которой является газопоршневой элек-

троагрегат, холод же — в зависимости от типа холодильной машины: абсорбционной (АБХМ) и парокомпрессионной (ПКХМ) соответственно — может генерироваться как из тепло-, так и из электроэнергии.

Рассмотрим цикл работы тригенерационной установки с применением АБХМ, как наиболее обоснованного с точки зрения эффективности утилизации тепла варианта. Принципиальная схема комплекса представлена на рисунке 1.

Цикл начинается в когенерационной части установки: поршневой двигатель внутреннего сгорания преобразует количество теплоты, выделившееся при сгорании топлива, в механическую работу, поступающую на ротор генератора, где она и конвертируется в электроэнергию. При этом отработавшие газы, температура которых достигает 180°C, поступают в рекуперативный теплообменник, отдавая тепло водяному пару, одна часть которого может идти в систему отопления или горячего водоснабжения, а другая поступает в абсорбционную холодильную машину, завершая процесс когенерации.

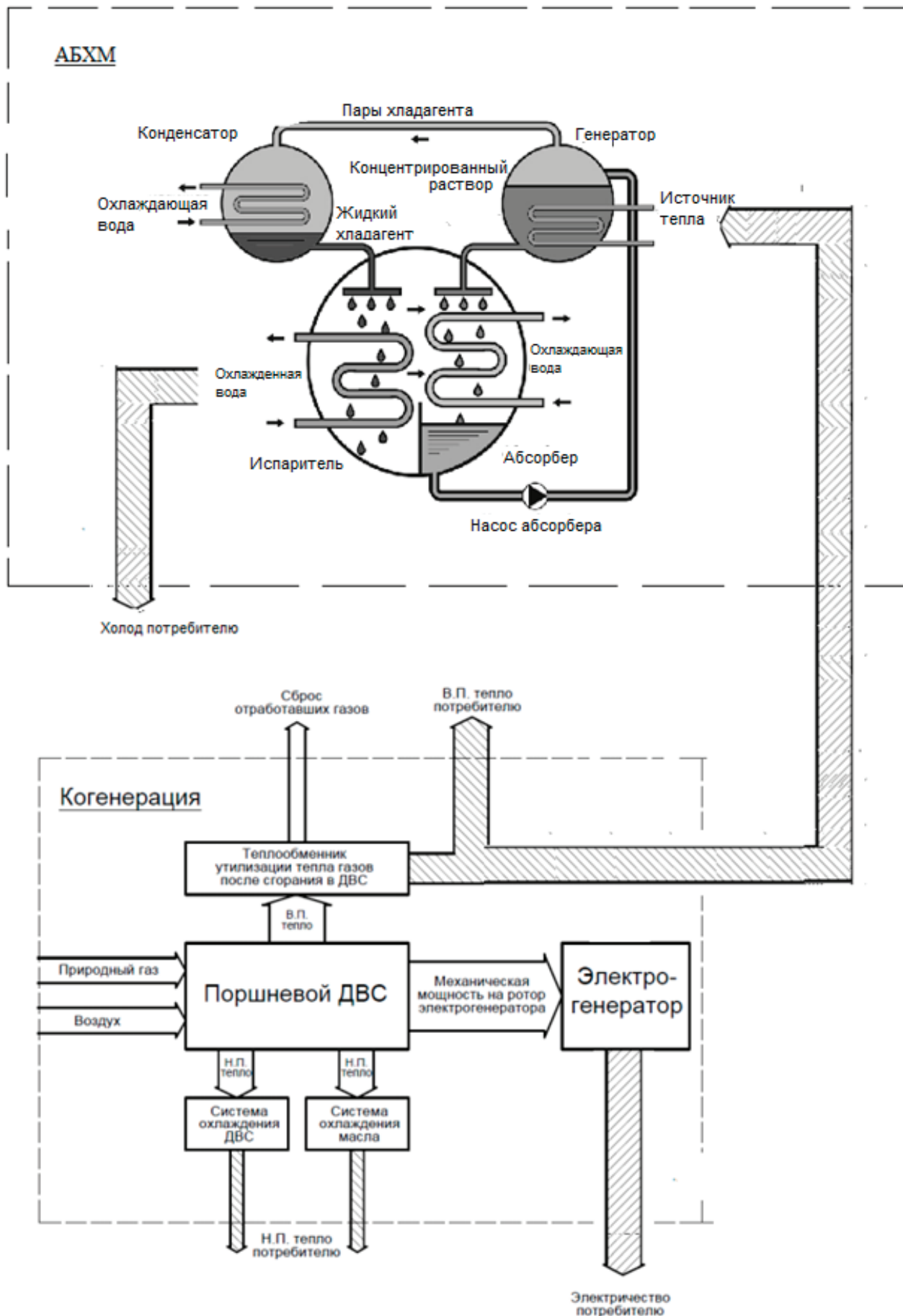


Рис. 1. Принципиальная схема тригенерационной установки с АБХМ

Принцип работы АБХМ заключается в следующем: поступающий из рекуперативного теплообменника пар становится причиной нагрева слабого раствора бромида лития LiBr, увеличивая его концентрации путем выпаривания воды, которая в свою очередь по патрубкам в газообразном состоянии отправляется в конденсатор, где под действием охлаждающей среды вновь становится жидкостью. Затем наступает следующий этап: после конденсатора в вакууме хладагент легко испаряется, поглощая тепло циркулирующей в другом контуре испарителя воды и генерируя холодильную энергию. Вновь образованный пар затем поступает в абсорбер, где поглощается концентрированным раствором бромистого лития, тем самым разбавляя его и замыкая рабочий цикл.

Одновременная выработка трех видов энергии значительно увеличивает эффективность устройства. В таблице 1 представлены значения КПД для установок раздельного производства тепловой и электрической энергии, когенерационных и тригенерационных комплексов. Для удобства сравнения установим электрическую мощность на выходе в 200 кВт, а тепловую — в 320 кВт, причем ее часть в системе с АБХМ может преобразовываться в холод. Данные значения распределения энергетических потоков берутся на основании технической документации тригенерационной установки, вырабатывающей данную мощность [4]. В качестве же КПД тепловой котельной и конденсационной электростанции используются усредненные величины.

Таблица 1. Энергоэффективность различных типов установок

№	Тип установки	Потребляемая мощность, кВт		Энергия, кВт			Общий КПД, %	
				Электр.	Тепло	Холод		
1	Тепловая	356	850	-	320	-	90	53
2	Конденсационная	572		200	-	-	35	
3	Когенерационная	572		200	320	-	91	
4	Тригенерационная	572		200	74–320	246–0	91	

Согласно данным таблицы, КПД когенерационных и тригенерационных установок примерно равны между собой, а также их применение более чем в 1,5 раза продуктивнее раздельной генерации энергий. Однако системы, включающие в себя абсорбционные холодильные машины, обладают целым рядом других преимуществ над когенерационными комплексами. Основными из них являются:

- генерация дополнительного энергетического эффекта — холода;
- возможность учитывать сезонность потребности потребителей в тепловой или же, напротив, в холодильной энергии;

- круглогодичное условное постоянство КПД;
- повышение экологичности производства.

В заключение следует отметить, что применение тригенерационных систем постепенно находит все большее распространение в связи с тем, что по сравнению с традиционными генерирующими установками обладают беспрецедентной эффективностью, позволяя преобразовывать энергию первичного сырья с исключительно высоким КПД. Кроме того, они являются более экологичными, так как в значительной мере снижают уровень тепловых выбросов в окружающее пространство.

Литература:

1. Астапова, Ю. А. Когенеративные установки / Ю. А. Астапова, К. С. Шульга, А. А. Бубенчиков. — Текст: непосредственный // Потенциал современной науки. — 2014. — № 8. — С. 9–13.
2. Дзино, А. А. Абсорбционные холодильные машины: Учеб.-метод. пособие / А. А. Дзино, О. С. Малинина. — СПб: Университет ИТМО, 2015. — 68 с.
3. Зайнуллин, Р. Р. Опыт эксплуатации абсорбционных холодильных машин / Р. Р. Зайнуллин, А. А. Галяутдинов. — Текст: непосредственный // Инновационная наука. — 2016. — № 6. — С. 91–93.
4. Тригенерация. — Текст: электронный // INNIO: [сайт]. — URL: <https://www.innio.com/ru/rucis/resheniya/proizvodstvo-elektroenergii/trigeneratsiya> (дата обращения: 14.05.2021).

Компьютерное моделирование в реальном времени движения автомобильного колеса в тормозном режиме с применением элементов нечеткой логики

Забусик Матвей Александрович, студент магистратуры;
Федин Алексей Павлович, кандидат технических наук, доцент
Волгоградский государственный технический университет

В статье рассматриваются проблемы адекватности моделей динамических процессов в реальном времени на примере моделирования антиблокировочной системы тормозов автомобиля. Производится реализация нечеткого моделирования в задачах автомобильного транспорта применительно к антиблокировочной системе тормозов автомобиля.

Ключевые слова: адекватность модели, динамическая система, компьютерное моделирование, ABS, нечеткая логика.

В настоящее время достаточно сложной задачей является моделирование динамических систем в реальном времени. Обычно, такие моделирования подразумевают наиболее точное описание процесса с нелинейными характеристиками и использование некоторого количества параметров, изменяющихся с течением времени. Также создание адекватной модели динамической системы в реальном времени подразумевает решение ряда проблем.

Главной задачей работы антиблокировочной системы тормозов (ABS) автомобиля является сохранение устойчивости и управляемости во время торможения. Основные входные данные для расчёта ключевых параметров — линейная скорость и ускорение автомобиля, а также угловая скорость и ускорение колеса. Ключевые параметры, которые определяют работу системы ABS, являются коэффициент продольного сцепления колеса с поверхностью дороги φ и коэффициент продольного проскальзывания S . Для того, чтобы определить угловую скорость колеса, используют в основном импульсные магнитные датчики. Определение линейной скорости транспортного средства имеет несколько способов, которые основаны на: обработке сигналов датчика частоты вращения выходного вала КПП; одновременной обработке сигналов нескольких датчиков угловой скорости колес автомобиля. Полученные данные позволяют программному обеспечению блока управления антиблокировочной тормозной системы (ECU ABS) осуществлять распределение тормозных усилий. Эффективность антиблокировочной системы тормозов определяется двумя факторами: погрешностью показаний датчиков в системе; адекватностью процесса обработки входных данных вычислительным устройством [1].

Модели, которые предполагают решение дифференциальных уравнений, нуждаются в значительных затратах машинного времени, необходимого для расчета моделируемых процессов, что является очень важным при расчетах в режиме реального времени. Уменьшение шага интегрирования позволяет повысить точность вычислений, но при этом возрастает время счета. На практике использование таких численных методов, как, например, Рунге-Кутты IV-го порядка, позволяет лишь отчасти решить проблему недостатка вычислительных мощностей. Проблему повышения скорости счета можно решить за счет использования более производительного вычислительного элемента ЭБУ, но это приведет к подорожанию ЭБУ. Одним из возможных методов представления модели процесса торможения колеса в реальном времени с учетом прилагаемых тормозных усилий и позволяющий исключить системы дифференциальных уравнений, как промежуточный этап вычислений, является метод нечеткой логики с использованием лингвистических переменных. Использование лингвистических переменных, которые применяются в нечеткой логике, потребуют значительно меньшей мощности вычислительного элемента ЭБУ.

Наибольшее распространение аппарат нечеткой логики получил в теории автоматического управления. К построению моделей, основанных на нечеткой логике, прибегают в том случае, когда предмет исследования имеет слабую формализацию и его точное математическое описание слишком сложное или неизвестно. Сложность точного математического описания процессов при торможении автомобильного колеса в реальном времени определяет выбор данного метода. Теорема о нечеткой аппроксимации, которая была доказана в 1992 г. Б. Коско, гласит, что любая математическая система может быть аппроксимирована системой на нечеткой логике. Как следствие, с использованием естественно-языковых высказываний «если-то» с последующей их формализацией средствами теории нечетких множеств без использования сложного аппарата дифференциального и интегрального исчисления можно сколь угодно точно отобразить произвольную связь «входы-выход». Так как нечеткие модели хорошо зарекомендовали себя в использовании при решении задач оптимизации в режиме реального времени, применение их в моделировании антиблокировочной системы тормозов автомобиля видится эффективным, перспективным и обоснованным.

Рассмотрим модель колеса в режиме торможения (рис. 1).

При построении описания системы ABS произведем следующие допущения:

- масса автомобиля равномерно распределена по всем четырем колесам;
- влияние подвески и трансмиссии автомобиля не учитывается;
- динамика колес автомобиля идентична.

Опишем колесо в режиме торможения системой уравнений:

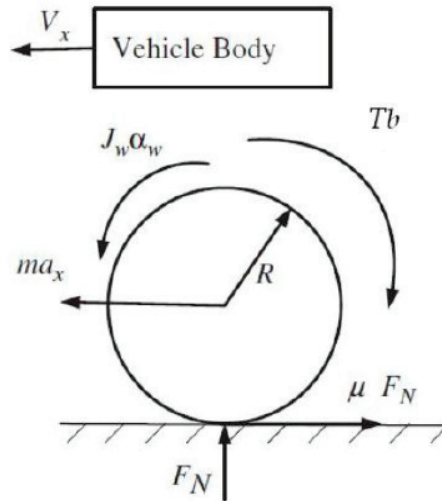


Рис. 1. Динамическая модель колеса транспортного средства

$$\begin{cases} J * \frac{d\omega(t)}{dt} = F_x(t) * r - M_r(t) \\ m * \frac{dV(t)}{dt} = -F_x(t) \end{cases},$$

При этом:

$$F_x(t) = \varphi(S(t)) * F_N$$

$$F_N = m * g$$

$$S(t) = \frac{V(t) - \omega(t) * r}{V(t)}$$

где:

J — момент инерции колеса, кг* м²

$\omega(t)$ — угловая скорость колеса, рад/с

$F_x(t)$ — продольная составляющая контактной силы

r — радиус колеса, м

$M_r(t)$ — тормозной момент, Н*м

$V(t)$ — линейная скорость автомобиля, м/с

m — масса на одно колесо автомобиля, кг

φ — коэффициент продольного сцепления

$S(t)$ — продольное проскальзывание

F_N — сила реакции опоры, Н

g — ускорение свободного падения, м/ с²

Отсюда выразим:

$$\frac{d\omega(t)}{dt} = (F_x(t) * r - M_r(t)) / J, \text{ следовательно}$$

$$\omega(t) = \int \frac{F_x(t) * r - M_r(t)}{J} dt = \int \frac{\varphi(S(t)) * m * g * r - M_r(t)}{J} dt$$

$$\frac{dV(t)}{dt} = -\frac{F_x(t)}{m}, \text{ следовательно}$$

$$V(t) = -\int \frac{F_x(t)}{m} dt = -\int \frac{\varphi(S(t)) * m * g}{m} dt$$

$$\varphi = \frac{f_0 * S}{a * S^2 + b * S + c}$$

Промоделируем все это в MATLAB Simulink.

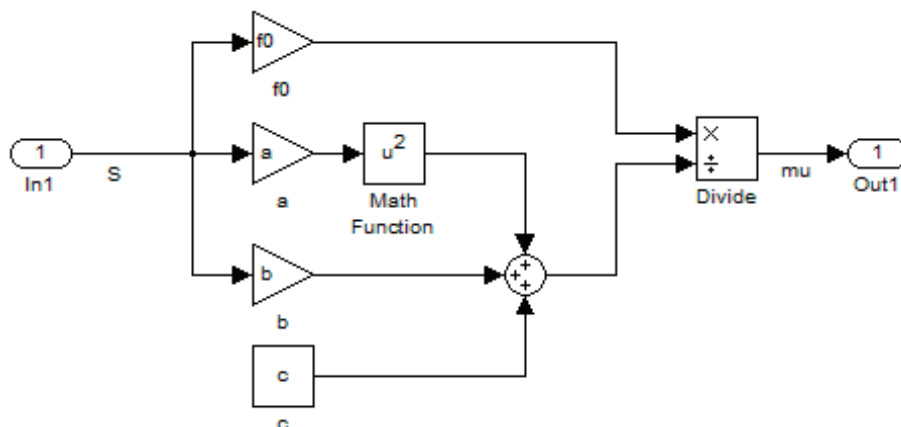


Рис. 2. Формула φ [1]

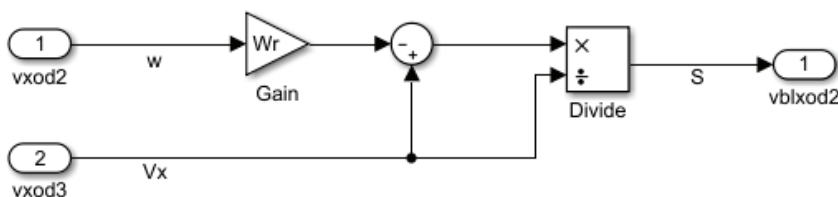


Рис. 3. Формула продольного проскальзывания S колеса

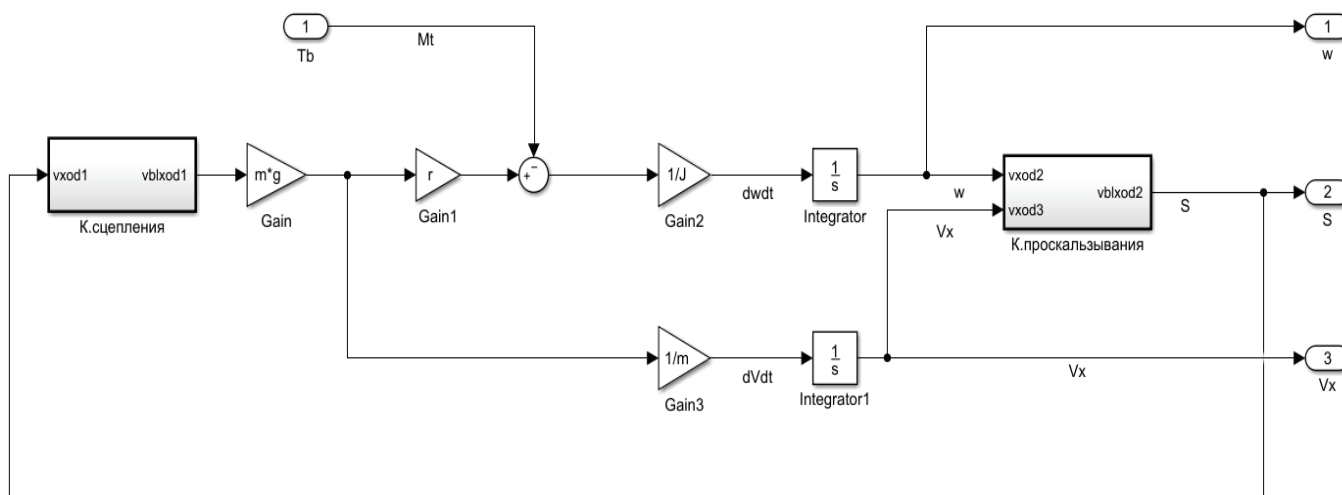


Рис. 4. Динамическая модель колеса транспортного средства

Теперь используем библиотеку Fuzzy Logic Toolbox пакета MATLAB. Необходимо определиться с количеством входных и выходных переменных, базой правил, методом нечеткого логического вывода и методом дефазификации [2].

В нашей модели будет две входные переменные: продольное проскальзывания колеса S и скорость автомобиля V ; одна выходная переменная: давление в тормозной системе p_a ; логический вывод Мамдани; дефазификация по методу центра тяжести.

Введем функции принадлежности для входных и выходной переменных.

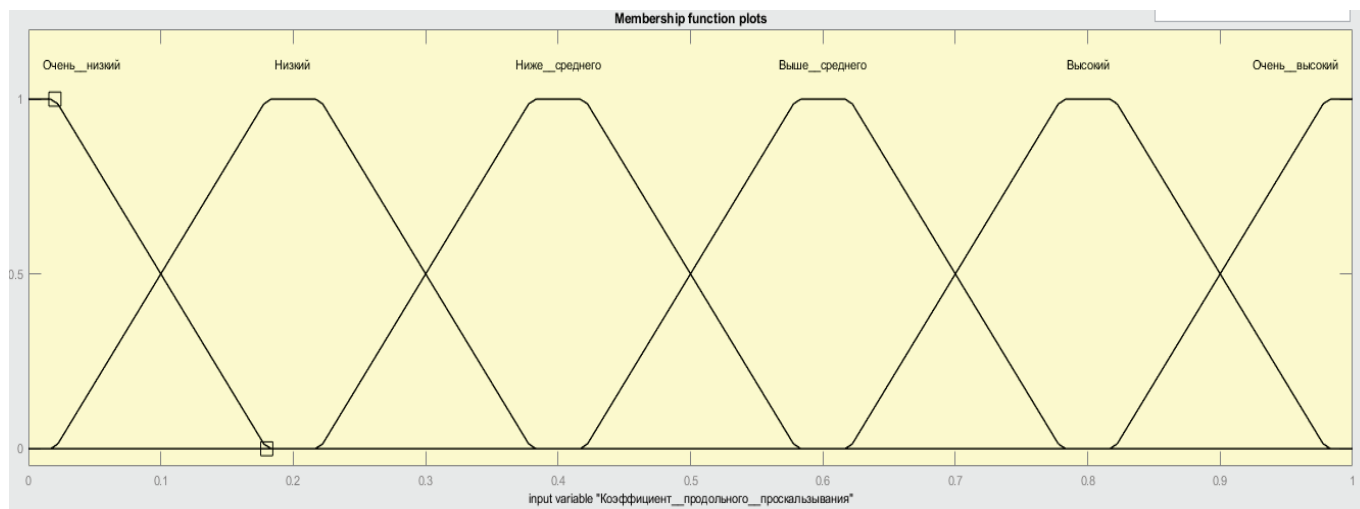


Рис. 5. Функция принадлежности продольного проскальзывания S колеса

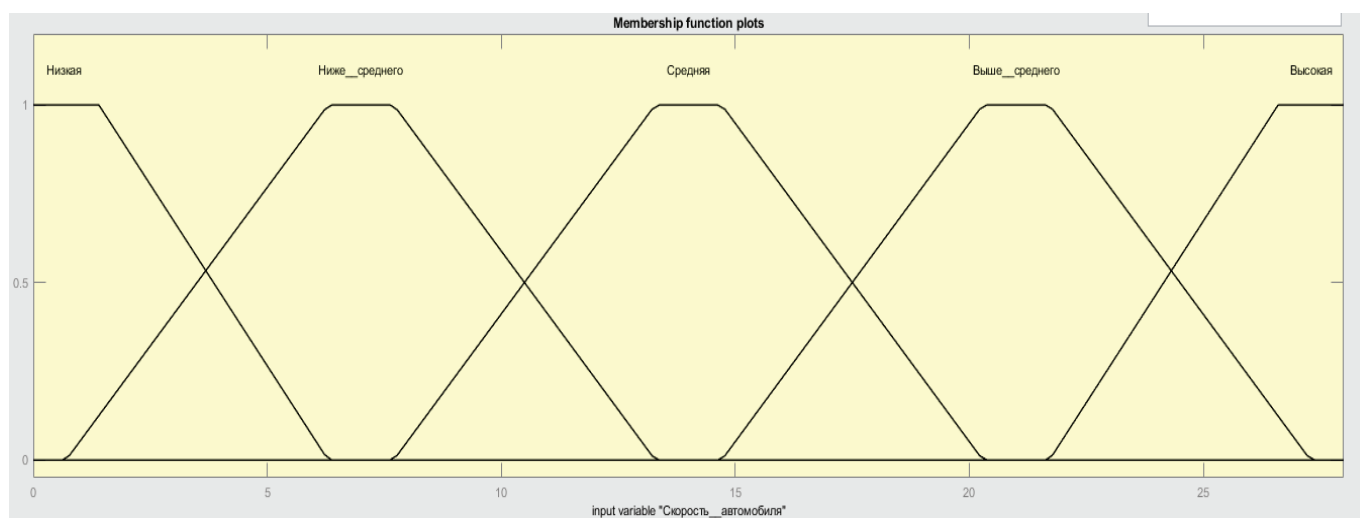


Рис. 6. Функция принадлежности скорости автомобиля V

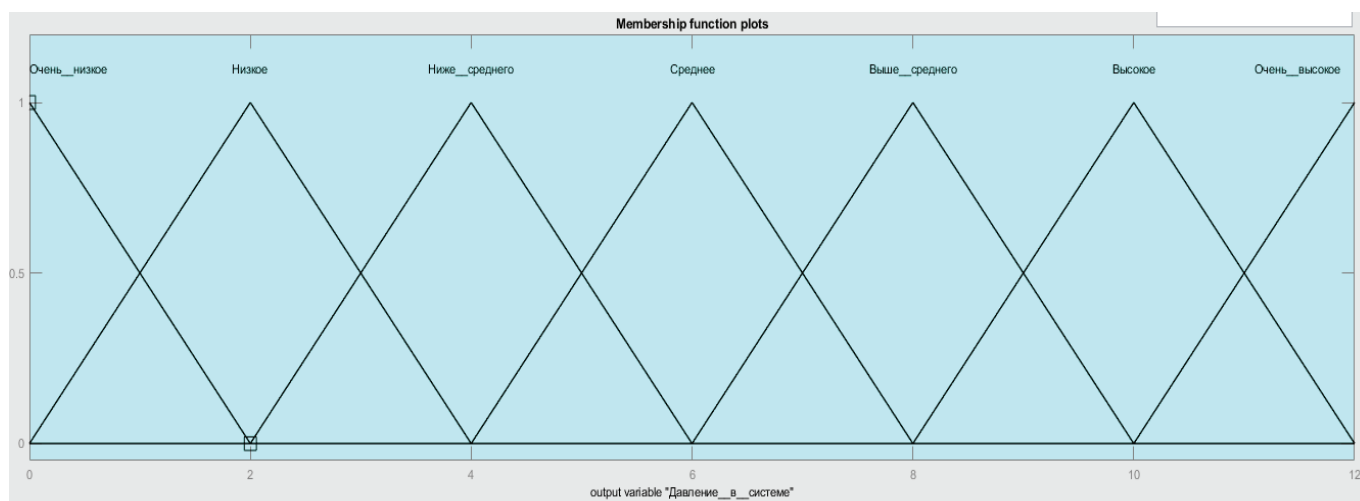


Рис. 7. Функция принадлежности давления в тормозной системе p

Включим нечеткий регулятор в подсистему одноколесной модели ABS.

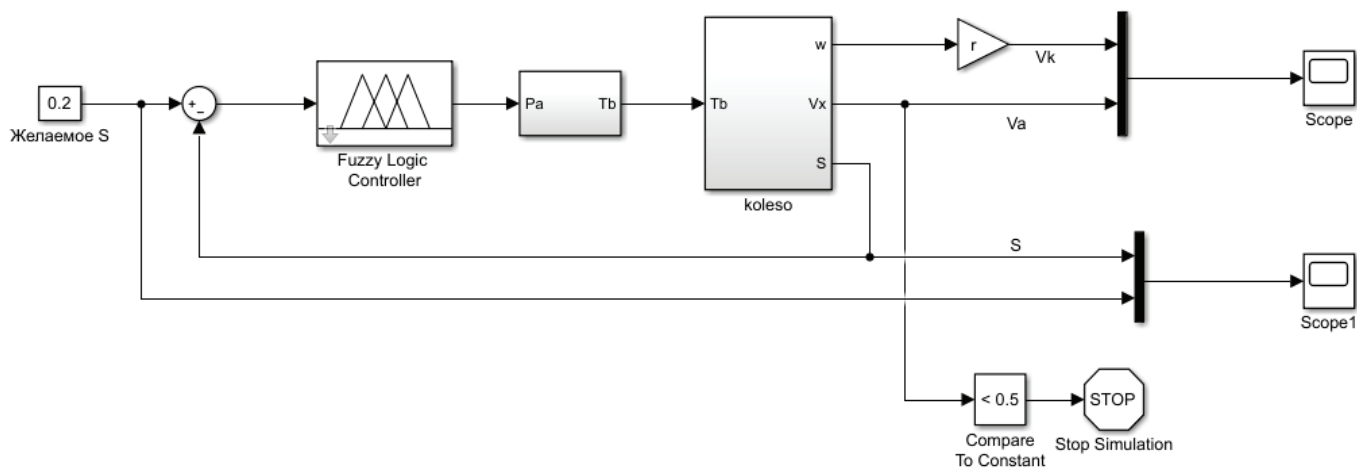


Рис. 8. Реализация в MATLAB Simulink одноколесной модели ABS под управлением нечеткого регулятора

Эксперимент произведем при значениях: начальная скорость $V = 27.78$ м/с (100 км/ч); момент инерции колеса $J = 1.1$ кг·м²; радиус колеса $r = 0.3$ м; масса на одно колесо $m = 375$ кг; максимальный тормозной момент $T_b = 2000$ Н.

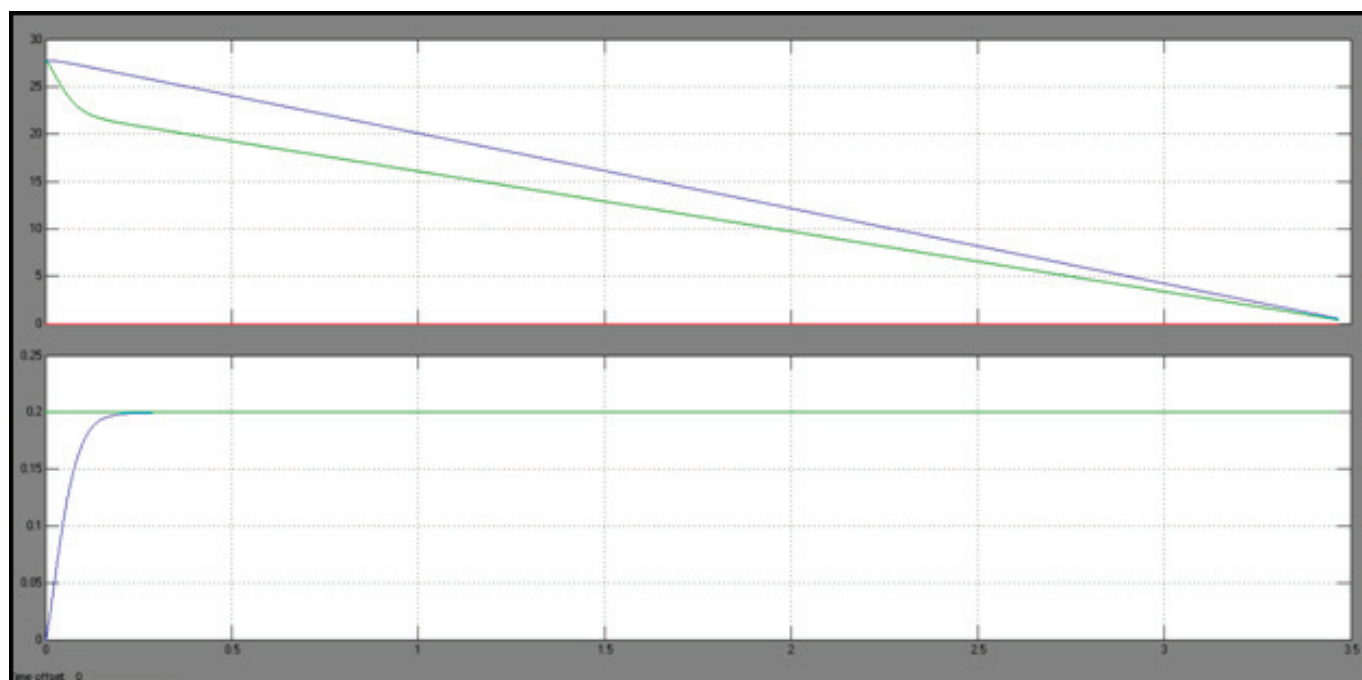


Рис. 9. Изменение скоростей и продольного проскальзывания при торможении

Полученные результаты продемонстрировали адекватность формулы Ревина для коэффициента сцепления [1] реальному процессу. Это дает основание использовать в дальнейшем ее в модели ABS автомобиля.

Вывод

Использование нечеткой логики в моделировании позволяет приблизить построение модели к человеческому восприятию. Также нечеткое моделирование дает возможность снизить необходимость в значительных вычислительных мощностях на промежуточные вычисления, которые связаны с динамическими параметрами. Все это позволит обрабатывать входные данные с требуемым уровнем точности в динамических процессах в реальном времени. Но при этом также и выходные данные после обработки

будут обладать высокой точностью соответствия характеристикам реальных процессов. К месту будет привести замечание основателя нечеткой логики Лотфи Заде, который говорил, что «почти всегда можно сделать такой же самый продукт без нечеткой логики, но с нечеткой будет быстрее и дешевле» [2]. На основании всего вышеперечисленного можно говорить о повышении адекватности в моделях динамических процессов в реальном времени благодаря нечеткому моделированию.

Литература:

1. Балакина Е. В., Зотов Н. М., Платонов, Федин А. П. Проблемы моделирования динамических процессов в реальном времени. Волгоград, 2013.
2. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление, пер. с английского А. Г. Подвесовского, Ю. В. Тюменцева. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.
3. Писаренко А. В., Белоус А. В., Кононенко Д. В. Компьютерное моделирование поведения транспортного средства с антиблокировочной системой. Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил, 2013.
4. Федин А. П. Обеспечение адекватности моделирования рабочих процессов элементов автомобиля при испытаниях на виртуально-физических стендах-тренажерах. — Диссертация на соискание степени канд. техн. наук / А. П. Федин. — Волгоград, 2006. 944
5. Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С. Д. Штовба. — М.: Горячая линия — Телеком. — 2007. — 288 с.
6. Aksjonov A. Design and Simulation of the Robust ABS and ESP Fuzzy Logic Controller [Электронный ресурс] / Aksjonov A., Augsburg K. // Applied Sciences. — 2016. — 6(12). — Режим доступа: <http://www.mdpi.com/2076-3417/6/12/382>.
7. Kant Abhinav. Enhanced Antilock Braking System using Fuzzy Logic Road Detector / Kant Abhinav, Mukesh Kumar // International Journal of Research in Electrical & Electronics Engineering. — 2013. — Vol. 1. — № 2. — p. 47–54.

Проектирование и оптимизация сборки радиоэлектронных средств с гиперслучайными показателями

Калиева Айгерим Аскеровна, студент магистратуры
Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева (г. Нур-Султан, Казахстан)

В данной статье рассмотрены комплексные показатели оптимальных конструкций радиоэлектронной аппаратуры, отображающие основные функциональные и конструктивные характеристики её устройств в виде системы критериальных уравнений, полученных методами теории подобия. Все показатели физических процессов и функциональные характеристики аппарата представлены как гиперслучайные функции.

Ключевые слова: радиоэлектронные средства, оптимальные конструкции, гиперслучайные функции.

Введение

Во время проектирования радиоэлектронного средства (РЭС) пытаются получить оптимальное техническое решение в виде комплекса функциональных и конструктивных показателей, которые лучше всего соответствуют тем, что были заданы в техническом задании (ТЗ). На первых этапах проектирования необходимо создать математическую или физическую модель РЭС на основе известных физических законов и математических методов, отражающих процессы в нем, учитывая вероятность физических процессов и функциональных характеристик. Все эти характеристики должны быть отражены в целевой функции (ЦФ) — комплексном показателе, который объединяет все определяющие параметры и полностью характеризует свойства РЭС. Наилучшие (оптимальные) РЭС могут быть созданы методами, основой которых является гиперслучайные (ГВ) математические модели, комплексная ЦФ, которая отражает функциональные и конструктивные показатели устройства, и дает возможность их проектирования и оптимизации с помощью системы автоматизированного проектирования (САПР).

Гиперслучайные математические модели энергетических процессов в РЭС

Наиболее адекватные математические модели энергетических процессов, осуществляемых в РЭС, отражаются как скалярные и векторные функции, когда каждая из физических величин рассматривается как ГВ, с соответствующими вероятностными характеристиками [1].

Для отображения ГВ величин и функций использованы обозначения: $hV(x)$ — ГВ величины x , $hFs(X)$ — ГВ скалярной функции множества X , $hFv(Y)$ — ГВ векторной функции множества Y ; символ « \rightarrow » — общее обозначение ГВ величины или функции.

Функционирование РЭС — это передача и преобразование энергетических потоков электромагнитного поля, теплового, механического, информационного; гиперслучайные математические модели для этих основных процессов можно получить из системы уравнений Лагранжа второго рода [2], если каждое из них подать в гиперслучайной форме:

$$\frac{d}{d\tau} \frac{\partial hFv(T)}{\partial hV(\dot{q}_j)} - \frac{\partial hFv(T)}{\partial hV(q_j)} + \frac{\partial hFv(U)}{\partial hV(q_j)} + \frac{\partial hFv(\Phi)}{\partial hV(\dot{q}_j)} - hFv(Q_j) = 0, j = 1, 2, \dots, k, \quad (1)$$

где T — кинетическая энергия, U — потенциальная; Φ — функция рассеяния энергии; Q — обобщенная сила; q_j — обобщенные переменные.

Выражения для различных форм энергии и функции рассеивания энергии как функций обобщенных координат q :

$$hFv(T) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n a_i hV(\dot{q}_i)^2 \quad \text{— для кинетической энергии;}$$

$$hFv(U) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n c_i hV(q_i)^2 \quad \text{— для потенциальной энергии;}$$

$$hFv(\Phi) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n b_i hV(\dot{q}_i)^2 \quad \text{— для функции рассеяния Релея.}$$

Вероятностные характеристики исходных параметров РЭС могут быть получены на основе теории ГВ явлений быстрее и с меньшим количеством вычислений, которые нужно производить по имитационному моделированию с применением, например, метода Монте-Карло.

Создание ЦФ РЭС методами теории сходства

Теория подобия [3] дает возможность сформировать выражение для ЦФ РЭС в виде системы критериальных уравнений, в которую входят безразмерные критерии K_j , каждый из которых характеризует один из основных процессов, осуществляемых в устройстве. Особенность такого выражения ЦФ — к обобщенным переменным q_i , которые характеризуют соответствующий физический процесс, добавлены также и параметры, отражающие конструктивные параметры РЭС — геометрические (размер), массогабаритные (масса, моменты инерции), показатели устойчивости, технологичности, надежности. Единичные безразмерные критерии сходства, созданные из физических величин, обычно имеют форму степенных комплексов типа

$$K_j = a^\alpha b^\beta c^\gamma d^\delta \dots,$$

где $a, b, c, d \dots$ — размерные параметры, $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \dots$ — коэффициенты влияния соответствующего размерного параметра на критерий K_j .

Единичные критерии K_j , относящиеся к какой-то одной стороны общего процесса (это могут быть поведение устройства вибрационного влияния, процессы теплообмена в объекте и т.п.) объединяют в частные критерии, \bar{K}_i как аддитивная функция

$$\bar{K}_i = \sum_{i=1}^n \phi_{ik} K_i, \text{ где } \phi_{ik} \text{ — функции влияния каждого из единичных критериев на частичный.}$$

Система n частных критериев \bar{K}_i характеризует связанные процессы, осуществляющихся в РЭС, поэтому все критерии взаимосвязаны. Комплексный показатель для всего РЭС формируется из частных:

$$\bar{K}_i = \phi_{i1} K_1 + \phi_{in} K_n = \sum_{i=1}^n \phi_{1i} K_i, \bar{K}_2 = \phi_{21} K_1 + \phi_{2n} K_n = \sum_{i=1}^n \phi_{2i} K_i \dots \dots \bar{K}_n = \phi_{n1} K_1 + \dots + \phi_{nn} K_n = \sum_{i=1}^n \phi_{ni} K_i \quad (2)$$

Функции ϕ_{ii} с одинаковыми индексами — основные, определяют наибольшее влияние критериев K_i на частный; с разными — ϕ_{ik} — перекрестные, это влияние остальных критериев K_k на \bar{K}_i , причем перекрестные функции взаимного влияния равны друг другу ($\phi_{ik} = \phi_{ki}$); они могут быть определены различными способами — теоретически, исходя из математической модели процесса, методами теории оптимизации или регрессионного анализа.

Формирование частного и комплексного критерия

Частный критерий макропоказателей конструкции \bar{K}_1 должен отражать общие конструктивные свойства, влияние технологии изготовления деталей и сборочных единиц на общие показатели качества всего РЭС. Единичные критерии в составе этого частичного — это критерии использования объема K_V и технологичности K_{Tec} .

Критерий K_V отражает влияние конкретного функционального назначения, внутреннего состава и компоновки аппарата; все возможные варианты корпуса РЭС, какими бы они не были – или индивидуальной конструкции, или в виде унифицированных типовых конструкций (УТК) – возможно «сгенерировать» методом морфологического синтеза, но выбор оптимального (в том числе и унифицированных) требует безразмерных критериев качества. Массогабаритные показатели корпуса РЭС определяют в процессе проектирования, они зависят от мощности потоков энергии, циркулирующих в нем. Поэтому частичный критерий K_V соотносит потребляемую мощность аппарата для реализации его функционального назначения, с его объемом V и массой M . Любой РЭС для собственного функционирования нуждается в электрической энергии от какого-то первичного источника – батареи или электрической сети (если он не питается от внутреннего, что входит в состав самого РЭС), поэтому мощность N , которая требуется от источника — один из главных параметров средства. Часть этой мощности может быть использована для создания потока энергии N на выходе из аппарата (у усилителя, передатчика, излучателя и др.); для обеспечения функционирования радиоэлектронной структуры используется мощность $N_\phi = N - \bar{N}$, она же тратится аппаратом, как тепловые потери в окружающую среду.

Соотношение N_ϕ с объемом и массой аппарата показывает совершенство конструктивных решений, которые обеспечивают функционирование последнего. Важными показателями для РЭС являются параметрические критерии заполнения объема корпуса k_3 и использование массы k_m ; $k_3 = \bar{V}/V$ – характеристика рациональности компоновки.

Поскольку критерии качества должны быть безразмерными, критерий использования объема РЭС создан в виде:

$$hFv(K_V) = \frac{\left[hV(N) - hV(\bar{N}) \right] hV(T_p)^3 hV(k_m) hV(k_3)^{2/3}}{hV(M) hV(V)^{2/3}}, \quad (3)$$

где T_p – технический ресурс (или время безотказной работы) всего аппарата.

Показатели степени для T_p и V обеспечивают безразмерность самого K_V , а у k_3 и k_m такие же, как и у параметров, с которыми эти критерии связаны (т. е. V и M). Выражение (3) — макропоказатель конструктивной структуры РЭС и технических решений, обеспечивших ее реализацию: чем меньше объем и масса корпуса, в котором осуществляется функционирование радиоэлектронной структуры аппарата, тем совершеннее конструкция; видно также, какое значительное влияние на качество аппарата имеет показатель надежности T_p .

ГВ свойства у выражения K_V имеют все величины, в него входящие, а сам он — ГВ векторная функция. Критерий использования объема K_V необходимо нормировать, если он должен войти в аддитивный комплексный критерий \bar{K} .

Технологическое совершенство конструкции может быть определено с помощью основных показателей технологичности: критериев уровня технологичности K_{pr} – по трудоемкости изготовления, и K_{cb} – себестоимости, которые безразмерны, их можно объединить в один: $K_{Tec} = K_{pr} \times K_{cb}$. Существуют нормативные документы (стандарты), где изложена методика расчета указанных критериев.

Частный критерий макропоказателей всей конструкции:

$$\bar{K}_1 = \phi_{1V} K_{1V} + \phi_{1T} K_{Tec}. \quad (4)$$

Приоритеты ϕ_{1V} и ϕ_{1T} определяет проектировщик конкретного РЭС.

Частный критерий \bar{K}_2 для механических процессов отражает показатели устойчивости конструкции РЭС при воздействии механических воздействий — статических и динамических (вибрациям и ударам).

Совершенство системы защиты РЭС от вибрационных и ударных воздействий оценены критериями динамического усиления $K_{дин}$ при силовом возбуждении и передаче $K_{кин}$ – за кинематического [4] как ГВ функции:

$$hFv(K_{дин}) = \frac{hV(s_b)}{hV(s_{cr})} = \frac{1}{\sqrt{\left[1 - hFs(v) \right]^2 + 4hFs(\delta)^2 hFs(v)^2}}; \quad (5)$$

$$hFv(K_{кин}) = \frac{hV(s_b)}{hV(s_o)} = \frac{\sqrt{1 + 4hFs(\delta)^2 hFs(v)^2}}{\sqrt{[1 - hFs(v)^2]^2 + 4hFs(\delta)^2 hFs(v)^2}}$$

где амплитуды перемещений: s_b — вынужденных аппарата, $s_{ст}$ — от действия статических внешней периодической силы, s_o — основы, к которой крепится аппарат; $v = \omega / \omega_0$ — параметрический критерий расстройства (соотношение частот внешнего периодического фактора ω и собственной ω_0 объекта); δ - критерий вязкого демпфирования в виброизоляторах.

Для всех величин у (5) необходимо определить их ГВ характеристики, то есть и сами критерии $K_{дин}$ и $K_{кин}$ — ГВ функции.

Обобщенная схема тепловых потоков в РЭС приведена на рис.1.

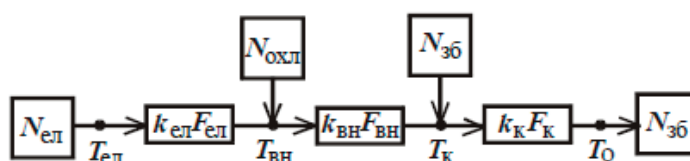


Рис. 1. Схема тепловых потоков в РЭС

Частный критерий, характеризующий тепловой режим РЭС:

$$hFv(K_T) = \frac{hV(T_o)}{hV(T_{эл})} = \frac{hV(T_o) hFs(F_к)}{hFs(N_{зб})} \times \frac{1}{\frac{1}{hFs(k_к)} + \frac{1}{hFs(k_{вн})} + \frac{hFs(F_к)}{hFs(k_{эл})} * \frac{hV(N_{эл})}{hFs(N_{зб})} + hV(T_o) \frac{hFs(F_к)}{hFs(N_{зб})}} \tag{6}$$

Вследствие ГВ свойств всех величин, вошедших в выражение (7), критерий K_T — ГВ векторная функция.

Использования частных критериев для определения характеристик конструкции при проектировании

На начальных этапах проектирования конструкции РЭС (на этапе технического предложения) из выражений частных или параметрических критериев всегда можно определить требования к отдельным параметрам будущей конструкции, а также и к методам достижения требуемого значения соответствующего параметра. Ниже анализируются возможности оценок для параметров, дающих выражения частичных критериев.

Выражение (3) для KV во время проектирования определяет, какими должны быть:

- структурные и схемные решения для обеспечения нужного T_p (например, необходимость резервирования структурных единиц);
- если заданный технический ресурс T_p – массогабаритные параметры M (масса) и V (объем) корпуса устройства, а это требует выбора соответствующей элементной базы и технологии изготовления;
- если заданы массогабаритные параметры – элементная база и технология для обеспечения необходимого T_p .

Вибрационные и ударные воздействия, при которых должен эксплуатироваться будущий РЭС, задаются в ТЗ, что и определяет требования к системе виброударозащиты, как значение критериев эффективности K_ϕ , $K_{дин}$, $K_{кин}$. Выражения (5) определяют необходимые характеристики виброизоляторов, которые обеспечат критерии расстройства $v = \omega / \omega_0$, и критерий вязкого демпфирования у них δ (фактически — типоразмеры виброизоляторов).

Температура T_o окружающей среды, в котором должен работать РЭС, задается в ТЗ; во время проектирования выбирают, в первую очередь, элементы «электронной» структуры, с их допустимыми температурами. Тем самым становится известным необходимое значение $K_T = T_{эл} / T_o$, а из (6) определяются требуемые значения параметров $k_{эл}$, $k_{вн}$, $k_к$, $F_{эл}$, $F_к$, которые должны быть обеспечены при проектировании, требования к системе поддержания необходимого теплового режима во внутреннем объеме корпуса.

Заключение

Выражения для ЦФ в виде системы критериальных уравнений, созданные методами теории подобия, отражающих в этом комплексном показателе влияние не только параметров энергетических, механических и тепловых процессов, протекающих в РЭС, но и свойства его конструктивных элементов, что дает возможность в процессе проектирования достичь высочайшего уровня качества оптимизацией влияющих параметров устройства. ГВ характеристики всех единичных и частных критериев, которые входят в комплексный — ЦФ — позволяют из множества полученных как результат проектирования возможных вариантов конструкции выбрать такой, характеристики которого наиболее полно соответствуют требованиям ТЗ. Комплексный показатель РЭС в форме системы критериальных уравнений, а также выражения единичных и частных критериев дают возможность создать на их основе программные модули и использовать последние в САПР оптимальных конструкций РЭА.

Литература:

1. Горбань И. И. Представление физических явлений гиперслучайными моделями//Математичні машини і системи. — 2007. — № 1. — с. 34–41.
2. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика. Т1. М.: Наука, 1988. — 512 с.
3. Седов Л. И. Методы подобия и размерности в механике. М.: Наука. 1987. — 432с.
4. Бабаков И. М. Теория колебаний. М.: Наука. — 1968. — 560 с.

Обзор методов оценки запасов газоконденсатных месторождений

Мамедзаде Айтадж Рафаил кызы, студент магистратуры
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности (г. Баку)

В статье дана обзорная информация о методах оценки запасов газоконденсатных месторождений. Метод Монте-Карло довольно широко используется в геологоразведке, но в гораздо меньшей степени при оценке запасов и прогнозировании добычи. Однако этот метод не только более гибкий в отношении неопределенностей, но и более выгоден для обеспечения лучшей основы для принятия инвестиционных решений.

Ключевые слова: вероятностный, неопределенность, газовый конденсат, запасы, распределение.

На ранних стадиях разработки оценка запасов газоконденсатных месторождений ограничивается расчетами по методу аналогий и объемным расчетам [2].

Метод аналогии применяется путем сравнения коэффициентов для аналогичных и текущих месторождений или скважин.

Объемный метод влечет за собой определение площади коллектора, объема пор породы и содержания жидкости в объеме пор. Это дает оценку количества углеводородов в пласте. Таким образом, окончательное извлечение можно оценить с помощью соответствующего коэффициента извлечения.

Каждый из факторов, использованных в приведенных выше методах, имеет неотъемлемую неопределенность, что вызывает значительные неточности в оценке запасов. По мере того, как данные о добыче и давлении на месторождении становятся доступными, анализ убытков и расчеты материального баланса становятся преобладающими методами подсчета запасов.

Эти методы значительно снижают неопределенность в оценке запасов; однако во время раннего истощения следует соблюдать осторожность при их использовании.

Взаимосвязи кривой спада являются эмпирическими и основываются на одинаковых длительных периодах производ-

ства. В газовых скважинах противодавление на устье обычно колеблется, вызывая различные тенденции добычи и, следовательно, не так надежно. Наиболее распространенная взаимосвязь кривой снижения — это постоянное процентное снижение (экспоненциальное). С вводом в эксплуатацию все большего количества скважин с низкой продуктивностью, в настоящее время наблюдается тенденция к снижению темпов, пропорциональных темпам добычи (гиперболическим и гармоническим). Хотя некоторые скважины демонстрируют эти тенденции, экстраполяции гиперболического или гармонического спада следует использовать только для этих конкретных случаев. Избыточное использование гиперболических или гармонических соотношений может привести к завышенным оценкам запасов.

Расчет материального баланса — отличный инструмент для оценки запасов газа. Если пласт представляет собой замкнутую систему и содержит однофазный газ, давление в пласте будет снижаться пропорционально количеству добытого газа. К сожалению, иногда забойная вода в газовых коллекторах способствует механизму истощения, изменяя характеристики неидеального газа в коллекторе. В этих условиях может получиться оптимистичная оценка запасов.

При подсчете запасов с использованием любого из вышеперечисленных методов могут использоваться две процедуры расчета: детерминированный и/или вероятностный.

Детерминированный метод является наиболее распространенным. Процедура состоит в том, чтобы выбрать одно значение для каждого параметра для ввода в соответствующее уравнение, чтобы получить единственный ответ. С другой стороны, вероятностный метод более точен и используется реже. В этом методе используется кривая распределения для каждого параметра и с помощью моделирования Монте-Карло.

Из результирующих статистических расчетов можно получить много уточняющей информации, такой как минимальные и максимальные значения, среднее (среднее значение), медиана (среднее значение), режим (наиболее вероятное значение), стандарт отклонение и процентиля. Вероятностные методы имеют ряд проблем. На них влияют все входные параметры, включая наиболее вероятные и максимальные значения параметров. В таких методах нельзя рассчитать обратно входные параметры, связанные с запасами. Известен только конечный результат, но не точное значение любого входного параметра. С другой стороны, детерминированные методы рассчитывают более ощутимые и объяснимые значения запасов. В этих методах точно известны все входные параметры; тем не менее, они могут иногда игнорировать изменчивость и неопределенность входных данных по сравнению с вероятностными методами, которые позволяют включать в данные больше отклонений.

Однако сравнение детерминированных и вероятностных методов может обеспечить качество оценки запасов углеводородов; т.е. запасы рассчитываются как детерминированно, так и вероятностно, и эти два значения сравниваются. Если эти два значения совпадают, доверие к рассчитанным запасам увеличивается. Если два значения далеко не совпадают, предположения необходимо пересмотреть [4]. Для потенциальных скоплений с ограниченной информацией оценка может стать сложной или очень неопределенной, и в этом случае будет использоваться объемная оценка с использованием вероятностного метода.

Методы оценки запасов нефти

Более подходящий метод будет зависеть от зрелости проектного резервуара. В большинстве работ по оценке запасов как статические (детерминированные), так и динамические (материальный баланс и моделирование) используются в качестве дополнительных мер на более поздней стадии разработки пласта, чтобы иметь лучшее представление о пласте и достичь оптимальной разработки месторождения. Самая простая форма уравнения для детерминированного объемного метода, который предполагает идеальный случай, однородный, изотропный резервуар:

$$G = \frac{43560(A)(h)\left(\frac{N}{G}\right)(\phi)(1-S_w)}{Bg_i}$$

Метод материального баланса

Для объемного газового резервуара легко вывести, что:

$$\frac{P}{Z} = \frac{P_i}{Z_i} - \frac{P_i}{Z_i} \left(\frac{G_p}{G} \right)$$

График зависимости p/z от G_p дает прямую линию, пересечение которой на оси x соответствует исходному газу на месте. Литература изобилует информацией о характерной форме графиков для различных механизмов привода коллектора, в том числе коллекторов с избыточным давлением [1, 3].

Определение запасов с помощью вероятностного метода

Вероятностный метод более строгий и используется реже. В этом методе используется кривая распределения для каждого параметра, и с помощью моделирования Монте-Карло можно построить кривую распределения. Нефтегазовая промышленность ориентируется на более рискованные предприятия, поскольку традиционные источники истощаются. Распределение вероятностей учитывает диапазон вероятностей появления возможных значений, которые может содержать случайная величина. В зависимости от характера случайной величины распределения вероятностей могут быть дискретными или непрерывными. Случайная величина представлена горизонтальной шкалой вместе с единицами и диапазоном значений. Вероятность появления диапазонов значений пропорциональна высоте распределения вероятностей.

При анализе рисков разведки используются несколько специальных типов распределений.

Нормальное распределение, обычно представленное колоколообразной формой, было принято для пористости керна и процентного содержания обильных минералов в породах.

Логнормальное распределение, как и нормальное распределение, представляет собой непрерывное распределение вероятностей, за исключением того, что оно искажено в любом направлении.

Асимметрия описывает случайную переменную, которая имеет небольшую вероятность появления по сравнению с другим направлением формы.

Равномерное распределение — это непрерывное распределение вероятностей, которое описывает случайную величину, в которой любое числовое значение имеет равную вероятность появления.

Треугольное распределение, как следует из названия, имеет форму треугольника. Треугольник может быть симметричным или наклонным в обоих направлениях и полностью определяется путем указания минимального, наиболее вероятного и максимального значений случайных величин.

Биномиальное распределение — это дискретное распределение вероятностей, которое описывает вероятности заданного количества результатов с определенным количеством испытаний. Оно обычно используется в работе по контролю качества. Его можно использовать при определенных условиях в контексте разведки нефти для вычисления вероятностей заданного количества открытий в многоствольных скважинах.

Полиномиальное распределение также как дискретное распределение описывает процесс Бернулли, поскольку количество вхождений можно назвать полиномиальным распределением вероятностей. Оно рассматривает только два возможных исхода.

Гипергеометрическое распределение — это дискретное распределение, которое не предполагает независимость каждого отдельного испытания в отличие от процесса Бернулли. Это удобно при вычислении вероятностей различных результатов разведки нескольких скважин, поскольку доступно лишь ограниченное количество перспективных объектов.

Регрессия позволяет выполнить сопоставление данных PVT с реальными данными. Эти модели учитывают выпадение жидкости при различных давлениях и температурах.

Средство согласования в программном обеспечении MVAL используется для корректировки эмпирических корреляций свойств флюида, чтобы они соответствовали измеренным лабораторным данным PVT. Корреляции модифицируются с использованием метода нелинейной регрессии, чтобы наилучшим образом соответствовать измеренным данным. Хорошее совпадение PVT и согласие с корреляциями может предсказать поведение флюида в каждой точке.

Литература:

1. Lyons William G., Garry J.P. Standard Handbook Of Petroleum And Natural Gas Engineering (2005).
2. Nnakaihe S. E., Nwabia F.N. Validation of an Estimated Gas Condensate Reserve using Applied Uncertainty Analysis for the Condensate Reservoir Properties. International Journal of Engineering Works. Vol. 4, Issue 1, PP. 21–28, January 2017.
3. Smith C. R., Tracy G. W., Farrar R. L. Applied Reservoir Engineering. Vol1 And 2 (1999)
4. www.petrobjects.com 2003–2004 Petrobjects.

Оценка экономической эффективности использования различных схем СЭС для питания жилого дома в г. Алматы

Михалкова Елена Григорьевна, кандидат технических наук, доцент;
Ким Игорь Валерьевич, студент магистратуры
Алматинский университет энергетики и связи имени Г. Даукеева (Казахстан)

В статье рассматриваются вопросы, связанные с оценкой экономической эффективности различных схем СЭС для электропитания жилого дома в г. Алматы

Ключевые слова: ВИЭ, солнечная станция, солнечная инсоляция, однопользовательский объект, схемы СЭС, автономная, сопряженная с сетью, гибридная, солнечная панель, аккумуляторная батарея, инвертор, экономическая эффективность, стоимостные показатели, капиталовложения, срок окупаемости.

Благодаря государственной политике стимулирования развития альтернативных источников энергии в Казахстане в настоящее время введено 90 объектов ВИЭ суммарной мощностью 1050,1 МВт (19 ВЭС-283,8 МВт; 31 СЭС-541,7 МВт; 37 ГЭС — 222,2 МВт; 3 БиоЭС — 2,42 МВт) [1]. Казахстан ставит перед собой цель увеличения доли ВИЭ в энергосистеме страны. Сейчас этот показатель составляет около 1,3%, а к концу 2030 года планируется увеличить до 10%. Потребность внедрения ВИЭ изложена как в государственных документах (концепция перехода к зеленой экономике), так и в международных инициативах Казахстана (программа партнерства «Зеленый мост») [1].

Необходимо отметить, что в настоящее время растет потребность в установке солнечных электрических станций (СЭС) для

Оценка запасов. Для оценки углеводородов используется программа по методу Монте-Карло. Каждый из параметров, участвующих в подсчете запасов — PVT-свойства и объем пор — представлены статистическими распределениями. В зависимости от выбранного количества наблюдений программа генерирует серию значений с равной вероятностью для каждого из параметров, используемых при расчете углеводородов. Значения каждого параметра затем перемножаются, создавая распределение значений для углеводородов.

Для каждого из параметров, используемых в расчете в программе по методу Монте-Карло, из-за неоднородности и неопределенностей диапазон значений, обычно минимальных и максимальных значений, вводится с учетом наилучшего статистического распределения.

Для оценки запасов с неопределенностями и неоднородностями можно использовать вероятностный метод оценки запасов с использованием метода Монте-Карло.

питания однопользовательских объектов: жилых домов, объектов малого и среднего производства, ферм и теплиц и др. СЭС не большой мощности, используемые для электроснабжения домов достаточно просты в установке и эксплуатации, и, что не маловажно, достаточно рентабельны. Экономический эффект от использования СЭС на прямую зависит от ожидаемых результатов потребителя электрической энергии, то есть от назначения СЭС. На сегодняшний день разработано достаточно большое количество альтернативных вариантов схем выдачи мощности СЭС, применяемых для обеспечения жилых объектов электроэнергией.

Для оценки экономической эффективности использования солнечной энергии был выбран жилой дом в г. Алматы по адресу



Рис. 1. Фотоаэросъемка участка

ул. Тайбурыл, дом 8. Общая территория земельного участка составляет 8 соток. На участке расположен жилой дом — 18x10x5,5 м; гараж — 6x9x6 м; банная пристройка — 10x4x4 м (рисунок 1). Жилой дом состоит из 6 комнат, общая площадь составляет 180 м², из них жилая — 130 м², на данный момент в доме проживает семья из 3 человек. СЭС будет располагаться на крыше банной постройки, которая имеет размеры 6x9x6 м. Наклон крыши составляет 43°. Электропотребление жилого дома за 2020 год составляет 3073 кВт·ч.

В работе предполагается произвести оценку экономической эффективности трех вариантов выдачи мощности СЭС для жилого дома: первый — автономная схема, второй — сопряженная с сетью, третий — гибридная.

Для реализации любого из вариантов необходимо определить солнечную инсоляцию, произвести обоснование и выбор основного и дополнительного оборудования и оценить стоимостные показатели проектов.

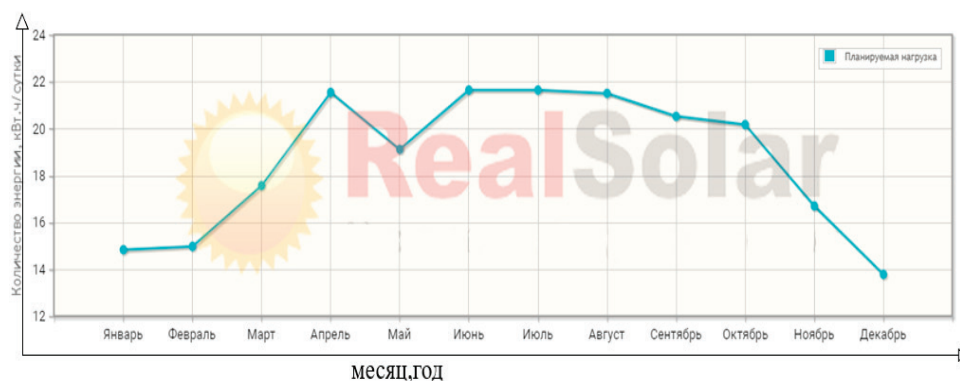
Произведем оценку солнечной инсоляции для первого варианта схемы — автономной СЭС. При получении электроэнергии от автономной СЭС питание объекта будет осуществляться только за счет солнечной генерации, исключая другие возможные виды получения электрической энергии в том числе и из городской сети. Днем электрическая энергия будет выра-

батываться за счет солнечных панелей, предполагается, что на станции будут установлены аккумуляторные батареи, за счет которых мы можем накапливать электрическую энергию в ночное время и во время недостаточной дневной инсоляции (облачность, снег, дождь).

Оценку солнечного потенциала произведем с помощью программного обеспечения PV Realsolar [2]. Так как солнечные панели будут располагаться на крыше банной постройки, исходя из размеров крыши, угла ее наклона — 43° и среднего размера солнечной панели — 1 x 1,98 м, с учетом удобства эксплуатации, примем к установке 10 шт. Введя необходимые данные, с помощью ПО получили значение солнечной инсоляции по месяцам (рисунок 2), годовое значение составило 7374,58 кВт·ч, среднее значение суточного потребления — 20,22 кВт·ч.

Из графика (рисунок 2) видно, что максимальная солнечная инсоляция за сутки (световой день) наблюдается в июне и в июле — 21,63 кВт·ч/сут; самая минимальная — декабрь — 13,73 кВт·ч/сут. Далее получили данные по инсоляции за каждый месяц года, умножив количество инсоляции за сутки на 30 дней в месяце.

На основании полученных данных составили график выработки электроэнергии солнечными панелями и произвели сравнение с фактическим потреблением за каждый месяц (рисунок 3).



Среднегодовая выработка электроэнергии: 20.22 кВт·ч/сутки. Суммарная выработка электроэнергии за год: 7374.58 кВт·ч.

Рис. 2. Результаты расчета солнечной инсоляции в ПО PV Realsolar

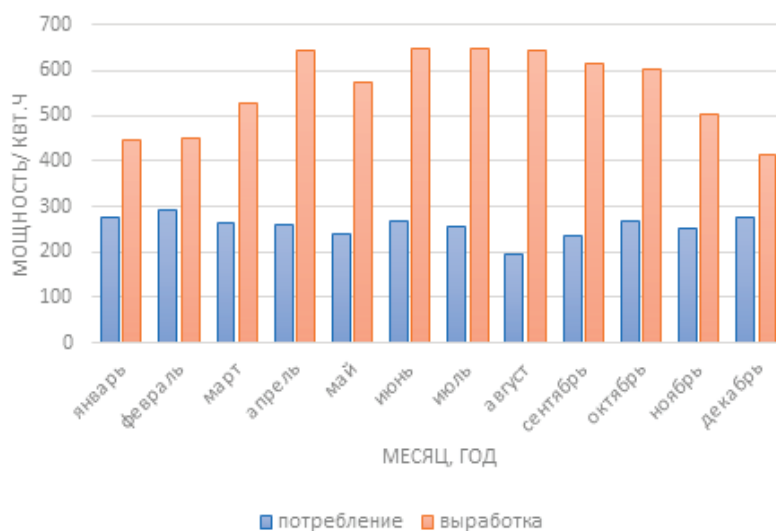


Рис. 3. Выработка электроэнергии солнечными панелями и фактическое потребление жилого дома при СЭС автономного типа

Из графика (рисунок 3) видно, что выработка электрической энергии по каждому месяцу превышает количество фактического потребления. Расчет солнечной инсоляции при количестве солнечных панелей 10 шт. был произведен с учетом перспективного роста потребления: возможности строительства на рассматриваемом участке еще одного жилого дома и других хозяйственных построек например, тренажерного зала, беседки, теплицы, хозяйственной постройки для содержания домашней птицы, кроликов и т.д.; планируемого ближайшего расширения состава семьи до 6 человек.

Для возможности реализации схемы, сопряженной с сетью СЭС так же необходимо произвести расчет солнечная инсоляции. Предполагается, что питание объекта при такой схеме работы СЭС, в дневное время будет осуществляться за счет солнечных панелей, а в ночное время и в дни с недостаточной инсоляцией будет осуществляться за счет городской сети, т.е. схема будет сопряжена с сетью и потребитель будет получать недоста-

ющую электрическую энергию из сети. Расчет солнечной инсоляции для второго варианта — сопряженной с сетью станцией произведем так же, как и случае с автономной СЭС с помощью ПО PV Realsolar. Количество солнечных панелей определили подбором оптимального варианта выдачи мощности и фактического потребления для данного вида схемы СЭС в программе. Количество солнечных модулей для оптимального покрытия нагрузки жилого дома — 4 шт.

График выработки электроэнергии солнечными панелями и фактическое потребление жилого дома представлено на рисунке 4.

Основываясь на значения, приведенных на графике (рисунок 4) можно констатировать следующее, начиная с марта по ноябрь выработка электрической энергии солнечными панелями превышает фактическое потребление. В зимние месяцы: декабрь, январь, февраль, фактическое потребление незначительно превышает ту выработку, которую мы можем получить

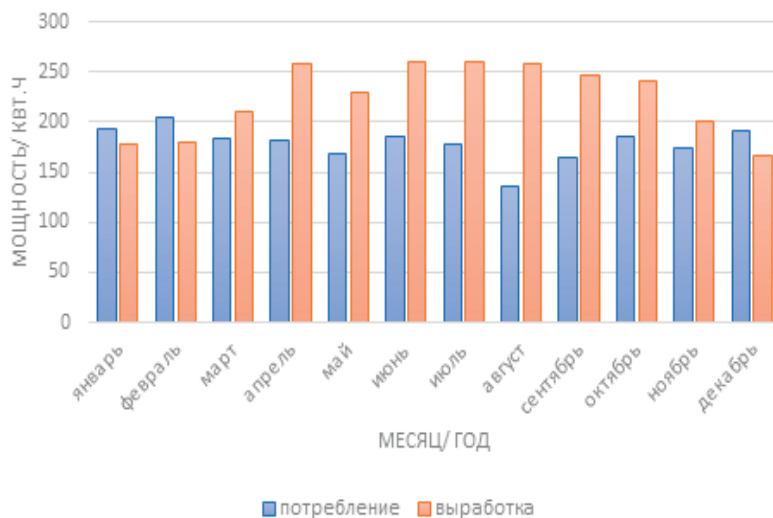


Рис. 4. Выработка электроэнергии солнечными панелями и фактическое потребление жилого дома при СЭС сопряженной с сетью

за счет солнечных панелей (декабрь — 26,4 кВт·ч./месяц). Схема, сопряженная с сетью, дает возможность покрыть недостаток электрической энергии в зимние месяцы и в ночное время за счет с получения электрической энергии из сети.

Для третьего варианта схемы — гибридная СЭС, предполагается, что вся нагрузка жилого дома будет покрываться точно

также, как и в варианте автономной СЭС (солнечные панели 10 шт, АКБ), излишки электрической энергии будут продаваться в электрическую сеть по зеленому тарифу. После расчета солнечной инсоляции в ПО RealSolar составили график фактического потребления и выработки солнечными панелями электрической энергии, рисунок 5.

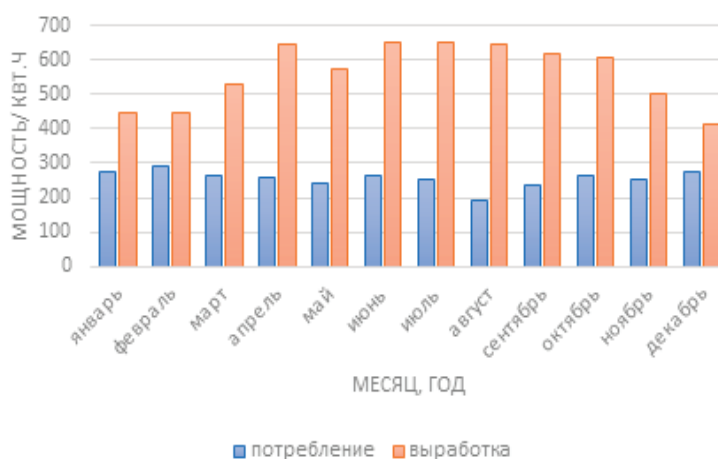


Рис. 5. Выработка электроэнергии солнечными панелями и фактическое потребление жилого дома при схеме гибридной СЭС

По графику (рисунок 5) видно, что вырабатываемая электрическая энергия с помощью солнечных панелей значительно превышает во все месяцы года потребление жилого дома. Самая максимальная разница в выработке и потреблении наблюдается в июле — 450,7 кВт·ч./месяц. Разница между фактическим потреблением и выработкой СЭС за год составляет 4301,58 кВт·ч/год, т.е эту электрическую энергию можно продать электросетевой компании по «зеленому тарифу» — 34,38 тг/кВт·ч (без учета НДС) [4].

Произведем выбор оборудования для каждого вида СЭС. По составу оборудования автономная и гибридная СЭС идентичны, отличие состоит только в инверторах (функциональные возможности. После анализа производителей, технических характеристик и стоимости, для этих двух схем станций было выбрано следующее оборудование: солнечные панели марки — Delta SM 350–340P (Китай), в количестве 10 шт.; аккумуляторные батареи — Delta DTM 12200 12V/200 ah (Китай), в количестве 2 шт.; кабель постоянного тока — Eco Tech HP, сечение 2,5 мм² (Китай), длиной 17 метров; кабель переменного тока — ВВГнг 2х2,5 мм² (Казахстан), длиной 5 метров; коннекторы — MC4Y in 1 (Китай), в количестве 10 шт.; крепления

для солнечных панелей в количестве 10 шт. Инвертор для автономной СЭС выбрали марки Axioma Energy OSPWM 5000 (Китай), в количестве 1 шт., а для гибридной — Altek PV 18–4K (Китай), в количестве 1 шт.

Для сопряженной с сетью СЭС состав оборудования отличен от двух предыдущих схем: уменьшено количество солнечных панелей, отсутствие АКБ, инвертор по функциям отличающиеся от двух предыдущих типов схем. Выбрали: солнечные панели марки Delta SM 350–340P (Китай), в количестве 4 шт; кабель постоянного тока — Eco Tech HP сечение 2,5 мм² (Китай), длиной 17 метров; кабель переменного тока — ВВГнг 2х2,5 мм² (Казахстан), длиной 5 метров; коннекторы — MC4Y in 1(Китай), в количестве 4 шт; крепления для солнечных панелей в количестве 4 шт.; инвертор — Afore DNT003KTL (Китай), в количестве 1 шт.

Далее для оценки экономической эффективности выбранных вариантов схем произвели определение стоимостных показателей (таблица 1).

По итогам расчетов стоимостных показателей можно сделать следующий вывод: наибольшие капитальные вложения требует схема гибридной СЭС — 1176765 тг; далее — 1041077 тг.— автономная СЭС; самая низко затратная по

Таблица 1. Стоимостные параметры автономной, сопряженной и гибридной СЭС

Тип схемы СЭС	Кап.влож. в оборудование	Затраты на установку и эксплуатацию	Стоимость проекта	Срок окупаемости
Автономная	1041077 тг,	26110,82 тг.	1067187,8 тг.	18 лет
Сопряженная	458240 тг.	55656,96 тг.	513896,96 тг.	9 лет
Гибридная	1176765 тг.	29347,41 тг.	1206112,4 тг.	5,8 лет

кап. вложениям — 458240 тг. — сопряженная с сетью СЭС. Схема сопряженной с сетью СЭС по капитальным вложениям на 58% дешевле чем гибридная, и на 50% дешевле автономной. Затраты на установку и годовое обслуживание: наибольшие затраты потребует схема сети, сопряженная с сетью — 55656,6 тг.; гибридная — 29347,41 тг.; наименьшие затраты — автономная — 26110,82 тг. Автономная схема СЭС по затратам на установку дешевле, чем сопряженная схема на 46% и гибридной на 12%. По итогам общей стоимости проектов схем СЭС выяснили, что самой экономически не выгодной является гибридная схема — 1206112,4 тг.; автономная имеет стоимость — 1067187,8 тг.; самая экономически привлекательная стоимость у сопряженной СЭС — 513896,96 тг. Что касается срока окупаемости, то самый большой срок окупаемости у автономной схемы — 18 лет, у сопряженной с сетью СЭС — 9 лет, у гибридной — 5,8 лет. Наименьший срок окупаемости схемы гибридной СЭС обусловлен экономическим эффектом от продажи

электрической энергии в размере 4301,58./ кВтч./год сетевой компании по завышенному «зеленому» тарифу (34,38 тг. за кВтч).

Таким образом, в ходе оценки экономической эффективности трех вариантов различных схем СЭС для питания жилого дома в г. Алматы самым экономически целесообразным является вариант применения гибридной схемы. Автономная схема СЭС, по сравнению с другими вариантами, самая экономически не выгодная. Для питания жилых домов в г. Алматы не рекомендуется применять такой вариант построения схемы СЭС. Схема такой СЭС будет более эффективна для питания мелких и средних предприятий бизнеса или для объектов, не имеющих другого источника энергии, кроме солнца. Сопряженная схема с сетью может применяться для питания однопользовательских объектов, если при сравнении с другими вариантами экономическая эффективность будет иметь приоритетные значения.

Литература:

1. <https://www.sk.kz/upload/iblock/3f5/3f5f8e2087688517bcc667eeebc82630.pdf>.
2. ПО Realsolar <https://realsolar.ru/on-line-calc/>.
3. Каталогные данные по оборудованию <https://realsolar.ru/solar-station/>
4. <https://rfc.kegoc.kz/vie/prices/fixed-rates>
5. Коннекторы и кабели для солнечных батареи. URL: <http://atscom.kz/ru/konnektory-i-kabeli-dlya-solnechnyh-batarei>.
6. Стребков, Д. С. Солнечные электростанции: концентраторы солнечного излучения: учеб. пособие для вузов / Д. С. Стребков, Э. В. Тверьянович; под ред. а. — 2-е изд., испр. — М.: Юрайт, 2020. — 265с
7. Куатова, Д. Я. Экономика предприятия: Практикум / Д. Я. Куатова; МиН РК; КазЭУ им. Т. Рыскулова. — Алматы: Экономика, 2005. — 106с.

Повышение производительности автопоездов в условиях распределительных центров путем оснащения системой автоматического управления движением

Никифоров Олег Александрович, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Статья посвящена разработке способа повышения производительности подвижного состава. Разработана электронная система управления движением седельного автопоезда для маневрирования по территории распределительного центра с использованием спутниковых радионавигационных систем. Проведена апробация работы алгоритма методом имитационного моделирования. Проведен технико-экономическая оценка инвестиционного проекта.

Ключевые слова: седельный автопоезд, распределительный центр, GPS, автопилот.

Одной из проблем при организации перевозочного процесса на крупных распределительных центрах и логистических терминалах, является проблема осуществления погрузочно-разгрузочных и сопутствующих с ними операций.

Время простоя автомобиля при осуществлении погрузочно-разгрузочных работ составляет значительный процент от общего времени работы грузовых автомобилей. Особенно велик удельный вес этого времени при характерных для грузового автомобильного транспорта перевозках грузов на малые расстояния, в том числе при осуществлении перевозок от распределительного центра до магазинов торговой сети в пределах города и области. На рисунке 1 представлена структура общего времени работы автомобиля в течение рабочего дня.

В связи с этим необходимо уделять особое внимание эффективной организации погрузочно-разгрузочных работ, при которой простой автомобилей и себестоимость перевозок будут принимать минимальные значения. На рисунке 2 показано из каких этапов состоит общее время простоя автомобиля во время погрузки и разгрузки [1].

Одна ездка грузового автомобильного транспорта складывается из следующих элементов транспортно-грузового комплекса:

- погрузка на автомобиль или автопоезд;
- пробег их от пункта погрузки до пункта разгрузки;
- выгрузка, т.е. освобождение задействованного подвижного состава от перевозимого груза.

По окончании разгрузки автомобиль (автопоезд) совершает пробег без груза к тому же или к другому месту погрузки, где первая ездка его заканчивается.

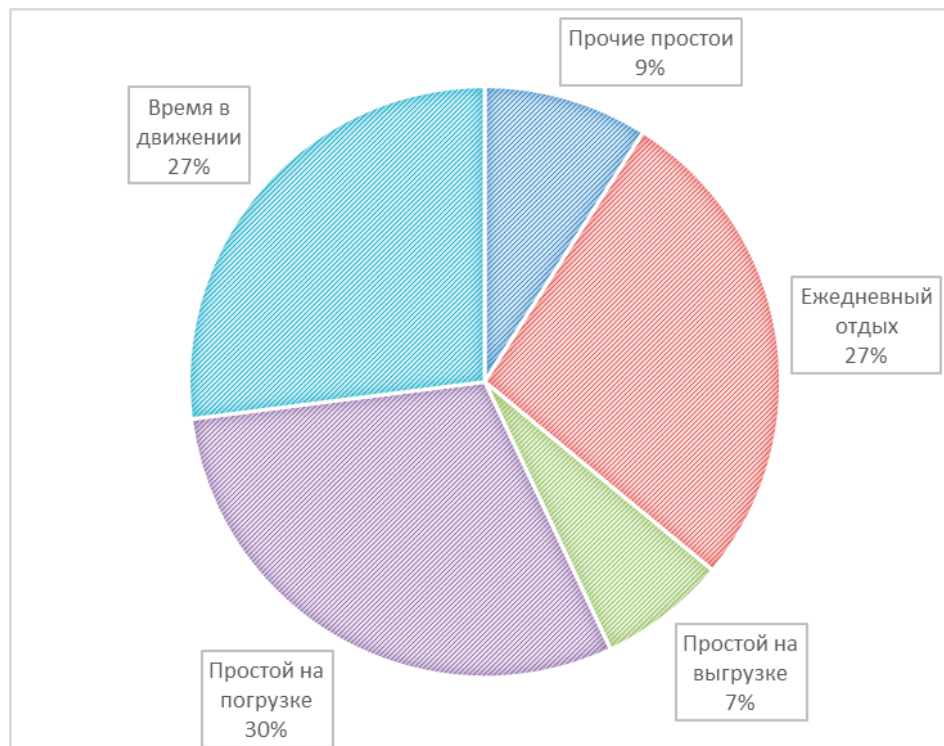


Рис. 1. Структура общего времени рейса грузового автотранспорта



Рис. 2. Распределение времени при организации погрузочно-разгрузочных работ в условиях РЦ

В качестве способа повышения производительности подвижного состава, в частности седельных автопоездов, было предложено автоматизировать процесс маневрирования автомобиля при движении по территории распределительного центра, то есть от контрольно-пропускного пункта до места проведения погрузочно-разгрузочных работ.

В рамках научного исследования проводилось моделирование движения седельного автопоезда по территории распределительного центра Магнит АО «Тандер» (Адрес. 187033, д Ям-Ижора, р-н Тосненский, ул. Тельмана, д. 1).

В ходе проведенного анализа было установлено, что на данный момент не существует готового технического решения [2]. В связи с этим было предложено самостоятельно разработать систему, позволяющую автоматизировать процесс движения седельного автопоезда.

С целью минимизации начальных затрат было принято решение начать разработку систему методом имитационного моделирования [3, 4].

На первоначальном этапе была разработана схема взаимодействия программно-аппаратных частей системы. После чего были составлены математическая модель седельного автопоезда и модель прогнозирования траектории движения. Для апробации работы системы применялся программный пакет Matlab Simulink.

При движении по прямолинейной траектории максимальное отклонение составило $E_{max} = 0,03$ м, среднее квадратичное отклонение $\sigma = 0,01$ м. Для полуприцепа: $E_{max} = 0,02$ м, $\sigma = 0,01$ м. При движении по криволинейной траектории погрешность возрастает при резком изменении направления движения. Для тягача максимальное отклонение составило $E_{max} = 0,1$ м, среднее квадратичное отклонение $\sigma = 0,04$ м. Для полуприцепа: $E_{max} = 0,09$ м, $\sigma = 0,03$ м.

На основании анализа результатов проведенного эксперимента можно сделать вывод о достаточной работоспособности разработанной системы управления.

Также стоит отметить, что в результате моделирования движения автомобиля по одному из путей на территории распределительного центра, было получено сокращение времени маневрирования на 40% (с 1 часа до 36 минут).

В ходе технико-экономического анализа было проведено сравнение работы базового седельного автопоезда и автопоезда, оснащенного электронной системой управления движением (таблица 1).

Таблица 1. Исходные данные для проведения технико-экономического анализа

Наименование	Значение после установки системы	Значение до установки системы
Тип и марка автомобиля	Scania G410 + п/п Schmitz SCS EB	
Грузоподъемность, т	33	
Вид топлива	Дизельное	
Стоимость подвижного состава, руб	13400000 (с учетом стоимости установленной системы, равной 400 тыс. р.)	13000000
Время, затрачиваемое на маневрирование и погрузочно-разгрузочные работы, ч.	0,6	1
Расстояние перевозки, км	40	

После проведения расчетов было замечено увеличение расходной составляющей, однако, за счет увеличения производительности подвижного состава произошло снижение себестоимости перевозки (таблица 2–3).

Таблица 2. Показатели транспортной работы подвижного состава

Наименование	Значение после установки системы	Значение до установки системы
Грузооборот, т	44857	37167
Транспортная работа, т.-км	1794290	1486697

Таблица 3. Годовая сумма затрат и структура себестоимости

Статьи затрат	Годовая сумма затрат после установки системы, руб	Себестоимость единицы транспортной работы, руб./т-км	Годовая сумма затрат до установки системы, руб	Себестоимость единицы транспортной работы, руб./т-км
Амортизационные отчисления	1 675 000	0,93	1 625 000	1,09
Расходы на топливо	1492523	0,83	1236662	0,83
Расходы смазочные материалы	298505	0,17	247332	0,17
Расходы на ремонт	32000	0,02	30000	0,02
Затраты на шины	358858	0,20	297339	0,20
ФОТ	2644200	1,47	2644200	1,78
Накладные расходы	793260	0,44	793260	0,53
Итого	7 294 345	4,07	6 873 793	4,62

Анализ финансовых показателей работы единицы подвижного состава также показал положительные результаты (Таблица 4).

Таблица 4. Сводная ведомость финансовых показателей

Наименование показателя	Значение автомобиля с системой	Значение автомобиля без системы
Выручка от реализации	10 765 738 руб.	8 920 183 руб.
Чистая прибыль	3 471 393 руб.	2 046 389 руб.
Рентабельность	48%	30%

Срок окупаемости инвестиционного проекта составил около 4 месяцев.

Выводы

Таким образом, оснащение седельного автопоезда электронной системой, позволяющей автоматизировать процесс маневрирования по территории распределительного центра, позволяет повысить производительность подвижного состава, что оказывает положительное влияние на финансово-экономические показатели работы торговой сети. Помимо этого, стоит отметить улучшение психофизиологического состояния водителей, вследствие снижения нагрузки в процессе управления транспортным средством, что в конечном счете влияет на безопасность дорожного движения.

Литература:

1. Макеев В. Н. и др. Влияние продолжительности простоя на производительность подвижного состава // Лесотехнический журнал. — 2013. — № 1 (9), 198 с.
2. Никифоров О. А. Анализ систем помощи при парковке грузового автотранспорта в условиях дефицита визуальной информации // Актуальные проблемы современного строительства: сборник научных трудов студентов, аспирантов и молодых ученых. В 2 ч.; Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2020. Ч. 2. 232 с.
3. Щербаков В. С. Моделирование и визуализация движений механических систем в MATLAB. Омск: Изд-во СибАДИ, 2007. 88 с.
4. Духанов А. В., Медведева О. Н. Имитационное моделирование сложных систем. Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2010. 115 с.

Анализ определения источника жидкости в газодобывающей скважине месторождений Северного и Восточного Бердаха

Носиров Сирожиддин Боходирович, студент магистратуры;
Махмудов Хамиджон Фузайлиевич, старший преподаватель;
Таубалдиев Азамат Аскарлович, студент

Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова (Узбекистан)

В статье рассматриваются факторы определения источника поступления жидкости в эксплуатационные скважины месторождения Северный Бердах и описываются методы определения источников жидкости и рекомендации для повышения эффективности работы газодобывающих скважин путем удаления жидкости с забоя.

Ключевые слова: скважина, эффективность работы, удаление жидкости с забоя, водный и конденсатный фактор.

Месторождение Северный Бердах открыто в 2004 году, первооткрывательницей его явилась скважина № 2, в которой при испытании интервала 2644–2640 м в среднеюрских отложениях получен приток газа дебитом $Q_{г,10}=70,5$ тыс. м³/с, введено в эксплуатацию 27.12.2005 года. Месторождение многопластовое, характеризуется сложным геологическим строением, что обусловлено развитием в разрезе различных фациально-невыдержанных литологических типов пород–песчаников, алевролитов и глин. Коллекторами являются отдельные пласты

в виде линз песчаников, которые неравномерно распространены по площади и по разрезу продуктивной толщи.

Месторождение многопластовое, характеризуется сложным геологическим строением, что обусловлено развитием в разрезе различных фациально-невыдержанных литологических типов пород–песчаников, алевролитов и глин. Коллекторами являются отдельные пласты в виде линз песчаников, которые неравномерно распространены по площади и по разрезу продуктивной толщи.

Таблица 1. Растворимость воды и углеводородного конденсата в природном газе месторождений Северного и Восточного Бердаха

Скважина № 38 Северный Бердах					
Диам. шайбы mm	Давлн. на головке kgc/cm ²	Расход газа 10.м ³ /d	Пластовое давление kgc/cm ²	Депрессия на пласт kgc/cm ²	Скорость газа на забое m/s
12,0	62,44	74,10	92,07	15,35	3,65
10,0	65,30	65,50		12,45	3,09
8,0	69,23	51,37		8,45	2,29
Условия сепарации		Выход жидкости		Сод.С5+в в газо-сепар g/m ³	Сод.С5+в в добыв. газ g/m ³
Р kgc/cm ²	Т°С	q к g/m ³	q в cm ³ /m ³		
58	27	16,41	27,80	16,41	23,85
57	25	17,06	20,70	17,06	25,52
56	23	18,08	13,70	18,08	27,53
Скважина № 29 Восточный Бердах					
Диам. шайбы mm	Давлн. на раб.ре- жиме kgc/cm ²	Расход газа 10.м ³ /d	Пластовое давление kgc/cm ²	Депрессия на пласт kgc/cm ²	Скорость газа на забое m/s
12,00	29,31	56,06	146,24	108,59	5,43
10,00	39,47	53,35		97,67	3,95
8,00	54,39	48,28		80,81	2,60
Условия сепарац.		Выход жидкости		Сод.С5+в в газо-сепар g/m	Сод.С5+в в добыв. газ g/m ³
Р kgc/cm ²	Т°С	q к g/m ³	q в cm ³ /m ³		
25	25	73,61	78,00	18,86	92,47
24	23	76,24	14,52	19,87	96,11
23	21	77,45	-	20,47	97,92

Анализ исследования скважины № 38 показывает следующее:

В таблице 1 приведены данные промысловых исследований по определению водного и конденсатного фактора по скважинам месторождения Восточного и Северного Бердаха. Из таблицы видно, как углеводородный конденсат выделяется из газа вследствие изменения давления в скважине.

Если даже скорость течения газа достаточна для удаления сконденсировавшейся влаги, в том месте ствола скважины, где она впервые появилась, могут возникнуть проблемы, связанные с коррозией. Конденсированную воду можно легко идентифицировать по тому признаку, что она имеет гораздо меньшее содержание солей по сравнению с пластовой водой или вообще их не содержит. Обычно мы предполагаем, что вода, находящаяся в паровой фазе до конденсации, является чистой.

При исследовании скважины с 12 мм штуцером давление на устье скважины составило 62,44 кгс/см², пластовое давление 92,07 кгс/см², депрессия на пласт 15,35 кгс/см², скорость газа на забое 3,65 м/с, расход объема газа составило 74,101 м³/сутки. Выделение газового конденсата составило 7,44 г/м³. Объем воды составило 27,80 см³/м³. Содержание влаги после сепаратора составило 16,41г/м³. Содержание воды в добываемом газе составило 23,85 г/м³.

При исследовании скважины с 10,0 мм штуцером давление на устье скважины составило 65,30 кгс/см², пластовое давление 92,07 кгс/см², депрессия на пласт 12,45 кгс/см², скорость газа на забое 3,09 м/с, расход объема газа составило 65,50 м³/сутки. Выделение газового конденсата составило 8,46 г/м³. Объем воды составило 20,70 см³/м³. Содержание влаги после сепаратора составило 17,06 г/м³. Содержание воды в добываемом газе составило 25,52г/м³.

При исследовании скважины с 8 мм штуцером давление на устье скважины составило 69,23 кгс/см², пластовое давление 92,07 кгс/см², депрессия на пласт 8,45 кгс/см², скорость газа на забое 2,29 м/с, расход объема газа составило 51,37 м³/сутки. Выделение газового конденсата составило 9,45 г/м³. Объем воды составило 13,70 см³/м³. Содержание влаги после сепаратора составило 18,08 г/м³. Содержание воды в добываемом газе составило 27,53 г/м³.

При исследовании скважины **38,29** в маленьких диаметрах штуцеров получили результат уменьшение поступления жид-

кости и увеличение газового конденсата, а также снижение депрессии на пласт. Расход добычи газа уменьшилось, но продолжительность эксплуатации скважины увеличилось.

Выводы:

1. По мере падения пластового давления объемы конденсирующейся воды в лифтовой колонне увеличиваются. Поскольку при снижении пластового давления дебит газа уменьшается, мы сталкиваемся с ситуацией, когда уменьшение дебита газа сопровождается увеличением количества жидкости, в результате чего неизбежно происходит скопление жидкости.

В промысловых исследованиях по определению водного и конденсатного факторов скважин № 38 месторождений Северного Бердаха и скважины № 29 месторождений Восточного Бердаха тоже можно наблюдать похожую закономерность (таблица. 1)

2. Фактические технологические показатели отличаются от проектных, причиной является обводнение продукции газодобывающих скважин пластовой водой. Продвижение воды в процессе разработки залежей ускоряется за счет высоких депрессий, на пласт. Обводнение продукции газодобывающих скважин пластовой водой является обычным явлением в промышленной практике для месторождений Устьюртского региона с высокой водонасыщенностью коллекторов, где, как показывают первичные исследования при опробовании разведочных скважин, вода изначально присутствует в добываемом газе.

3. На основании результатов проведенных ранее промысловых исследований работы газовых скважин выявлено, что следствием обводнения призабойной зоны пласта как пластовой, так и конденсационной водами являются размыв порового цемента, вынос пластового песка и образование отдельных каналов повышенной проводимости. При этом на забое происходит образование песчаных пробок, которые находятся на забое в псевдосжиженном состоянии. Постепенно накапливаясь, песчано-глинистая пробка перекрывает интервал, что существенно влияет на снижение дебита скважины.

4. Предлагается эксплуатации месторождений согласно проектных показателей, а также при эксплуатации месторождении использовать наиболее маленьких диаметров штуцеров. Кроме того, использовать пласт невысокими депрессиями.

Литература:

1. Ли Дж., Никенс Г., Уэллс М. Эксплуатация обводняющихся газовых скважин. Технологические решения по удалению жидкости из скважин. Учебник. М.: ООО «Премиум инжиниринг». 2008, 384 с.
2. Бейли Б., Краптри М., Тайри Дж., и др. Диагностика и ограничения водопритоков. США: «Ойлфилдревью». 2010, 24 с.
3. Григулецкий В. Обводнение месторождений — коренной вопрос современности российской нефтегазовой отрасли. «Международная выставка Нефть и газ» М.: РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина. 2007, 32–36 стр.
4. Прахова М.Ю., Краснов А. Н., Хорошавина Е. А. Способ диагностирования обводненности газовых скважин. Журнал «SOCAR Proceedings» Уфа: «Oil Gas Scientific Research Project» Institute. 2016, № 3, 19–26 стр.
5. Епрынцева А. с. «Разработка технико-технологических решений по эксплуатации скважин газовых месторождений на стадии падающей добычи». Автореферат. Тюмень: Издательства «Вектор Бук». 2012, 24 с.

Применение генетического алгоритма оптимизации при компенсации реактивной мощности

Утюж Татьяна Игоревна, студент

Научный руководитель: Воронин Вячеслав Андреевич, старший преподаватель
Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева (г. Кемерово)

В статье рассмотрены применения эволюционных алгоритмов оптимизации при размещении компенсирующих устройств в электроэнергетических системах, а также приведен сравнительный анализ классических методов и эволюционных алгоритмов.

Ключевые слова: генетический алгоритм, решение, локальный экстремум, оптимальное решение, алгоритм, компенсация реактивной мощности

Максимальная экономия энергетических ресурсов на сегодняшний день является одной из наиболее актуальной задачи в энергетике. Эта задача сводится к снижению потерь электроэнергии. В настоящее время качество электроэнергии в сети становится серьезной проблемой, которую необходимо изучить, чтобы добиться надежной системы электроснабжения. Компенсация реактивной мощности системы является одним из решений. Такая компенсация влияет не только на устойчивость системы, но и на ее надежность, что в настоящее время является приоритетом для получения качественной и надежной электроэнергии.

Проблемы с реактивной мощностью всегда связаны с уровнем напряжения, коэффициентом мощности, потерями и стабильностью мощности системы.

Различные задачи математического моделирования и математической статистики сводятся к экстремальным задачам, то есть к нахождению экстремума некоторой функции. Из-за некоторых определенных особенностей такие задачи формируют определенный класс целевых функций. Эволюционные алгоритмы можно отнести к «nature inspired» процессам, иными словами, «позаимствованным у природы». Эти алгоритмы используются при комбинаторной оптимизации. [2]

Эволюционные алгоритмы — это методы стохастического поиска, которые имитируют естественную биологическую эволюцию и (или) социальное поведение, разновидности. Такие алгоритмы были разработаны, чтобы прийти к почти оптимальным решениям в крупномасштабных задачах оптимизации, для которых классические математические методы не подходят из-за больших погрешностей.

Использование алгоритмов оптимизации позволяют определить вариант компенсации, при которых потери в СЭС будут минимальны или позволяют определить варианты расположения устройств компенсации реактивной мощности в сети.

Большое количество алгоритмов оптимизации обязательно поднимает вопрос о лучшем алгоритме оптимизации. Конечно, если существует оптимальный алгоритм оптимизации, то все остальные алгоритмы были бы излишними. Но универсального алгоритма оптимизации, который может решить все проблемы в энергосистеме, возникающие на практике, не существует. Все известные алгоритмы оптимизации в настоящее время могут быть использованы без ограничений только в конкретных областях. По характеру конкретной проблемы два различных алгоритма могут предложить несколько решений. Рассмотрим

один из наиболее популярных алгоритмов оптимизации компенсирующих устройств в электроэнергетике: генетический алгоритм.

Первый эволюционный алгоритм в литературе был представлен в виде генетического алгоритма (ГА). [1] ГА был разработан на основе дарвиновских принципов «выживания наиболее приспособленных» и естественного процесса эволюции через воспроизводство. ГА продемонстрировал способность почти всегда находить оптимальные решения во многих проблемах техники. Несмотря на свое преимущество, ГА может потребовать длительное время для обработки результатов при поиске оптимального решения для развития. В попытке сократить время обработки результатов и улучшить качество решений, были предложены улучшения ГА, а также разработаны новые ЭА: от алгоритма имитации роста растений и алгоритма прямого поиска до алгоритма поиска кукушки и алгоритма цветочного опыления.

При сравнении классических методов и ЭА важно сказать, что наиболее фундаментальное различие между этими алгоритмами оптимизации состоит в том, что классическая оптимизация может найти только локальный экстремум, а ЭА пытается найти глобальный экстремум. ЭА не всегда находят глобальный экстремум, но находят достаточно хорошие решения, которые близки к глобальному.

Классические алгоритмы не имеют возможности избежать первого локального экстремума, который они находят, потому что они не допускают ухудшения качеств. ЭА, в отличие от классической оптимизации, имеют возможность уйти от этого локального экстремума и продолжить поиск наилучшего варианта.

ГА является интеллектуальной формой метода проб и ошибок, и основан на улучшении приспособленности биологических систем.

ГА работает со случайной совокупностью решений (хромосомы), которые состоят из множества элементов — *ген*. Пригодность каждой хромосомы определяется путем сравнения его с целевой функцией — *приспособленность живого организма*. При имитации естественного выживания наиболее приспособленного процесса, лучше всего хромосомы обмениваются информацией (через кроссовер или мутацию) для получения хромосом потомства. [3]

При применении данного алгоритма к задаче распределения избыточной реактивной мощности Q_k между узлами n разомкнутой распределительной сети по критерию минимальных по-

теперь $\Delta P_{q_{kv}}$, оптимальным решением будет являться подмножество значений, которое удовлетворяет условие:

$$\sum_{i=1}^n q_{kv} \leq Q_k$$

В основном, данный алгоритм реализуется на базе Mathcad, где целевая, как было уже сказано ранее, является *приспособленностью живого организма*, а оптимальное решения эквивалентно понятию *фенотип*. Мощность компенсирующего

устройства в *i-м* узле преобразуется в *хромосому* при помощи функции кодирования. Функция декодирования восстанавливает решение обратным преобразованием. [2]

Решение поставленной задачи сводится к нахождению экстремума некоторой *функции приспособленности* из допустимых значений мощностей компенсирующих устройств — *популяций*.

Для наглядности приведу обобщенную блок-схему генетического алгоритма при поиске оптимального размещения компенсирующих устройств в сети (рис. 1).

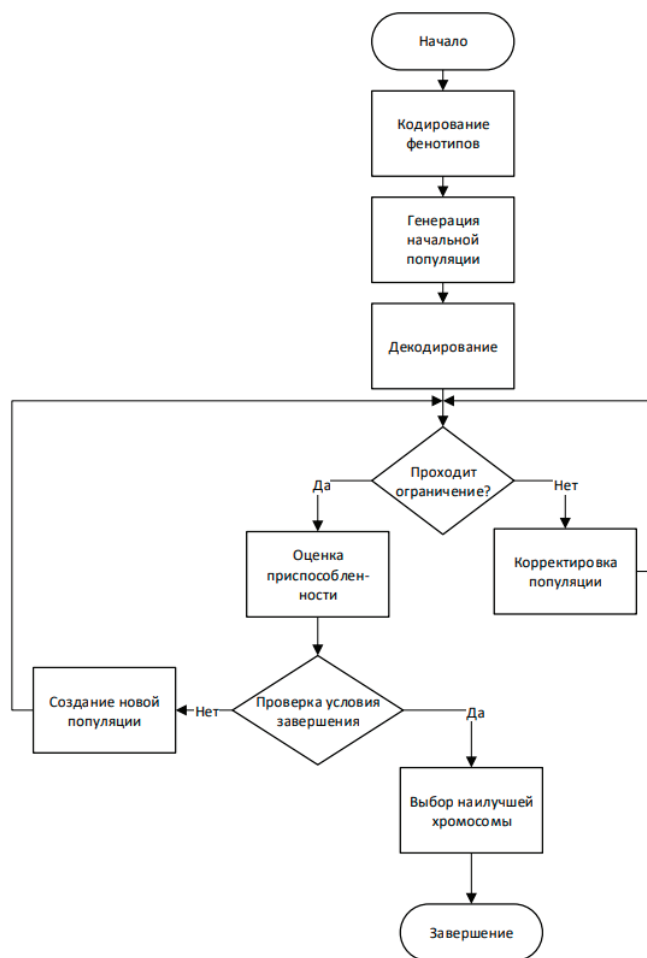


Рис. 1. Блок-схема генетического алгоритма

ГА, используемый в энергетике, представляет собой устойчивое состояние (потомок заменяет худшую хромосому, только если она лучше) и кодируется вещественно (переменные представлены действительными числами).

Соответственно, для значений, которые находятся в пределах 9–10% от всех возможных решений, мы можем получить решения, которые удовлетворяют требованиям поиска. Данный алгоритм значительно сокращает время вычислений и дает значительно точные показатели. [4]

Для достижения энергоэффективности и повышения надежности в промышленных сетях необходимы различные подходы при оптимизации сети. Эволюционные методы позволяют улучшить технико-экономические показатели сетей и улучшить показатели сети в целом.

В наше время технологии достаточно активно интегрируются во все сферы жизни, и энергетика не является исключением. Для достижения энергоэффективности в промышленных сетях, проектируемых инженерами, были разработаны различные методы математического программирования, главный критерий которых — оптимальность. Это показатель, оценивающий эффективность затрачиваемых ресурсов, отрабатываемых при использовании данного решения.

Математические постановки реальных задач выводятся при определенных предположениях и даже с этими предположения, решение в крупномасштабных энергосистемах непросто. Есть много неопределенности в проблемах энергосистемы, потому что мощности системы большие, сложные и географически широко распределены. Поэтому получить решение на глобальном

уровне достаточно сложно и решение математической оптимизации ищется обычно на местном уровне. Эти факты затрудняют эффективное решение многих проблем энергосистемы только через строгие математические формулировки.

В данной статье был рассмотрен один из наиболее известных методов оптимизации размещения компенсирующих

устройств — генетический алгоритм. Можно выделить следующие достоинства этого метода: возможность параллельной работы с несколькими альтернативными решениями; высокая скорость сходимости к точке экстремума; работа не только с непрерывными, но и дискретными переменными, а также с многоцелевыми задачами. [5]

Литература:

1. Holland J. Adaptation in natural and artificial systems. Ann Arbor, MI: University of Michigan Press; 1975.
2. Vasiljevic D. Classical and Evolutionary Algorithms in the Optimization of Optical Systems. Springer, Boston, MA; Kluwer Academic Publishers 2002. Pages 279.
3. Влацкая Л. А., Семенова Н. Г., Применение генетических алгоритмов в задачах оптимизации размещения компенсирующих устройств // Электротехнические системы и комплексы. 2019. № 4(45). С. 21–28
4. Кремер О. Б., Подвальный С. Л. Программная реализация решения оптимизационных задач методом генетического алгоритма // Вестник ВГТУ. 2017. С. 23–24
5. Нелюбов В. М., Пилипенко О. И. Электрические сети и системы: учеб. пособие. / Оренбургский гос. ун-т. Оренбург: ОГУ, 2018. 188с

Analysis of energy resources of renewable energy sources and the possibility of their use during drilling operations

Espinosa Lamar Andres, student master's degree program
Azerbaijan State University of Oil and Industry (Baku)

The article discusses renewable energy sources, their development and application in the oil and gas industry. Renewable energy sources, which include biomass, hydropower, solar energy, geothermal water and wind, can replace fossil fuels, reduce dependence on imported fuels, and reduce emissions of greenhouse gases and other harmful substances.

Keywords: renewable energy sources, biomass, hydropower, solar energy, geothermal water, wind energy.

Анализ энергоресурсов возобновляемых источников энергии и возможности их использования при буровых работах

Эспиноса Ламар Андрес, студент магистратуры
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности (г. Баку)

В статье рассматриваются возобновляемые источники энергии, их развитие и применение в нефтегазовой отрасли. Возобновляемые источники энергии, включая биомассу, гидроэнергетику, солнечную энергию, геотермальную воду и ветер, могут заменить ископаемое топливо, снизить зависимость от импортного топлива и сократить выбросы парниковых газов и других вредных веществ.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, биомасса, гидроэнергетика, солнечная энергия, геотермальная вода, энергия ветра.

Several decades ago, many foreign politicians and economists decided to stimulate the development of renewable energy. More than 80 states of different geographic location, different levels of material well-being, with different amounts of fossil hydrocarbons consider the development of alternative energy as one of the priority state tasks.

In 108 countries of the world, the development of alternative energy is declared as a national strategy. More than half (56%) of the increase in global power generation capacity was provided by renewable energy sources in 2013. [1]

World energy production from wind, solar, biomass and waste, geothermal energy, small hydropower and ebb and flow in 2014 is es-

timated at 9.1% of total global electricity production, up from 8.5% in 2013, which is equivalent to savings emissions 1.3 gig tons CO₂.

There are several types of renewable energy sources, some are classified as renewable sources. Some scientists refer to them as traditional energy sources, while others refer to them as renewable energy sources. Let's take a quick look at each type.

The energy of the ebb and flow is the kinetic energy of the earth's rotation. It is the only form of energy that comes directly from the system of interactions between the Moon and the Earth, and, to a lesser extent, from the system of relations between the Earth and the Sun. These forces and the rotation of the Earth are powerful natural energy generators. Tidal generators are believed to be more environmentally friendly and have less impact on ecosystems. Today, tidal energy is not widely used, but scientists predict its high potential for future power generation, as tidal energy flows are more predictable than wind and solar energy.

The use of wave energy is associated with the transportation of the energy of ocean surface waves, for the production of electricity, desalination of water or pumping water (to reservoirs). The use of wave energy is somewhat difficult due to the unpredictability of the direction of the wave, in this it differs from the stable flow of energy of the ebb and flow. This is the limiting factor in its use. Energy converters of waves (energy generators) are used in Europe; where already in 1890 there were the first attempts to convert wave energy. The world's first commercial power plant based on the generation of wave energy, based in Portugal. This technology is also used in the United States of America, for example, there is the Pacific Northwest Cooperative, which produces electricity in Reedsport, Oregon. Ocean buoys create mechanical energy as waves rise and fall, which is converted into electricity.

Photovoltaic energy sources use solar energy. This is a fast growing technology. Specialists working in this field have learned how to regulate the required speed and intensity of the flow of solar energy. Solar energy technologies are being optimized. [2]

Converting wind energy into a useful format such as electricity or mechanical energy is done with wind turbines.

Although wind only produces about 1.5% of the world's electricity, this energy sector is growing rapidly. The International Wind Energy Council predicted an increase in the share of global wind energy production to 12% by 2020.

Since 2008, Europe has been actively developing the use of offshore wind energy.

Geothermal energy are using natural processes. It can be applied on a micro scale to provide a specific temperature for the air in a home (geothermal heat pump), or on a very large scale — generating power through a geothermal power plant. Geothermal energy does not require any fuel and therefore is not subject to fluctuations in the cost of the resource, but the capital costs are quite high — drilling wells is financially expensive.

Biomass refers to a biological material. This can be rubbish, old trees and branches, wood chips, biodegradable waste that can be burned as fuel. Any plant culture can be biomass. Biomass energy production is a growing industry because it (biomass) is an inexhaustible source of energy and is economically viable. In the United States of America, biomass accounts for approximately 0.5% of the US electricity supply. This fact reduces the country's dependence on oil by more than one million barrels a year.

The use of these sources during drilling operations will reduce the cost of power supply to drilling facilities and determine the options for use and the type of energy source and equipment used.

Interfacing renewable energy sources with rig power systems should not pose any insurmountable difficulties.

At this stage of technical development, it is impossible to talk about the complete replacement of traditional energy sources when drilling wells. Now it is possible to partially use these sources using traditional ones.

At the moment, the cheapest of these sources is wind, which is common everywhere.

Most regions experience significant seasonal variations in wind flows.

In regions that are promising for the use of wind power plants, the average annual wind speed should be from 5–6 m/s and more.

The territory of Ecuador has significant wind energy resources. The use of wind energy will significantly reduce the cost of energy supply for drilling operations, reduce fuel consumption and the cost of purchasing and delivering it.

Obtaining solar energy for power supply of well drilling encounters a number of difficulties due to the relatively small value of the solar constant.

The flow of solar energy on the Earth's surface is highly dependent on latitude and climate. In different places, the average number of sunny days per year can vary greatly. Solar energy needs large areas. Solar power plants may not operate at night and are inefficient in the morning and evening hours. The capacity of the power plant depends on the changing weather. Another disadvantage is the high cost, as well as insufficient efficiency of solar cells.

In actually operating structures with heterojunctions, the efficiency reaches today no more than 30%, and in homogeneous semiconductors such as monocrystalline silicon — up to 18%.

The efficiency of photovoltaic cells is significantly reduced when they are heated, so there is a need to install cooling systems, usually water, which further increases the cost of electricity generated.

These problems are common for all solar panels in general.

As for the use of solar batteries in drilling, well drilling operations are of a mobile nature with constant relocation of the main electrical receivers. The equipment is operated in various climatic conditions in the open air, there are frequent significant mechanical influences, which creates significant complications in the organization of power supply, and, the use of fragile solar panels today, with this mode of operation, will be accompanied by insurmountable difficulties.

The use of biomass for energy supply for drilling operations is considered a very promising direction, but for a number of reasons, today it is limited only to burning wood pulp, thereby causing irreparable harm to the ecology of the region.

The use of biofuels in drilling rigs is also fraught with various difficulties:

- limited use of biofuels;
- absorption of moisture from the atmosphere;
- a huge park of outdated equipment, where the use of fuel with a high content of biocomponent is unsuitable;
- the lack of standards for biodiesel and the absence of a real market for biofuels.

All these circumstances indicate that the use of biofuels is still at the development stage, not to mention its use for drilling wells.

Today, wind remains the most acceptable, cheap and widespread renewable energy source.

From the above, it can be concluded that in order to increase the efficiency of energy systems for drilling operations, the use of wind turbines of various capacities is a correct and reasonable decision, and in relation to these energy supply systems, hybrid wind-diesel power complexes based on renewable energy sources should be developed.

A hybrid energy supply system means the combined use of a traditional and renewable energy. In most cases, a gas generator or diesel generator is used as a traditional source of energy, and solar panels and wind power plants are used as renewable energy.

The goal of using hybrid power systems is to save expensive fossil fuels by using one or more renewable energy sources to achieve maximum performance.

With a hybrid power supply system, depending on the climatic nature of the drilling area and economic feasibility, it is possible to work according to 2 options:

1. Renewable energy sources are the main source of electricity, diesel generators are auxiliary;
2. Parallel operation of renewable energy sources, diesel and electric systems, when renewable energy sources provide part of the load, thereby unloading traditional energy sources.

Now the most dynamically developing, promising and cheapest is wind, which is ubiquitous.

Therefore, in the world energy industry, hybrid installations based on wind turbines of various capacities are most widely used. This is also explained by the relative cheapness of the generated en-

ergy and, as a consequence, by the shorter payback periods in relation to other types.

In those areas where wells are being drilled, there is one or another renewable energy source, the use of which in the power supply system of drilling operations will significantly reduce the cost of energy supply from traditional energy sources.

Analyzing a variety of renewable energy sources from the point of view of the stage of development, prospects of use, economic feasibility, climatic features of distribution, characteristics of the nature of drilling operations, etc., it can be concluded that, at the moment, the most acceptable and promising option for a hybrid power supply system drilling operations are wind-diesel power complexes, which, depending on the nature of the work, can be carried out mobile or stationary [3–5].

Conclusions

Peculiarities of drilling operations, such as remoteness from industrial centers and their power systems, mobile nature of work, uneven power consumed by drilling rigs when drilling wells and low concentration of industrial consumers do not fully allow to apply the experience of power supply to other industries.

The use of non-stationary equipment, technological features of drilling, require the development of an effective, meeting all the requirements, reliable power supply system based on renewable energy sources. The experience of using energy supply systems in other industries is of little use.

In these conditions, it becomes necessary to develop the theoretical foundations of a scientifically grounded approach to creating optimal energy supply systems that ensure efficient drilling operations based on renewable energy sources.

References:

1. Коржубаев А. Г., Соколова И. А., Филимонова И. В. Энергообеспечение стран Тихоокеанского клуба.— Новосибирск: ИЭОП СО РАН. 2012.— 344 с.
2. Крюков В. А., Токарев А. Н. Нефтегазовые ресурсы в трансформируемой экономике: о соотношении реализованной и потенциальной общественной ценности недр (теория, практика, анализ и оценки).— Новосибирск: Наука-Центр. 2007.— 588с.
3. BP Energy Outlook 2030: January 2012 www.bp.com/energyoutlook2030
4. BP Statistical Review Shows 2014 was a Year of «Tectonic» Shifts in Global Energy Production and Consumption. Information web portal. Shipbuilding. Energy. Transport 12.06.2015.
5. BP Statistical Review of World Energy. June 2015, 48 pages

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Обеспечение безопасности существующих зданий при новом строительстве

Беляева Екатерина Александровна, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В данной статье дан обзор различных факторов, влияющих на напряженно-деформированное состояние грунтового массива. Рассмотрены различные методы учета взаимного влияния вновь возводимых зданий на здания окружающей застройки. Поднят вопрос недостаточной полноты нормативной документации по ограничению величины предельно допустимых деформаций для малоэтажных зданий окружающей застройки.

Ключевые слова: геотехника, осадки зданий и сооружений, предельные деформации, дополнительные деформации, геотехническое обоснование, геотехнические факторы.

В связи с появлением крупных городов и их застройкой возникли проблемы обеспечения сохранности существующих зданий вблизи вновь возводимых. Очевидно, что новое строительство в плотной застройке центральных частей крупных городов, таких как Санкт-Петербург, чревато значительными рисками и может привести к тяжелым повреждениям соседних домов [5, с. 61]. Поэтому проблема обеспечения безопасности окружающих зданий при новом строительстве стоит наиболее остро.

Фундаменты большинства зданий возводились ленточными на естественном основании, выполненными из бутовой кладки. Несущим слоем для них являлись слабые озерно-ледниковые отложения, которые широко распространены на всей территории Санкт-Петербурга.

Так, еще в императорском Петербурге существовало своеобразное ограничение давления по подошве фундаментов: высота зданий не должна была превышать карниза Зимнего дворца. Тем не менее, печальной закономерностью для центра города являлись деформации старой малоэтажной застройки в зоне примыкания к ней зданий повышенной этажности (5–7 этажей). <...> В качестве критерия, которым следует руководствоваться при рассмотрении судебных тяжб о повреждении соседних зданий, был предложен следующий: «если при производстве постройки была соблюдена правильность технических приемов, строитель ее не отвечает за повреждения, могущие произойти в строении его соседа». Таким образом, предполагалось контролировать соответствие конструктивного решения и технологии возведения новых фундаментов накопленному опыту [1, с. 17].

Впервые ограничение дополнительных деформаций окружающих зданий было нормировано в Территориальных строительных нормах Санкт-Петербурга ТСН 50–302–96, действующих до 2004 года на основании работ профессора

С. Н. Сотникова. Он предложил руководствоваться следующим требованием [1, с. 17–18]:

$$s_{ad} \leq s_{ad,u};$$

где s_{ad} — дополнительная осадка существующего здания от загрузки соседнего участка возводимым зданием или сооружением, мм;

$s_{ad,u}$ — предельное значение дополнительной осадки, мм.

Предельно допустимые значения дополнительных деформаций были определены в зависимости от конструктивной схемы, материала стен, технического состояния здания на основе анализа результатов наблюдений за деформациями существующих зданий при возведении в непосредственной близости к ним новых зданий.

Однако эти требования учитывают значение осадки в общем, без учета отдельных технологических факторов, которые и являются основной составляющей дополнительных осадок существующих зданий.

В дальнейшем строительные нормы многократно совершенствовались, и в настоящий момент мы имеем согласно СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений» следующие ограничения предельных значений дополнительной осадки и ее неравномерности для многоэтажных и одноэтажных зданий исторической застройки — 5,0 мм и 0,0004 соответственно. При этом для неисторических бескаркасных зданий с несущими стенами из кирпичной кладки или крупных панелей представлены значения только для многоэтажных зданий (застройка домами высотой до 3-х этажей включительно [6, с. 5]). А ведь чем больше разница высот между вновь строящимся зданием и зданиями окружающей застройки, тем большее влияние новое здание оказывает на конструкции существующих.

Дополнительные осадки существующих зданий возникают в результате трех главных причин [2, с. 66]:

1. Строительно-технологические воздействия на грунты основания существующего здания — дополнительная строительная осадка;
2. Изменения напряженного состояния существующего здания при загрузении грунта новым зданием — дополнительная осадка уплотнения;
3. Воздействия технологического оборудования, размещенного в новом здании, на основания существующих зданий — дополнительная эксплуатационная осадка.

В условиях слабых грунтов Санкт-Петербурга котлован без распорных конструкций возможно устроить до глубины максимум 1,5–2,0 м. Если же он глубже, то неизбежно придется использовать распорки, подкосы, грунтовые бермы, пригрузки и прочее. Устройство всех этих конструкций сопровождается воздействиями, приводящими к разупрочнению грунтов и увеличению осадок существующих зданий даже при строгом соблюдении регламентов производства работ только на стадии разработки котлована (рис. 1, 2).

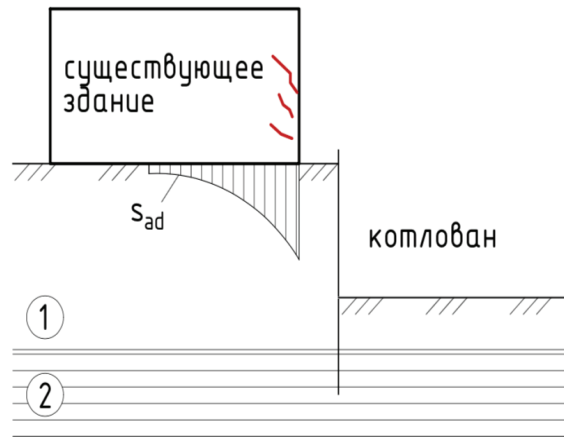


Рис. 2. Возведение нового здания рядом с существующим

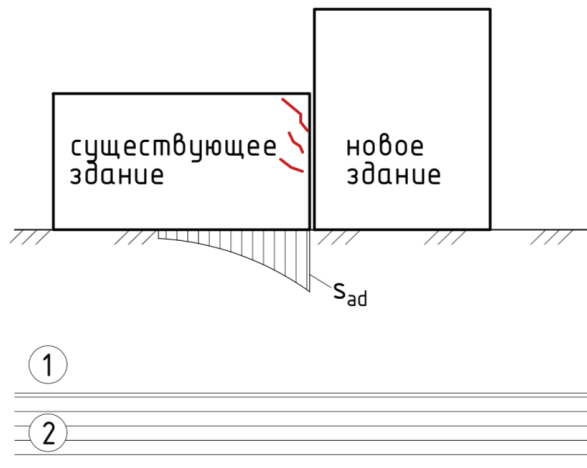


Рис. 1. Отрывка котлована вблизи существующего здания

Поэтому величину дополнительной осадки существующих зданий окружающей застройки необходимо строго контролировать. Зачастую также прибегают к использованию таких компенсационных мероприятий как: усиление тела фундаментов, усиление оснований существующих зданий по грунтоцементной технологии jet-grouting, нагнетания раствора под подошву существующих фундаментов, пересадка фундаментов на буроинъекционные сваи.

В связи со значительным количеством геотехнических технологических факторов достаточно сложно без больших экономических затрат обеспечить выполнение требований строительных норм. И по опыту строительства существует

множество случаев, когда величины деформаций превышают предельные значения, регламентированные строительными нормами [3, с. 46].

В связи с этим профессором А.Г. Шашкиным совместно с сотрудниками ООО «ПИ »Геореконструкция» был предложен следующий принцип проектирования глубоких котлованов: расчеты подземных сооружений в условиях городской застройки необходимо проводить по двум группам предельных состояний, как для самого проектируемого сооружения, так и для соседней застройки [4, с. 17].

Так, согласно [3, с. 39] количественным выражением меры риска для существующей застройки при строительстве в при-

мыкании к ней новых зданий и сооружений может служить эвристический критерий, ограничивающий дополнительные осадки городской застройки некоторым допустимым уровнем: сумма дополнительных деформаций (осадок, относительной неравномерности осадок) объекта реконструкции и/или соседних зданий (сооружений) не должна превышать предельно допустимого значения:

$$\sum_{i=0}^6 S_{ad}^i \leq S_{ad,u};$$

где $S_{ad,u}$ — величина предельно допустимой дополнительной деформации прилегающих к строительной площадке зданий, определяемая совместным расчетом здания и основания;

S_{ad}^0 — прогнозируемый прирост незавершенных деформаций от воздействий, имевших место в прошлом (для случая не стабилизированного состояния основания);

S_{ad}^i — величина дополнительной деформации объекта реконструкции и/или соседних зданий вследствие воздействия i -й группы факторов, связанных со статическим нагружением (разгрузкой) основания, изменением режима подземных вод, с технологией ведения работ, которые могут быть постоянными и временными.

Исходя из условия выполнения данных требований по результатам численных расчетов подбирается конструкция ограждения котлована и технология ее выполнения. Но несмотря на то, что предложенная геотехническим обоснованием технология обеспечивает выполнение данных требований, необходимо

учитывать и возможные ошибки на этапах возведения строительных конструкций, задержки и простои, некачественные материалы и плохо выполненные строительные работы.

Поэтому в практику геотехнических расчетов было введено понятие расчета соседней застройки по первой группе предельных состояний. Соседняя застройка должна быть рассчитана по прочности и устойчивости при воздействиях со стороны строительства подземного сооружения, связанных с неопределенными задержками во времени строительства и нарушением природной структуры грунта. При этом расчеты по первой группе предельных состояний для соседней застройки следует выполнять из условий обеспечения прочности и устойчивости несущих конструкций, исходя из их совместного расчета с основанием [3, с. 44].

На основании данных расчетов могут быть установлены новые величины предельных дополнительных деформаций и неравномерности осадок для различных сооружений, соответствующие усилиям, приводящим несущие конструкции и узлы в предельные состояния и не приводящие их в предаварийное состояние. Данные исследования можно продолжить в направлении расширения критериев предельных деформаций для малоэтажных зданий окружающей застройки.

Таким образом, учитывая все технологические факторы, сопутствующие возведению новых зданий вблизи существующей окружающей застройки в совместном расчете зданий с основаниями, возможно обеспечить требуемую безопасность строительства и сохранность существующих зданий.

Литература:

1. В. М. Улицкий, А. Г. Шашкин, К. Г. Шашкин. Геотехническое сопровождение развития городов // Достижения современной геотехники, 2010 г.с. 15–22;
2. П. И. Калугин. О проектировании оснований и фундаментов в условиях плотной застройки // Научный вестник воронежского государственного архитектурно-строительного университета. — 2016. No 1. с. 65–68;
3. А. Г. Шашкин. Основы расчета подземных сооружений в условиях городской застройки на слабых глинистых грунтах // Жилищное строительство, No 6, 2011 г.с. 39–46;
4. А. Г. Шашкин. Подземное строительство в Санкт-Петербурге. Краткий обзор технических решений // Жилищное строительство, No 9, 2016 г.с. 15–22;
5. А. Б. Фадеев, Р. А. Мангушев. Проблемы уплотнительной застройки Санкт-Петербурга // Вестник гражданских инженеров, No 4(5), 2005 г.с. 61–65.
6. СП 30–102–99. Планировка и застройка территорий малоэтажного жилищного строительства.

Определение силовых и энергетических характеристик трещиностойкости фибропенобетона

Плотникова Анна Андреевна, студент магистратуры;

Косарикова Ольга Викторовна, студент магистратуры;

Бокарев Всеволод Игоревич, студент магистратуры

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассматривается методика проведения испытаний силовых и энергетических характеристик трещиностойкости фибробетона. Испытаниям подвергались образцы-балки, изготовленные из конструкционного пенобетона, армированные стальной проволочной фиброй круглого сечения с отгибами на концах, базальтовой фиброй и полипропиленовой фиброй. Приво-

дятся диаграммы разрушения фибропенбетонных образцов и численные значения силовых и энергетических характеристик трещиностойкости, прочности на растяжение при изгибе и модуля упругости.

Ключевые слова: фибропенбетон, прочность, трещиностойкость, энергозатраты, коэффициент интенсивности напряжения, модуль упругости.

В настоящее время на кафедре технологии строительных материалов и метрологии Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета продолжается исследование свойств фибробетонов, изготовленных с применением различных видов волокон, а также изготовленных на основе различных матриц.

Хорошо известно, что дисперсное армирование бетона волокнами разного типоразмера, с разными физико-механическими характеристиками позволяет получать разнообразные фибробетоны с совершенно разными свойствами и характеристиками [1, 2, 3, 4]. При всем существующем многообразии волокон их можно классифицировать всего по двум категориям: высокомодульные и низкоимодульные. К высокоимодульным волокнам относят те волокна, модуль упругости которых выше модуля упругости тяжелого бетона, а к низкоимодульным, соответственно, те модуль упругости которых ниже модуля упругости бетона. За счет введения высоко или низкоимодульных волокон в состав бетона можно добиться повышения трещиностойкости, прочности, модуля упругости и других физико-механических характеристик. Так же изменением параметров дисперсного армирования можно управлять и свойствами фибробетонных смесей.

Суворовым И. О. под руководством д.т.н. профессора Пухаренко Ю. В. проведены исследования влияния вида и расхода армирующих волокон на усадочные деформации неавтоклавного фибропенбетона. Результаты этих исследований опубликованы в нескольких научных статьях [5, 6, 7]. В указанных работах показано, что неавтоклавный фибропенбетон обладает, по сравнению с аналогами, повышенной прочностью и ударостойкостью, низкой теплопроводностью и высокой способностью к поглощению звука. Однако, фибропенбетон имеет и ряд недостатков, основным из которых остается высокая усадка, приводящая к трещинообразованию и даже разрушению материала. В процессе проведения описываемого исследования было установлено, что высокоимодульные волокна способствуют сокращению усадочных деформаций и блокируют трещинообразование в межпоровых перегородках фибропенбетона, то есть сокращают усадку на микроскопическом уровне его структуры, а низкоимодульные волокна исключают развитие усадочных деформаций и трещинообразование на макроскопическом уровне структуры фибропенбетона. При этом, особое значение имеет дисперсность армирования [5, 6]. В указанных исследованиях проводится, в том числе, контроль усадочных деформаций образцов неавтоклавного фибропенбетона в разном возрасте и прочность на растяжение при изгибе. По представленным в публикациях результатам испытаний и сделанным выводам видно, что дисперсное армирование неавтоклавного пенбетона приводит к сокращению усадочных деформаций на 15–

24% и позволяет повысить прочность на растяжение при изгибе до 110%.

В продолжение указанных исследований авторами данной статьи, под руководством Жаворонкова М. И., были проведены испытания силовых и энергетических характеристик трещиностойкости образцов неавтоклавного фибропенбетона, а также определены его модуль упругости и прочность на растяжение при изгибе. Испытания проводились в соответствии с положениями ГОСТ 29167–91 «Методы определения характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении».

Методика ГОСТ 29167 подразумевает испытание образцов-балок на прочность на растяжение при изгибе и наблюдение за поведением образца под нагрузкой. В процессе проведения испытания следует контролировать прогиб образца и прикладываемую к нему нагрузку, а по получаемым данным строить соответствующую диаграмму. По полученным диаграммам и проведенным по ним дополнительным построениям определяются силовые и энергетические характеристики трещиностойкости, а также прочность на растяжение при изгибе и модуль упругости [8, 9].

В ходе проведения исследования было изготовлено несколько серий фибропенбетонных образцов. При изготовлении образцов принят состав пенбетона плотностью 1200 кг/м³. Использовались следующие сырьевые материалы: портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н Сланцевского цементного завода; наполнитель — доломитовая мука и кварцевый песок. Базовый состав пенбетона: портландцемент — 300 кг/м³, кварцевый песок — 480 кг/м³, доломитовая мука — 300 кг/м³; водотвердое отношение составляло 0,26 [5]. Для приготовления смеси использовался лабораторный бетоносмеситель, в котором вначале готовилась смесь портландцемента, наполнителей, фибры и воды. Смесь перемешивалась до визуально-однородного состояния, а затем в полученную смесь вводилась пена до достижения расчетной плотности смеси.

Из полученных смесей изготавливались образцы-балки размерами 70×70×280мм, которые затем проходили тепловлажностную обработку в лабораторной пропарочной камере по режиму 2+4+3 (подъем температуры до 80°С, ч; экзотермическая выдержка при 80°С, ч; охлаждение, ч). После тепловлажностной обработки образцы выдерживались в лаборатории в естественно-воздушных условиях в течении 14 суток. Перед испытаниями в образцах пропиливались начальные надрезы, как того требуют положения ГОСТ 29167.

Для дисперсного армирования применялась базальтовая фибра длиной 12мм диаметром 18мкм, представленная на рис. 1, полипропиленовая фибра Kalcifil S длиной 12 мм и диаметром 18мкм, представленная на рис. 2 и стальная анкерная фибра длиной 35мм и диаметром 0,3мм, представленная на рис. 3.



Рис. 1. Базальтовая фибра



Рис. 2. Полипропиленовая фибра Kalcifil S



Рис. 3. Стальная анкерная фибра

Для оценки степени влияния дисперсного армирования на трещиностойкость фибропенобетона все волокна вводились в состав смеси в количестве 0,3% по объему.

На рис. 4 представлена фотография поверхности одного из образцов, по которой можно визуальнo оценить качество ячеистой структуры полученного пенобетона.

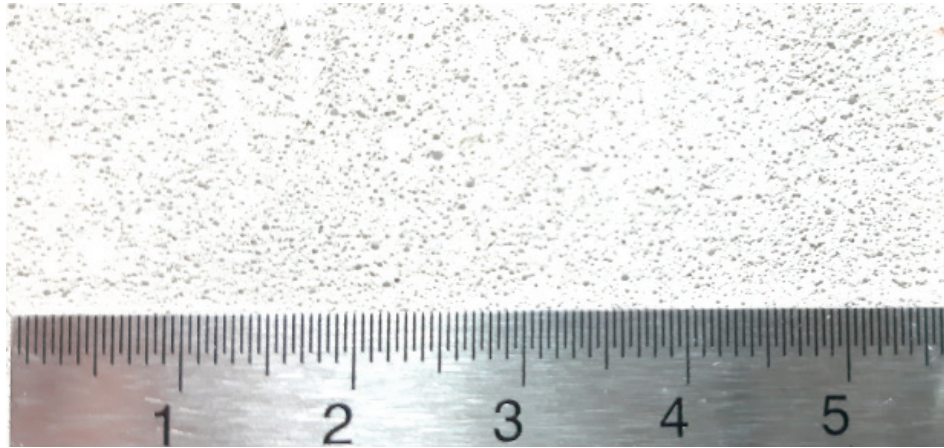


Рис. 4. Ячеистая структура изготовленного пенобетона

На рис. 5 представлена диаграмма разрушения пенобетонного образца, построенная в соответствии с положениями ГОСТ 29167.

Положения ГОСТ 29167 требуют проводить на диаграммах разрушения испытанных образцов дополнительные построения. Это делается для определения численных значений характеристик трещиностойкости испытанных образцов. На диаграмму разрушения (рис. 5) следует нанести точку С и провести через нее перпендикуляр к горизонтальной оси СН. Затем нанести точку Т и соединить ее отрезком ОТ с началом координат. Отрезок ОТ должен совпадать с линейно возрастающим участком диаграммы разрушения образца. После этого следует провести линию СА, параллельную линии ОТ. Так же следует провести отрезок ДК, который представляет собой перпендикуляр к горизонтальной оси, проведенный через точку D диаграммы разрушения образца, которая показывает окончание процесса испытания образца. Дополнительные построения образуют фигуры ОТСА, АСН и НСДК, площади этих фигур характеризуют, соответственно, энергозатраты на процессы развития и слияния микротрещин до формирования

магистральной трещины статического разрушения, энергозатраты на упругое деформирование до начала движения магистральной трещины статического разрушения и энергозатраты на локальное статическое деформирование в зоне магистральной трещины. Кроме того, по координатам точек Т и С определяется прочность испытанного образца на растяжение при изгибе, J-интеграл, коэффициент интенсивности напряжений и модуль упругости. На рис. 6 представлены фотографии разломов испытанных образцов.

По представленным на рис. 6 фотографиям видно, что во всех случаях, кроме неармированного образца, в разломе образца видны армирующие волокна. Существует классификация механизмов разрушения фибробетона, в соответствии с которой, его разрушение может сопровождаться вытягиванием волокон из матрицы или их обрывом, так же возможно сочетание обоих процессов. Обрыв волокон происходит при достаточно высокой прочности сцепления волокон с матрицей и/или при достаточно высоком отношении длины волокон к их диаметру, а вытягивание, соответственно, в обратном случае. Наличие свободных концов волокон в разломах образцов сви-

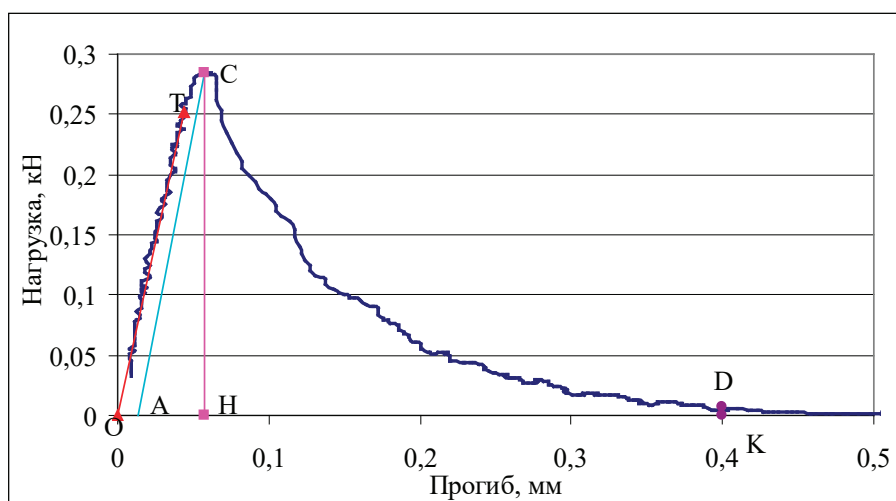


Рис. 5. Диаграмма разрушения пенобетонного образца с дополнительными построениями

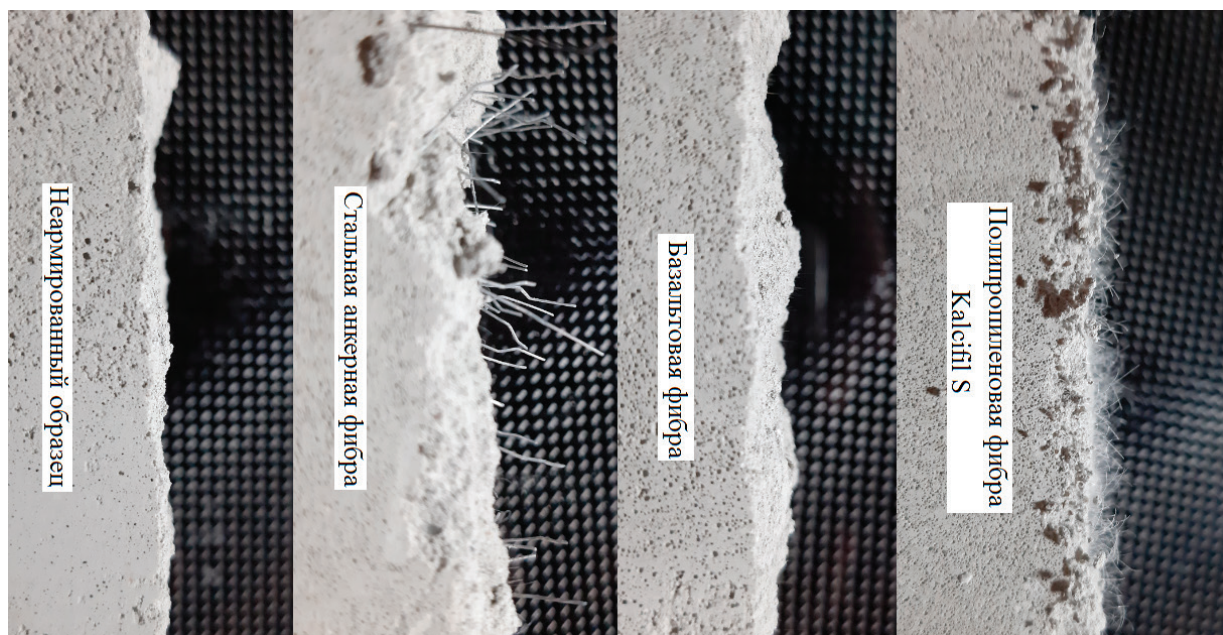


Рис. 6. Поверхности разломов испытанных образцов

детельствует об их вытягивании, а не об обрыве. Механизм разрушения фибробетона, можно проследить по энергозатратам на различных этапах деформирования и разрушения.

На рис. 7 представлены диаграммы разрушения фибропенобетонных образцов.

На рис. 8 представлены начала тех же диаграмм, для более детального рассмотрения зон упругих деформаций образцов.

По представленным рисункам видно, что каждому виду армирующих волокон соответствует несколько диаграмм разрушения. Это позволяет оценить повторяемость результатов испытаний в рамках каждой серии образцов

Численные значения силовых и энергетических характеристик трещиностойкости, модули упругости и прочности на растяжение при изгибе определенные как средние арифметические в каждой серии образцов приведены в таблице 1.

В таблице 1 представлены численные значения эффективных энергозатрат на статическое разрушение, они определяются, в основном, по площади фигуры NSDK. Видно, что в наибольшей степени на эту характеристику повлияла стальная анкерная фибра, в меньшей степени — полипропиленовая фибра Kalcifil S. Это объясняется тем, что такие волокна, при разрушении фибропенобетона, вытягиваются из матрицы, вос-

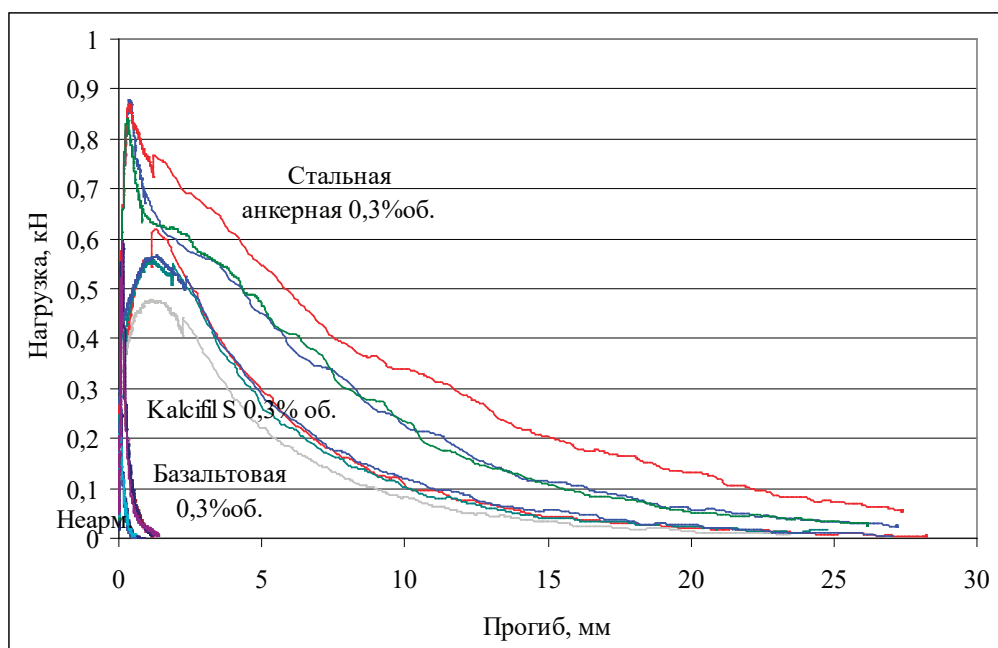


Рис. 7. Диаграммы разрушения испытанных образцов

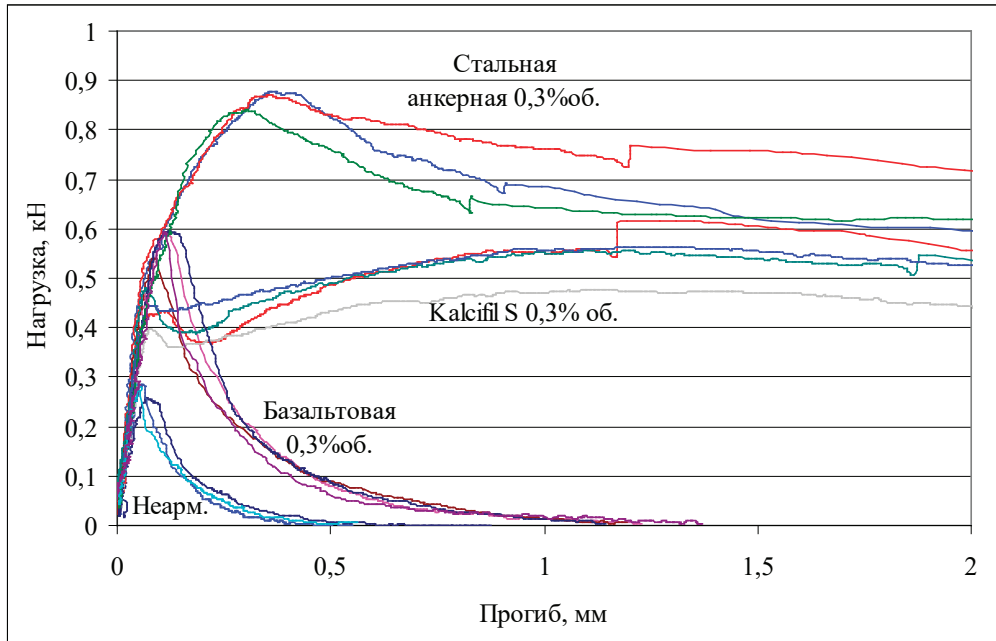


Рис. 8. Начала диаграмм разрушения испытанных образцов

Таблица 1. Численные значения силовых и энергетических характеристик трещиностойкости испытанных образцов

Характеристика трещиностойкости	Вид использованных волокон			
	Неарм. образец	Стальные анкерные	Базальтовые	Полипроп. Kalcifil S
G^i — условные удельные энергозатраты на статическое разрушение до момента начала движения магистральной трещины, Дж/м ²	3,39	12,41	14,36	7,63
G^f — условные удельные эффективные энергозатраты на статическое разрушение, Дж/м ²	11,12	2170,01	41,66	1132,25
K^c — условный критический коэффициент интенсивности напряжений, МПа·м ^{0,5}	0,12	0,27	0,26	0,20
J-интеграл, Дж/м ²	2,09	9,45	10,15	5,17
Модуль упругости, МПа	4065	5947	4893	5274
Прочность на растяжение при изгибе, МПа	0,78	2,44	1,64	1,57

принимая при этом значительную нагрузку, что также можно проследить и по диаграммам на рисунках 7–8.

Следует особо отметить важную особенность механизма разрушения фибропенобетона, армированного полипропиленовой фиброй. Она состоит в том, что образец вначале деформируется упруго, как и любой другой из представленных в данной статье, при этом, после образования трещины в матрице, воспринимаемая нагрузка снижается с 0,5кН до 0,4–0,45кН, а затем начинает повышаться до 0,5–0,55кН, а после этого плавно снижается до 0кН к концу испытания. В результате действия описанного механизма на диаграммах разрушения таких образцов формируются две верхние точки. Верхняя точка, в левой части диаграммы разрушения описывает работу фибропенобетона,

а верхняя точка в правой части диаграммы описывает работу фибропенобетона с трещиной, с преобладающей ролью волокон. Наличие второй верхней точки объясняется тем, что полипропилен обладает высоким собственным удлинением, до 25%.

Так же видно, что прочность фибропенобетонных образцов значительно превышает прочность неармированного пенобетона, это объясняется тем, что волокна ограничили усадочные деформации пенобетона и исключили усадочное трещинообразование в межпоровых перегородках его структуры.

По представленным диаграммам разрушения так же видно, что разрушение неармированных образцов происходит при 0,25–0,3кН, тогда как разрушение пенобетонной матрицы фи-

бропенбетонных образцов происходит при более высоких нагрузках, о чем свидетельствует и повышение критического коэффициента интенсивности напряжений, энергозатрат на статическое разрушение до момента начала движения магистральной трещины и J-интеграла.

Кроме вышеупомянутых особенностей следует отметить изменение модуля упругости фибропенбетона в зависимости от вида примененных волокон.

Результаты проведенных исследований подтверждают выводы сделанные в работах, найденных при проведении лите-

ратурного обзора данной статьи. Дисперсное армирование пенбетона приводит к повышению прочности на растяжение при изгибе за счет, в том числе, сокращения усадочных деформаций. А приведенные в статье диаграммы разрушения пенобетонных и фибропенбетонных образцов позволили получить более полное представление о их поведении под нагрузкой.

В дальнейшем, планируется провести аналогичные испытания фибропенбетонных образцов, изготовленных с использованием других видов волокон для накопления статистических данных.

Литература:

1. Рабинович, Ф.Н. Композиты на основе дисперсно-армированных бетонов. Вопросы теории и проектирования, технология, конструкции. — М.: Издательство АСВ, 2004. — 560 с.
2. Пухаренко Ю. В. Принципы формирования структуры и прогнозирование прочности фибробетонов // Строительные материалы. 2004. № 10 (598). С. 47–50.
3. Пухаренко Ю. В., Голубев В. Ю. О вязкости разрушения фибробетона // Вестник гражданских инженеров. 2008. № 3. С. 80–83.
4. Пухаренко Ю. В., Голубев В. Ю. Высокопрочный сталефибробетон // Промышленное и гражданское строительство. 2007. № 9. С. 40–41.
5. Суворов, И. О. Влияние дисперсного полиармирования на усадочные деформации фибропенбетона неавтоклавного твердения // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. — Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015. — № 1. — С. 32–35.
6. Суворов, И. О. Влияние вида и количества армирующих волокон на усадочные деформации фибропенбетона // Вестник гражданских инженеров. — СПб: СПбГАСУ, 2014. — № 5 (46). — С. 90–94.
7. Пухаренко, Ю. В. Влияние состава сырьевой смеси на усадку неавтоклавного фибропенбетона / Ю. В. Пухаренко, С. А. Черевко, И. О. Суворов // Вестник гражданских инженеров. — СПб: СПбГАСУ, 2013. — № 6(41). — С. 109–112.
8. Жаворонков, М. И. Определение характеристик разрушения и модуля упругости фибробетона / М. И. Жаворонков // Известия КГАСУ. — 2015. — № 3(33). — с. 114–120.
9. Жаворонков М. И. Методика определения энергетических и силовых характеристик разрушения фибробетона // Вестник гражданских инженеров. 2014. № 6(47). С. 155–160.

Оценка стойкости стеклянных волокон в среде гидратирующего портландцемента

Плотникова Анна Андреевна, студент магистратуры;
Косарикова Ольга Викторовна, студент магистратуры;
Бокарев Всеволод Игоревич, студент магистратуры

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье оценивается стойкость стеклянных волокон в среде гидратирующего портландцемента. Оценка стойкости производится по результатам контроля прочности на растяжение при изгибе и при сжатии стандартных образцов-балок, изготовленных из цементного теста нормальной плотности. Испытаниям подвергались серии неармированных образцов и образцов, армированных стеклянной фиброй. Образцы этих серий испытывались в разном возрасте, при этом, одна часть образцов твердела и набирала прочность в воде, а другая часть образцов подвергалась тепловлажностной обработке в лабораторной пропарочной камере.

Ключевые слова: фиброцемент, прочность на растяжение при изгибе, прочность при сжатии, стеклянная фибра, цементный камень.

В настоящее время на кафедре технологии строительных материалов и метрологии Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета продолжается исследование свойств фибробетонов, изготовленных с применением различных видов волокон, а также изготовленных на основе различных матриц.

Фибробетоном называют композиционный материал, который представляет собой бетонную матрицу, по всему объему которой равномерно распределены дискретные волокна.

Волокна можно классифицировать в зависимости от их модуля упругости. Волокна, модуль упругости которых меньше модуля упругости тяжелого бетона, относят к категории низко-

модульных волокон, а волокна с более высоким, по сравнению с тяжелым бетоном, модулем упругости — к категории высоко-модульных [1, 2, 3].

Совершенно очевидно, что введение тех или иных волокон в состав бетона будет влиять на свойства получаемых композиций, в том числе, на прочность на растяжение при изгибе и на прочность при сжатии.

При определении состава фибробетона имеет большое значение выбор матрицы, в частности, выбор вяжущего для ее изготовления. При изготовлении матрицы могут быть использованы воздушные и гидравлические вяжущие, например, гипсовое вяжущее или портландцемент и его разновидности. Следует отметить, что среда гидратирующего гипсового вяжущего является кислой, а гидратирующего портландцемента — щелочной. Некоторые разновидности армирующих волокон могут быть не стойкими к указанным средам. Например стальные волокна будут корродировать в кислой среде, тогда как щелочная среда может оказаться агрессивной к некоторым волокнам минерального происхождения.

В данной статье рассматривается вопрос стойкости стеклянных волокон в щелочной среде гидратирующего портландцемента.

Стеклянные волокна обладают высокой прочностью — до 2500 МПа и высоким модулем упругости — 73000 МПа, в связи с чем, представляется перспективным введение таких волокон в состав фибробетона для повышения его прочности. При этом стеклянные волокна имеют существенный недостаток — низкая коррозионная стойкость к щелочам.

Гидратация минералов портландцементного клинкера происходит с образованием, в том числе, гидроксида кальция, активно взаимодействующего с компонентами стекла. В результате воздействия щелочесодержащей жидкой фазы твердеющего цемента происходит коррозионное разрушение стеклянных волокон вследствие выщелачивания и разрушения их кремнекислородного каркаса при контакте с этой средой.

Одним их наиболее распространенных стекол, используемых при изготовлении стекловолокна, в настоящее время, является алюмоборосиликатное стекло. По некоторым данным такое стекло достаточно активно взаимодействует с гидроксидом кальция гидратирующего портландцемента, но превосходит по щелочестойкости обыкновенное кварцевое стекло [4].

В данной статье рассматривается волокно из стекла алюмоборосиликатного состава по причине его широкой распространенности.

Для оценки щелочестойкости стекла можно применить ГОСТ 10134.3–2017 «Стекло и изделия из него. Методы определения химической стойкости. Определение щелочестойкости». В соответствии с методикой указанного ГОСТа, следует кипятить образец стекла в растворе карбоната натрия и гидроксида натрия в течении трех часов. Щелочестойкость стекла определяется отношением потери массы после кипячения к площади поверхности стеклянного образца.

В одном из найденных источников описывается более сложный эксперимент [4]. Устойчивость опытных составов стекол и стекловолокон к воздействию насыщенного раствора гидроксида кальция исследовали методом определения активности гидравлических добавок и оценивали по количеству $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в пересчете на CaO , поглощенного 1 г стеклопорошка.

Эксперимент, описываемый в данной статье, состоит в том, чтобы оценить снижение прочности фиброцемента во времени. Для проведения данного эксперимента были изготовлены 4 серии образцов-балочек размерами 4×4×16 см, всего 96 образцов. Образцы испытывались на прочность на растяжение при изгибе, а полученные при этом половинки — на прочность при сжатии. Первая серия образцов цементного камня изготовлена из цементного теста нормальной густоты, а другая серия — также изготовлена из цементного теста нормальной густоты, но в его состав введена стеклянная фибра в количестве 1% об. 2 серии образцов, на вторые сутки после формования, расплавились и погружались в воду, где происходило их дальнейшее твердение и набор прочности. При этом, с интервалами в 2–5 суток производились испытания образцов. Параллельно, испытывались аналогичные серии образцов, но они хранились не в воде, а проходили тепловлажностную обработку в лабораторной пропарочной камере по режиму 2+4+2 (подъем температуры до 80°C, ч, экзотермическая выдержка при 80°C, ч, охлаждение, ч). Пропаренные образцы подвергались испытаниям, также с интервалами 2–5 суток, одновременно с испытаниями образцов из первых двух серий. Такой режим испытаний обусловлен возможностью использования лабораторной пропарочной камеры.

При проведении исследования был использован портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н Сланцевского цементного завода и стекловолокно длиной 18 мм, диаметром 10–16 мкм, производства Qingdao Junfeng Industry Company Limited, алюмоборосиликатное (по маркировке производителя E-glass), представленное на рис. 1.



Рис. 1. Стеклянная фибра

Все образцы первых двух серий находились в воде все время, от момента распалубки, до момента проведения испытаний, а другие две серии — в пропарочной камере. Периодически проводилась ТВО. Испытания образцов проводились после каждого цикла ТВО, для этого, из всех образцов находящихся в пропарочной камере, отбиралось несколько штук для испытаний, а остальные оставались в камере для прохождения последующих циклов ТВО. То же самое происходило и с образцами, твердевшими в воде. Таким образом, а по мере проведения эксперимента, пропариваемые образцы, на-

бирали все большее количество циклов ТВО, а образцы, твердеющие в воде — все больший возраст. Вначале определялась прочность на растяжение при изгибе и при сжатии пропаренных образцов цементного камня и стеклофиброцемента, а затем проводились такие же испытания образцов, твердевших в воде. Последние образцы из первых двух серий набирали прочность в воде в течении 32 суток, а пропариваемые прошли 8 циклов ТВО.

Результаты испытаний образцов цементного камня представлены на рис. 2.

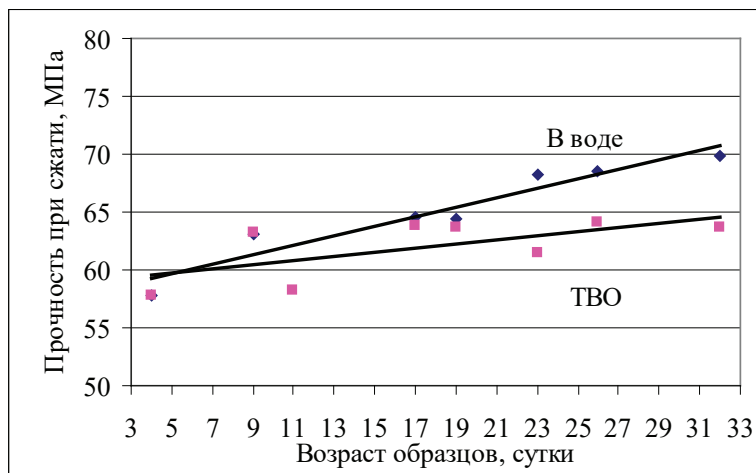


Рис. 2. Результаты испытаний цементного камня на прочность при сжатии

На рис. 3 представлены результаты испытаний прочности на растяжение при изгибе тех же образцов.

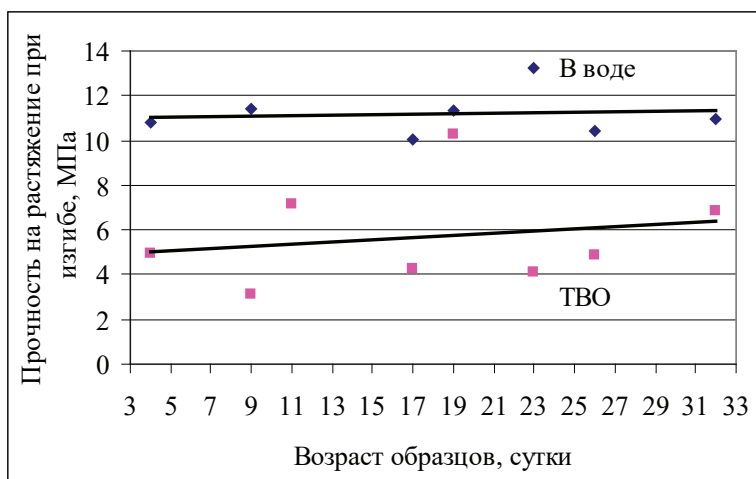


Рис. 3. Результаты испытаний цементного камня на прочность на растяжение при изгибе

По представленным на рис. 2 и 3 данным видно, что образцы, твердевшие в воде, имеют более высокие значения прочности, чем пропаренные. Это объясняется тем, что тепловлажностная обработка в пропарочной камере, не позволяет, при прочих равных условиях, получить равную прочность с образцами, набиравшими ее в воде. Прочность пропаренных образцов снижена из-за нерав-

ного термического расширения воды, цемента, продуктов его гидратации, а также образующегося цементного камня [5].

Так же следует отметить, что прочность образцов цементного камня на растяжение при изгибе практически не изменяется с течением времени, это показывает, что цементный камень набирает ее менее чем за 4 суток.

На рис. 4 представлены результаты испытаний прочности стеклофибробетонных образцов при сжатии.

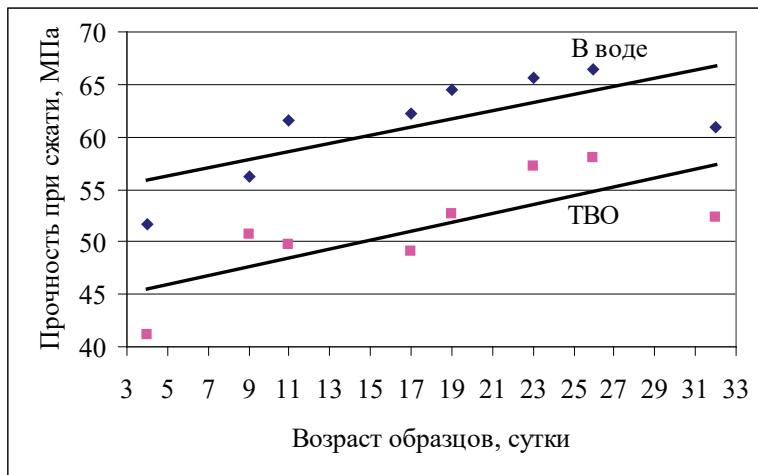


Рис. 4. Результаты испытаний стеклофибробетона на прочность при сжатии

На рис. 5 представлены результаты испытаний прочности стеклофибробетонных образцов на растяжение при изгибе.

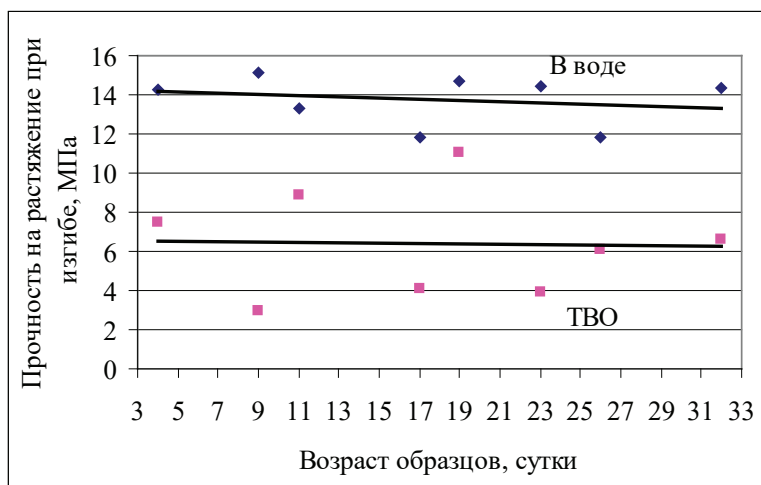


Рис. 5. Результаты испытаний стеклофибробетона на прочность на растяжении при изгибе

По представленным на рис. 4 данным видно, что прочность при сжатии стеклофибробетона повышается с течением времени. Образцы, набравшие прочность в воде, на 4 сутки имеют прочность 51 МПа, а на 32 сутки — 67 МПа (по аппроксимирующей зависимости), при этом, образцы из цементного камня имеют, в то же время, соответственно 56 МПа и 71 МПа, то есть тенденция к повышению прочности в обоих случаях составляет примерно 15–16 МПа. Прочность стеклофибробетона оказалась, во всем диапазоне, на 4–5 МПа ниже (8–10%), это можно объяснить влиянием стеклянной фибры на консистенцию фибробетонной смеси. Стекловолокно вводилось в цементное тесто нормальной густоты в количестве 1% об., что привело к снижению подвижности, и, как следствие, недостаточному уплотнению смеси при изготовлении образцов. Аналогичную тенденцию можно заме-

тить и на образцах прошедших ТВО. Получается, что существенного влияния армирование цементного камня стекловолокном на его прочность при сжатии не оказывает.

Как было отмечено выше, цементный камень набрал максимальную прочность на растяжение при изгибе менее чем за 4 суток, при этом она составила примерно 11 МПа, при твердении в воде и 7 МПа после 8 циклов ТВО.

Образцы из фибростеклоцемента на 4 сутки твердения в воде показали примерно 14,1 МПа, а на 32 сутки — 13,3 МПа (по аппроксимирующей зависимости). Снижение прочности на 5,7% не следует считать показательным, поскольку коэффициент вариации данных значений составил 12,6%. Получается, что введение в цементный камень 1% об. стекловолокна привело к повышению его прочности на растяжение при изгибе на 24,7%.

Прочность фибростеклоцемента на растяжение при изгибе после первого цикла пропаривания составила 6,5 МПа, а после восьмого — 6,3 МПа (по аппроксимирующей зависимости), то есть практически не изменилась. Прочность фибростеклоцемента на растяжение при изгибе оказалась меньше прочности цементного камня на 7,1%, что так же можно объяснить недоуплотнением смеси при изготовлении образцов.

Получается, что при твердении образцов в воде прочность фиброцемента оказалась выше на 24,7%, а при пропаривании не изменилась. Это можно объяснить тем, что стекловолокно из алюмоборосиликатного стекла за 32 дня корродирует в среде гидратирующего портландцемента не существенно. На рис. 6 представлена фотография поверхности разлома одного из испытанных образцов, твердевшего в воде в течении 32 суток.



Рис. 6. Поверхность разлома стеклофиброцементного образца после твердения в воде

На фотографии, представленной на рис. 6, видно, что разлом пересекает стеклянные волокна, что свидетельствует об их сохранности.

На рис. 7 представлена фотография поверхности разлома образца стеклофиброцемента после 8 циклов ТВО.



Рис. 7. Поверхность разлома стеклофиброцементного образца после 8 циклов ТВО

Обнаружить стеклянные волокна в разломах стеклофиброцементных образцов, испытанных после тепловлажностной обработки, оказалось затруднительным. На фотографии, представленной на рис. 7, видны не стеклянные волокна, а следы,

образованные этими волокнами при формировании образцов, цементный камень, вблизи этих следов осветлен, очевидно, продуктами коррозии. Вероятно, это и объясняет низкую прочность пропаренного стеклофиброцемента. Одного цикла

тепловлажностной обработки оказалось достаточно для такой глубокой коррозии стекловолокна, что его применение не привело к повышению прочности как в случае твердения в воде.

По результатам данного эксперимента было установлено:

1. Стекловолоконная фибра из стекла алюмоборосиликатного состава способна выдерживать щелочную среду гидратирующего портландцемента в течении 32 суток, при условии хранения образцов в воде.

2. При введении стекловолоконной фибры в цементное тесто удалось повысить прочность на растяжение при изгибе полученного стекловолокнобетона на 24,7%.

3. Стекловолоконная фибра не оказывает существенного влияния на прочность при сжатии.

4. При проведении тепловлажностной обработки стекловолокнобетона, стекловолоконная фибра практически полностью корродирует и перестает вносить вклад в формирование его прочности.

В дальнейшем, планируется продолжить данное исследование. Предполагается провести испытания в более раннем, чем 4 суток, возрасте, а так же продлить испытания до достижения образцами большего возраста. Кроме того, планируется провести аналогичные исследования с другими видами волокон минерального происхождения.

Литература:

1. Пухаренко Ю. В. Принципы формирования структуры и прогнозирование прочности фибробетонов // Строительные материалы. 2004. № 10 (598). С. 47–50.
2. Пухаренко Ю. В., Голубев В. Ю. О вязкости разрушения фибробетона // Вестник гражданских инженеров. 2008. № 3. С. 80–83.
3. Пухаренко Ю. В., Голубев В. Ю. Высокопрочный сталефибробетон // Промышленное и гражданское строительство. 2007. № 9. С. 40–41.
4. Рабинович, Ф. Н. Композиты на основе дисперсно-армированных бетонов. Вопросы теории и проектирования, технология, конструкции. — М.: Издательство АСВ, 2004. — 560 с.
5. Баженов Ю. М. Технология бетона. — М.: Высш. шк., 1978. — 455 с.

ГЕОГРАФИЯ

Оценка рекреационного потенциала Дигорского ущелья (Северная Осетия)

Сурина Мария Юрьевна, студент магистратуры
Южный федеральный университет (г. Ростов-на-Дону)

В статье проведена оценка рекреационного потенциала Дигорского ущелья (Северная Осетия), проанализированы природная, культурно-историческая ценность, инфраструктурная и транспортная доступность Дигорского ущелья, а также рассмотрены перспективы развития рекреационной деятельности Дигорского ущелья.

Ключевые слова: рекреация, рекреационный потенциал, экологический мониторинг, Дигорское ущелье.

В данный момент мир охватила пандемия COVID19, в России, в частности, наблюдается неблагоприятная эпидемиологическая обстановка. После снятия ограничительных мер по предотвращению распространения COVID19 в регионах Российской Федерации, на мой взгляд, возрастет потребность в восстановлении физических и моральных сил, то есть возникнет интерес к получению рекреационных услуг. В связи с последующими изменениями экономической ситуации в стране, закрытием границ некоторых стран на неопределенное время, можно предположить, что граждане России предпочтут отечественный отдых зарубежному. Поэтому особенно актуально провести оценку рекреационного потенциала на примере Дигорского ущелья (Северная Осетия) и создать благоприятный, привлекательный имидж региона для увеличения туристских потоков.

В настоящее время под туристско-рекреационным потенциалом территории понимается совокупность ресурсов, их территориальных сочетаний и условий, способствующих удовлетворению потребностей населения в туристской и рекреационной деятельности [7]. Оценка потенциала является комплексной, субъективной и может меняться в пространстве и времени.

На основе изученных работ по рекреационной географии отечественных и зарубежных ученых [3–16] была разработана комплексная методика с использованием балльных оценок. В ней используется шкала значений, в которой число баллов в зависимости от степени благоприятности параметров исследуемой территории для развития различных направлений туристско-рекреационной деятельности находятся в промежутке от 1 до 3. Благоприятные условия компонента оцениваются в 3 балла, относительно благоприятные — в 2 балла и неблагоприятные — в 1 балл.

Оценка рекреационного потенциала территории включает в себя анализ следующих параметров ООПТ:

1. Характеристика природных условий
2. Природная привлекательность территории

3. Культурно-познавательная ценность территории
4. Транспортная доступность территории.

Дигорское ущелье входит в Горно-Дигорский рекреационный микрорайон, который расположен в самой западной части республики Северная Осетия на границе с Кабардино-Балкарией.

Разнообразие и эстетическая привлекательность природных ландшафтов (горные лесные, субальпийские кустарнико-луговые, альпийские луговые), многообразие водных (р. Урух, р. Харесидон, р.Танадон; водопады Байради, Таймазинские, Бурайдон, Галдоридон), гляциологических объектов (ледник Танацете, Таймази), богатство видового состава биоценозов, наличие уникальных природных объектов согласно методике, характеризуют благоприятную природную привлекательность Дигорского ущелья. Из уникальных природных объектов стоит выделить следующие: останец лавы древнего вулкана г. Лабода (является интересным геологическим объектом, памятником природы), Кубусский торфяник (ледниковый реликт, памятник природы), популяция Борщевика карликового (долина р. Харесидон, памятник природы).

Горные селения Куссу, Стур-Дигора, Фаснал, Галиат, Дони-фарс с комплексами памятников архитектуры, истории, этнографии представляют собой благоприятную культурно-историческую ценность.

С точки зрения транспортной доступности Дигорское ущелье неблагоприятно, в связи с большой удаленностью от ближайшего муниципального центра и отсутствием развитой дорожной сети. В противовес, относительно высоко развит инфраструктурный компонент, имеется среднее количество объектов размещения, питания и обслуживания туристов, поэтому инфраструктурная привлекательность благоприятна. На основе проанализированных данных и суммировании баллов по разработанной методике (13 баллов), можно утверждать, что Дигорское ущелье обладает чрезвычайно высоким рекреационным потенциалом.



Рис. 1. Долина ледника Танацете (фото автора)



Рис. 2. Зброшенне село Галиат (фото автора)

Наличие высокого рекреационного потенциала создает благоприятные предпосылки для эффективного развития туристско-рекреационного комплекса рассматриваемой территории. Но стоит отметить, что последствием увеличивающегося рекреационного воздействия является рекреационная дигрессия, под которой понимается изменение в природных комплексах (в основном лесных биоценозов). Поэтому для сохранения природных ландшафтов и культурно-исторических достопримечательностей следует проводить рекреационный мониторинг, который необходим для корректировки предельно допустимых нагрузок на территорию, во избежание приведения природных комплексов к последней стадии рекреационной дигрессии.

С учетом проанализированного рельефа были выделены соответствующие виды туризма для реализации. Дигорское

ущелье охватывает высокогорья с ледниками, которые подойдут для экстремальных форм спортивного туризма: альпинизма, скалолазания, дельтапланеризма; горно-пешеходного туризма, горнолыжного спорта. Среднегорья в свою очередь эффективны для развития специализированных видов мобильного отдыха и спорта (конный, пеший, водный туризм). Горные поселения представляют собой интерес для развития культурно-познавательного и научного туризма, а разнообразие уникальных природных комплексов и актуальности заинтересованности в уменьшении негативного воздействия человека на окружающую среду — экологического.

На основе проведенного климатического анализа по продолжительности комфортного периода и степени увлажнения определены основные районы для туристских походов, экскурсий,

восхождений [1, 2, 9, 12]. Наиболее доступный — низкогорный район, который имеет продолжительность комфортного периода 110–120 дней, здесь наиболее популярны пешие и водные походы. Неблагоприятные факторы: зимой — температурные перепады, туманы, гололеда на крутых склонах; летом — риск формирования избыточной влажности. Данные кратковременные периоды могут ухудшать условия для спортивных походов. Среднегорный район имеет комфортный период 45–60 дней. Обладает рядом физиологически активных факторов, благотворно влияющих на здоровье человека. Район наиболее благоприятен для походов и восхождений низкой и средней сложности. Здесь же имеются места для развития горнолыжного спорта и туризма. В высокогорном районе комфортный период отсутствует. Здесь проводятся альпинистские восхождения, туристские походы высших категорий сложности, есть предпосылки для развития горнолыжных маршрутов.

Дигорское ущелье также имеет особенности в сезонном развитии туризма. Так, в весенне-летний период (в основном с мая по сентябрь), когда отмечаются оптимальные климатические условия, наблюдаются основные потоки рекреантов и развивается пеший, водный, экологический, культурно — познавательный туризм, скалолазание, альпинизм, не требующих специальной подготовки. Для занятия альпинизмом оборудованы некоторые участки — площадки около водопада Бураидон (сектор «Карниз», «Водопад», «Черная скала»). В зимний период количество туристов сильно сокращается, в основном развит спортивный туризм: лыжный, горный (восхождение на вершины, прохождение горных перевалов), комбинированный. При всей имеющейся базе для успешного развития рекреационной деятельности в Дигорском ущелье в зимнее время, туристские потоки минимальны. В основном это связано с низкой транспортной доступностью территории, дороги в этот период часто занесены снежными завалами. Комфортные условия для размещения отсутствуют, некоторые объекты размещения полностью закрываются. В том числе отсутствуют и лыжные трассы (любой категории сложности). Усовершенствование системы инфраструктуры приведет к увеличению туристских потоков соответственно.

После комплексной оценки рекреационного потенциала и анализа актуальной информации и ситуации в сфере туризма, для Дигорского ущелья были выявлены следующие проблемы:

1. Неблагоприятный имидж Северного Кавказа, значительно формирующийся под влиянием СМИ;

2. Невыгодные экономические условия для привлечения инвестиций в туристскую инфраструктуру, отсутствие разработанных инвестиционных площадок;

3. Недостаточно развитая туристская инфраструктура, качество экскурсионного обслуживания;

4. Недостаточная реклама туристских возможностей Дигорского ущелья, отсутствие туристского бренда;

5. Неразвитость транспортной инфраструктуры (низкое качество дорог, отсутствие дорожного покрытия на некоторых участках).

Для улучшения ситуации и решения имеющихся проблем разработана программа развития туристской деятельности для Дигорского ущелья, основываясь на данных существующей государственной программы республики Северная Осетия — Алания «Развитие туристско-рекреационного комплекса Республики Северная Осетия-Алания» на 2014–2020 годы.

Приоритетными направлениями оптимизации рекреационного потенциала и развития туристического комплекса Дигорского ущелья определены:

1. Создание нормативно-правовой базы и основ системы регулирования рекреационной деятельности и природопользования;

2. Продвижение туристского продукта как на внутреннем, так и на внешнем рынках;

3. Развитие кадрового потенциала рекреационного комплекса, создание новых рабочих мест для населения;

4. Совершенствование туристского инфраструктурного комплекса;

5. Развитие актуальных и благоприятных форм туризма: экологического и экстремального;

6. Повышение качества предоставляемых туристских услуг;

7. Формирование иерархичной базы данных туристско-экскурсионных маршрутов на территории Дигорского ущелья.

Проведение разработанных мероприятий и следование приведенным рекомендациям будут способствовать оптимизации туристско-рекреационного потенциала горной Дигории, его устойчивому использованию и развитию туристско-рекреационной деятельности. Региону в свою очередь необходимо спроектировать экономическую доступность рекреационной услуги, которая позволит потребителю получить ее в сложившихся сложных экономических условиях.

Литература:

1. Бероев, Б. М. По Северной Осетии // По родным просторам / Б. М. Бероев. — Москва: «Физкультура и спорт», 1984. — 176 с.
2. Бучукури, Р. Г. Экологические тропы национального парка «Алания» / Р. Г. Бучукури, Э. Г. Майсурадзе, К. П. Попов. — Минеральные воды, 2005—63 с.
3. Вдовюк, Л. Н. Методические приемы оценки эстетических свойств ландшафтов Тюменской области / Л. Н. Вдовюк, А. А. Мотошина // Вестник Тюменского государственного университета. — 2013. — № 4. — С. 58–66.
4. Зиганшин, И. И. Методика комплексной оценки рекреационного потенциала особо охраняемых природных территорий / И. И. Зиганшин, Д. В. Иванов // Российский журнал прикладной экологии. — 2017. — № 2. — С. 52–56.
5. Кочуров, Б. И. Оценка эстетического потенциала ландшафта / Б. И. Кочуров, Н. В. Бучацкая // Юг России: экология, развитие. — 2007. — № 4. — С. 25–34.
6. Красовская, Т. М. Эстетические функции ландшафтов: методические приемы оценок и сохранения / Т. М. Красовская // Геополитика и экогеодинамика регионов. — 2014. — № 2. — С. 51–55.

7. Кружалин, В. И. География туризма / В. И. Кружалин, Н. С. Мироненко, Н. В. Зигерн-Корн, Н. В. Шабалина. — Москва: Федеральное агентство по туризму, 2014. — 336 с.
8. Назаренко, О. В. Национальный парк «Алания» как полигон для проведения полевых практик / О. В. Назаренко // Проблемы социально-экономической географии и природопользования. — Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2017. — С. 323–327.
9. Национальный парк «Алания»: сб. науч. тр. / Под. ред. Макоева Х. Х. — Владикавказ: СОГУ, 2004. — 120 с.
10. Нефедова, В. Б. Методы рекреационной оценки территории / В. Б. Нефедова, Е. Д. Смирнова, Л. Г. Швидченко // Вестник МГУ. География. — 1973. — № 5. — С. 49–54.
11. Николаев, В. А. Эстетическое восприятие ландшафта / В. А. Николаев // Вестник МГУ. География. — 1999. — № 6. — С. 10–15.
12. Постановление «О республиканской целевой программе «Развитие туристско-рекреационного комплекса республики Северная Осетия — Алания на 2012–2018 гг». от 09 апреля 2012 года № 100 [Электронный ресурс] — Режим доступа <http://docs.cntd.ru/document//>, свободный — Загл. с экрана. — Яз. рус. [Дата обращения: 23.02.2021]
13. Фролова, М. Ю. Оценка эстетических достоинств природных ландшафтов / М. Ю. Фролова // Вестник МГУ. География. — 1994. — № 2. — С. 27–33.
14. Эрингис, К. И. Сущность и методика детального эколого-эстетического исследования пейзажей / К. И. Эрингис, А.-Р. А. Бюдрюнас // Экология и эстетика ландшафта. — Вильнюс: Минтис, 1975. — С. 107–170.
15. Howley P. Landscape aesthetics: Assessing the general publics' preferences towards rural landscapes // Ecological Economics. — 2011. — № . 72. — P. 161–169.
16. Van der Jagt, A. P. N., Craig T., Anable J., Brewer M. J., Pearson D. G. Unearthing the picturesque: The validity of the preference matrix as a measure of landscape aesthetics // Landscape and Urban Planning. — 2014. — № . 124. — P. 1–13.

ГЕОЛОГИЯ

Повышение эффективности борьбы с солеотложением на Федоровском месторождении

Федоров Сергей Анатольевич, студент магистратуры;
Грибенников Олег Алексеевич, кандидат технических наук, доцент;
Степанов Игорь Игоревич, студент магистратуры;
Васильев Александр Иванович, студент магистратуры
Самарский государственный технический университет

Среди основных осложнений, проявляющихся в настоящее время в процессе эксплуатации скважин, оборудованных установками электроцентробежных насосов (далее по тексту — УЭЦН), является солеотложение на рабочих органах УЭЦН, которое в сочетании с воздействием механических частиц приводит к преждевременным отказам насосных установок. Солеотложения на рабочих колесах УЭЦН уменьшают наработку на отказ насосного оборудования, вызывая его преждевременный ремонт или замену.

Главным источником выделения солей является вода, добываемая совместно с нефтью. В этой связи процессу солеотложения подвержены скважины и наземное оборудование, эксплуатирующиеся в условиях высокой обводненности добываемой продукции. Кроме того, в процессе подъема газожидкостной смеси от забоя к устью скважины изменяются термобарические условия, что вызывает нарушение химического равновесия в добываемой продукции. Это так же приводит к отложению неорганических солей на стенках насосно-компрессорной трубы (НКТ) и рабочих органов УЭЦН, что снижает наработку на отказ насосного оборудования, дебит добывающих скважин. Образование плотного камнеобразного осадка в призабойной зоне пласта (ПЗП) в перфорационных отверстиях приводит к снижению продуктивности скважин. В частности, отложение солей на УЭЦН нарушает теплообмен, приводит к заклиниванию электродвигателя, поломке вала и выходу насоса из строя.

Интенсивность солеобразования зависит от следующих факторов:

- исходной минерализации пластовой воды;
- содержания соли в пластовой породе;
- режимов эксплуатации добывающих скважин и способов добычи;
- совместимости пластовых вод при эксплуатации скважин многопластовых месторождений;
- совместимости попутно добываемых вод с применяемыми при проведении геолого-технических мероприятий (ГТМ) водными растворами и растворами глушения;

— совместимости пластовых вод с водами, заканчиваемыми для поддержания пластового давления (ППД).

Основным условием солеотложения является образование перенасыщенных растворов попутной воды. Необходимо учитывать, что солеотложение проходит в сложных гидротермодинамических условиях в присутствии нефтяных компонентов, газовой фазы и механических примесей, оказывающих влияние на интенсивность процесса, характер и свойства осадков, формирующихся как в призабойной зоне пласта, так и в нефтепромысловом оборудовании.

Причины солеотложений на рабочих органах УЭЦН:

- высокая обводненность пластовой жидкости, наличие растворенных и нерастворенных природных минералов;
- изменение термобарических условий в скважине в процессе интенсивного отбора жидкости для поддержания проектных темпов разработки месторождения, проводящее к выпадению осадка. Так смещение рабочей зоны в левую часть гидродинамической характеристики приводит к повышению температуры перекачиваемой жидкости, усилению кавитационных процессов и, следовательно, солеотложению.
- смешивание пластовых вод с заканчиваемыми водами другого состава может привести к образованию солеобразующих соединений и агрессивной среды.
- недостатки конструктивного исполнения ЭЦН, приводящие к образованию застойных зон, коррозии поверхности.

Существуют следующие методы предупреждения отложений солей: физические, химические и технологические.

На Федоровском месторождении количество отказов по фонду скважин, оборудованных УЭЦН, ежегодно растет. Преждевременные отказы связаны с отложением сульфатов бария на рабочих органах УЭЦН при выводе на режим скважин, пробуренных на пласты группы ЮС, после ГРП. Число осложнений при запуске, выводе на режим и эксплуатации глубинно-насосного оборудования (далее—ГНО) в скважинах после ГРП увеличилось в 4 раза.

Последствия отложений солей на рабочих органах ГНО выражается, прежде всего, в возрастающих токовых нагрузках,

остановках УЭЦН по защите от перегрузки с последующим заклиниваем и отказами по причине «неразворота». Резкое снижение наработки «до осложнения» произошло у первых УЭЦН, спущенных в скважины рассматриваемой категории, при этом средняя наработка «до осложнения» составила 37 суток.



Рис. 1. Отложение солей на рабочих органах УЭЦН

По результатам качественного анализа проб солей с рабочих органов УЭЦН в лаборатории были установлены в основном сульфатами бария, нерастворимыми в соляной кислоте.

Сульфат бария (барит) — очень плотные и твердые осадки, и борьба с ними представляет наибольшие трудности. Главная причина отложений сульфатов бария заключается в смешении подземных вод хлоркальциевого типа с нагнетаемыми водами, служащими источниками сульфат-ионов.

С целью определения природы возникновения нерастворимых отложений ионов сульфата бария на рабочих органах УЭЦН при их эксплуатации в скважинах группы пластов ЮС на Федоровском месторождении, после проведения ГРП было решено исследовать элементный и компонентный составы технологической жидкости для проведения ГРП, жидкость основа и химические реагенты применяемых при ГРП, пластовая вода, жидкость глушения, ингибитор солеотложения, кислота соляная ингибиторная.

По результатам проведенных лабораторных исследований было выявлено:

1) по пробам пластовой воды отобранных со скважин Федоровского месторождения после проведения ГРП на пласте ЮС, было установлено что максимальное содержание бария (270 мг/дм^3) и сульфат-иона — ($6,6 \text{ мг/дм}^3$), суммарная массовая концентрация ионов составляет $14154\text{--}29658 \text{ мг/дм}^3$;

2) образование осадков не происходит при получении следующих растворов с использованием линейного геля, полученного путем деструкции технологической жидкости ГРП (гелепропантовой смеси):

- «линейный гель: пластовая вода»
- «линейный гель: раствор глушения плотностью $1,05 \text{ г/см}^3$ »
- «линейный гель: раствор глушения плотностью $1,12 \text{ г/см}^3$ »

Анализ работы скважин, вскрывших пласты группы ЮС, после ГРП не выявил прямой зависимости между возникшими осложнениями и концентрацией выносимых из пласта механических примесей: результаты комиссионных разборов, отказавших УЭЦН однозначно указывают на отложение солей на рабочих органах УЭЦН (рис. 1) как первопричины отказов.

– «линейный гель: раствор кислоты соляной ингибированной 6%»;

3) при получении растворов с использованием пластовой воды и раствора глушения (на основе концентрата минерального «Галит» марки А) плотностью $1,05 \text{ г/см}^3$ образование осадка не происходит. Во всех растворах, полученных с использованием пластовой воды и раствора глушения (на основе концентрата минерального «Галит» марки А) плотностью $1,12 \text{ г/см}^3$, происходит образование осадка основой которого является сульфат бария;

По итогам лабораторных исследований можно предположить, что выпадение осадка сульфата бария происходит при взаимодействии бария из пластовой воды и сульфата из раствора глушения плотностью $1,12 \text{ г/см}^3$, приготовленного на основе концентрата минерального «Галит» марки А, в котором содержание сульфатов оптимально для образования осадка. Наличие сульфатов в концентрате минеральном «Галит» марки А подтверждается их определением и составляет 0,61% что в перерасчете на содержание в растворе хлористого натрия с плотностью $1,12 \text{ г/см}^3$ составляет 1093 мг/дм^3 , т.е. источником высокого содержания сульфатов-ионов в растворах глушения является сама твердая сольгалита.

Наиболее распространённым способом удаления солеотложения на Федоровском месторождении является обработка УЭЦН с помощью соляной кислоты для восстановления дебита скважин. Однако многолетний опыт работы показал, что этот способ дает кратковременный эффект, более того, приводит к коррозии корпуса УЭЦН и поверхности НКТ, что особенно опасно к разрушению эксплуатационной колонны. А также размещение в скважинах погружных контейнеров с ингибитором «Трил-Св», который в свою очередь на солях бария показывает низкую эффективность, чем на прочих солях.

Для решения проблем, связанных с солеотложением на рабочих органах УЭЦН, особенно при эксплуатации пластов группы ЮС были проведены следующие технические и технологические мероприятия:

1. Внедрение программного комплекса «Автотехнолог+Соль» для эффективного подбора режима работы УЭЦН в скважинных условиях.

2. Применение для опытной эксплуатации скважинного оборудования с рабочими органами, изготовленными из полимерных материалов. В результате достигнута низкая адгезия материалов, высокая чистота проточных каналов. Преимущества метода — коррозионная стойкость материала, небольшая масса, позволяющая снизить массу ротора. Недостатки — меньшая, чем у металлических рабочих органов, стойкость к механическим примесям.

3. Использование станций управления с частотным преобразователем в режиме «встрягивания». Периодическое изменение направление вращения УЭЦН на короткое время не позволяет образовываться солеотложениям. Однако данный способ не решает саму проблему, хотя позволяет несколько увеличить наработку на отказ.

4. Отложение сульфатов бария как было ранее определено происходит после освоения скважин, вводимых из бурения с проведением ГРП, что в настоящее время является основной проблемой при эксплуатации пластов ЮС, характеризующихся низкими динамическими уровнями и дебитами. Для предотвращения выпадения солей на рабочих органах УЭЦН при освоении скважин после ГРП применяется ингибитор солеотложений SI-1000 в составе технологической (продавочной) жидкости, заканчиваемой при проведении ГРП.

5. Поскольку весь комплекс мер, применяемый стандартно для предотвращения осложнений в скважинах после ГРП со второй половины 2018 года, не обеспечивает достаточную надежность работы УЭЦН при выводе установок на режим и дальнейшей эксплуатации, были проведены экспериментальные работы по поведению отложения солей при использовании различных вариантов ингибиторов обработок.

На основе комплексного анализа и полученных статистических данных было инициировано ряд опытно-промышленных экспериментальные работы, направленных на определение наиболее эффективной точки зрения метода предупреждения возникновения, включающие:

— внедрение ингибитора «Трил-Св» повышенной концентрации в двойном объеме (18 секций);

— замена ингибитора «Трил-Св» на «ПСВ 89»

— внедрение ингибитора «Трил-Св» с дополнительной обработкой ингибитором DodiscaleV2870K через затрубное пространство скважины при выводе установок на режим;

Внедрение ингибитора «Трил-Св» повышенной концентрации в двойном объеме (18 секций) — суть данного эксперимента заключалась в проверке эффективности установки 18 секций погружного контейнера «Трил-Св», рекомендованной заводом-из-

готовителем и подразумевающей увеличении концентрации ингибитора в зоне размещения УЭЦН. Предполагалось, что в этом случае эффективность ингибиторной обработки увеличится. Необходимо, однако, учитывать, что затраты при этом возрастают в 2 раза. Из-за высокой стоимости технология была опробована всего на одной скважине. За время эксплуатации были получены осложнения, связанные с остановками по защите перегрузки. Запланирован комиссионный разбор УЭЦН по факту отказа установки с целью выявления отложений на рабочих органах УЭЦН. Основной вывод по итогам эксперимента — получен неудовлетворительный результат, цель не достигнута.

Замена ингибитора «Трил-Св» на «ПСВ 89» — данный эксперимент основан на предположении о том, что после запуска скважин после ГРП ингибитор «Трил-Св» недостаточно эффективен и необходимо использовать другой тип реагента. Технология была опробована на шести скважинах. Максимальная наработка составила более 120 суток, однако в 30% скважин произошел по причине «незаворот». Таким образом, 100% технологической эффективности достигнуть также не удалось.

Внедрение ингибитора «Трил-Св» с дополнительной обработкой ингибитором DodiscaleV2870K — суть эксперимента основана на предположении о том, что в первый месяц после запуска скважин после ГРП концентрация ингибитора «Трил-Св» недостаточна, и необходимо дополнительно произвести закачку другого реагента. После спуска стандартных девяти секций погружного контейнера была произведена закачка ударной дозировки ингибитора полиакрилатного типа DodiscaleV2870K с закачкой затрубного пространства. Способность блокировать образование и рост карбонатных отложений ингибитор обеспечивает высокую эффективность его применения. Из-за относительно большой молекулярной массы при контакте ингибитора с солями, поверхностью металла и продуктами коррозии при достижении равновесного состояния образуется устойчивая защитная пленка. Технология опробована на 6 скважинах. Максимальная наработка составила более 120 суток, все скважины находятся в работе. За все время эксплуатации осложнений, связанных со снижением дебита, ростом токовых нагрузок не произошло. При этом часть УЭЦН работают в условиях крайне низкого притока пласта (Нд-2050 м) и связанных с эти периодических срывов подачи и недостаточного охлаждения в режиме поддержания давления на приеме насоса, замерзания обратных клапанов фонтанной арматуры. Необходимость в применении промывочного звена, кислотного агрегата, внедрения частотного преобразователя и связанных с этим дополнительных затрат отсутствовала. Эксперимент показал 100%-ную технологическую эффективность.

В результате проведенных работ стало очевидно, что один с трех экспериментов показал 100% эффективность — это применение контейнеров «Трил-Св» с дополнительной закачкой реагента с DodiscaleV2870K, который является также наиболее эффективным с технико-экономической точки зрения.

Литература:

1. Гареев А. А. О назначении теплового режима в установках электроцентробежных насосов. Сер.Оборудование и технологии для нефтепромыслового комплекса//Нефтепромысловое дело.-2009.№ 1.С.23–29.

2. Кашанцев В. Е., Мищенко И. Т. Солеобразование при добыче нефти.-М.: ОРБИТА-М, 2004.-432 с.
3. Булатов А. И., Аветисов А. Г. Справочник инженера по бурению. В 2 томах. М.: Недра, 1985. Том 1. С. 61
4. Ивановский В.Н, Сабиров А.А, Ю. А. Донской, С. Б. Якимов. Прогнозирование как способ борьбы с отложениями в скважинах, оборудованных ЭЦН,— М.: Нефтяное хозяйство, № 6, 2009.
5. Булатов М. А. Комплексная переработка многокомпонентных жидких систем.-М.: МИР, 2004.-356 с.
6. Порядок проведения работ по расследованию причин неэффективных (преждевременных) ремонтов скважин, оборудованных ЭЦН установками, на месторождениях ОАО «Сургутнефтегаз», ОАО «Сургутнефтегаз», 2017–20 с.

ЭКОЛОГИЯ

Геоэкологическая оценка территории зон вредителей растений и биологические средства защиты

Аллаярова Розалия Мазгаровна, студент;
Курамшина Наталья Георгиевна, доктор биологических наук, профессор
Уфимский государственный авиационный технический университет

Произведена геоэкологическая оценка территории зон вредителей растений. Проведен анализ биопрепаратов для защиты растений от вредителей.

Ключевые слова: геоэкологический мониторинг, биотехнологии, биопрепараты.

Для современного сельскохозяйственного производства в Российской Федерации (РФ) и Республике Башкортостан (РБ) появилась необходимость решения важнейших проблем — защиты окружающей среды от техногенного загрязнения, в том числе защиты сельскохозяйственных культур от вредителей. С этим тесно взаимосвязаны и задачи получения качественно полноценной экологически безопасной пищи для человека и повышения уровня конкурентоспособности растениеводческой продукции. С ростом урожайности сельскохозяйственных культур пропорционально растет и значимость фитосанитарных мероприятий защиты растений от вредителей [1].

В настоящее время биологические средства защиты растений заслуживают все большего внимания как альтернатива химическим пестицидам в качестве их полной замены или использования в интегрированных системах защиты растений.

Также в РФ широкое применение нашла геоэкологическая оценка территорий зон вредителей растений.

Создание электронных карт зон вредоносности вредных для культурных растений организмов, выполненных в едином формате, позволяет перейти к комплексному автоматизированному фитосанитарному районированию РФ и сопредельных стран.

Одним из значимых и наиболее подверженных к вредителям сельскохозяйственных культур является картофель.

В РФ на душу населения производится 216,8 кг картофеля. Региональные различия в потреблении картофеля велики и связаны с традициями и уровнем жизни населения. Также появляется актуальная проблема вредителей и болезней картофеля.

Зоны потенциального фитосанитарного риска для выращивания картофеля по комплексу специализированных вредителей и болезней приведены на рисунке 1 [2].

Для защиты картофеля от вредителей и болезней применяют различные биологические методы защиты.

В настоящее время в РФ и РБ в системе защиты картофеля от комплекса вредителей, таких как личинки жуков щелкунов — проволочники, колорадский жук, тли — переносчики вирусной инфекции, широко применяется прием обработки посадочного материала рядом инсектицидов на основе действующих веществ из класса неоникотиноидов.

Внедрение в практику биологических приемов защиты картофеля от вредных организмов — один из важнейших факторов производства качественной продукции. По причине нарастания плотности популяций почвообитающих вредителей картофеля в Российской Федерации этим вопросам уделяется особое внимание.

При воздействии биопрепаратов от воздействия вредителей на картофель снижение численности вредителей заметно лучше проявляется при традиционной технологии возделывания с использованием препарата Актара, где биологическая эффективность препарата на третьи сутки после обработки оказалась практически 100%-ной. На 14-е сутки после обработок эффективность препарата Актара снижалась на 19,7–27,1%, что связано с появлением новых личинок [3].

Наилучший эффект по снижению численности вредителя достигается с использованием препарата Битоксибациллин: численность личинок уменьшается при этом в среднем в 10,4 раза.

Анализ современных пестицидов АО «Щелково Агрохим» показал, что в 2019 году обеспечилась полная защита от сорняков на посадках картофеля категории от вредных организмов и обеспечили получение качественной продукции семенного материала [4].

Оценка результатов исследования по урожайности и его качеству, говорит о том, что применение пестицидов повысило урожайность семенных клубней.

Таким образом, геоэкологический мониторинг позволяет отслеживать районы вредителей картофеля. На сегодня

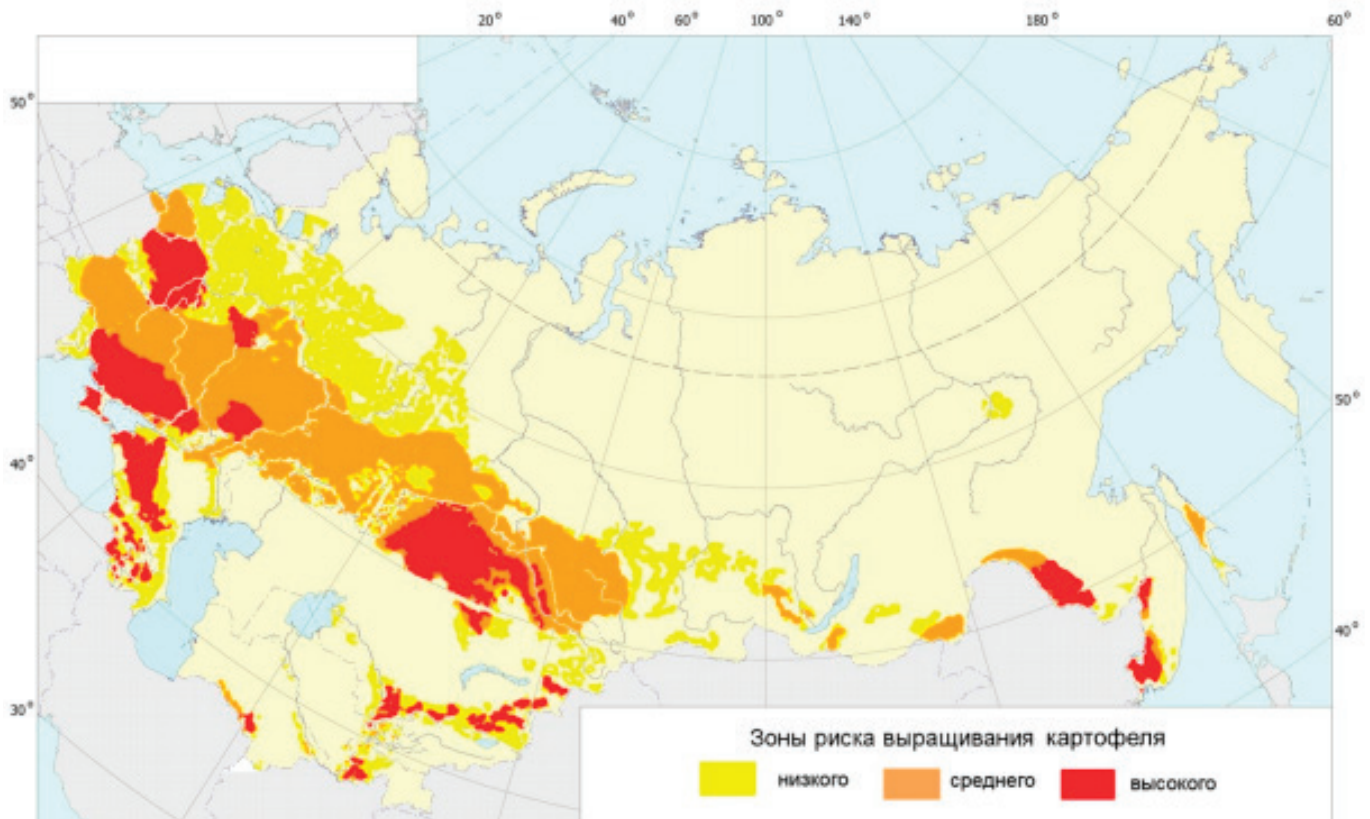


Рис. 1. Карта зоны потенциального фитосанитарного риска для выращивания картофеля по комплексу специализированных вредителей и болезней в РФ: желтый цвет — малая степень угрозы (слабую вредоносность), оранжевый — средняя, а красный — высокая степень угрозы (сильную вредоносность)

нышний день биопрепараты модифицируются, разрабатываются новые. Существующие биопрепараты перспективны для использования в системах органического земледелия в качестве биологических мер защиты картофеля от различных вредителей.

В условиях производственного опыта при применении препарата Энтонем-Ф в норме расхода 5 млрд нематод/га, независимо от срока его внесения (период от посадки до начала бутонизации картофеля), была получена высокая биологическая эффективность против проволочников (от 93,3 до 95,0%) [5].

Проведенные полевые и производственные испытания на картофеле препаратов Немабакт и Энтонем-Ф против личинок жуков щелкунов-проволочников свидетельствуют о высокой биологической эффективности. Новый препарат Протонем не уступает по эффективности нематодным препаратам, допу-

щенным к использованию на картофеле в качестве мер защиты. Кроме того, препараты Немабакт и Протонем показали достаточно высокую биологическую эффективность при снижении рекомендуемой нормы их расхода в 2 раза.

Таким образом, в РФ и РБ существует множество биопрепаратов для защиты растений от вредителей, с каждым днем разнообразие биопрепаратов становится больше. Применение биопрепаратов от вредителей являются эффективными и экологически безопасными, компоненты препаратов оказывают непосредственное воздействие на возбудителей вредителей растений. Развитие исследований в этих направлениях способствует разработке экологически безопасных средств защиты растений, сочетающих комплекс свойств, повышающих устойчивость сельскохозяйственных культур к вредным биогенным и абиогенным факторам и их продуктивность.

Литература:

1. Минаева О. М., Акимова Е. Е., Зюбанова Т. И., Терещенко Н. Н. Биопрепараты для защиты растений: оценка качества и эффективности: учеб. пособие. — Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2018. — 130 с.
2. Карты распространения и зон вредоносности вредителей и болезней картофеля и подсолнечника. Гричанов И. Я., Якуткин В. И., Овсянникова Е. И., Саулич М. И. Санкт-Петербург: ВИЗР, 2017, 63 с.
3. С. В. Сокол, Д. Д. Фицуру. Эффективность биологических препаратов в защите картофеля от колорадского жука при выращивании по экологизированной технологии // Защита картофеля. — 2020. — № 1. — С. 23–24.
4. Халипский А. Н. Биологическая, хозяйственная и экономическая эффективность комплексной защиты картофеля препаратами АО «Целково Агрохим» // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития. — 2020. — С. 292–297.

5. Данилова Т. А., Данилов Л. Г., Сеницына С. М. Перспективы использования энтомопатогенных нематод против проволочников на картофеле в органическом земледелии Северо-Западного региона РФ // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. — 2018. — № 8. — С. 17–22.

Применение компоста из твердых бытовых отходов для лесовосстановления

Коржова Анастасия Евгеньевна, студент магистратуры;
Молодкина Нелли Ринатовна, кандидат технических наук, доцент
Национальный исследовательский университет ИТМО (г. Санкт-Петербург)

Нарушенные лесные почвы часто характеризуются нехваткой гумуса и гумусоподобных веществ для быстрого и качественного прорастания саженцев хвойных и лиственных деревьев.

Нарушение земель приводит к таким неблагоприятным последствиям как торможение процессов почвообразования, ухудшение способностей земель к самоочищению, нарушение почвенного покрова и гидрологического режима местности, снижение биологического разнообразия [1].

Другой проблемой в настоящее время также является обращение с отходами. В России основная часть отходов направляется на полигон на захоронение. Однако эти отходы содержат ценные компоненты и вторичные ресурсы. Также ТБО содержит органическую фракцию, способную к процессам ферментации. Поэтому одним из способов обращения с ТБО является аэробная переработка (компостирование) органической фракции отходов. Полученный компост может в дальнейшем быть использованным как удобрение для растений и для улучшения качества почвы.

Компостирование ТБО

Компостирование представляет собой биохимический процесс разложения органической фракции отходов с помощью микроорганизмов. Эффективность процесса зависит от микробных популяций и факторов окружающей среды.

В процессе компостирования ТКО температура достигает 60–65 °С, что уничтожает патогенную микрофлору. По окончании процесса ферментации масса отходов уменьшается почти в два раза и образуется твердый стабилизированный продукт.

Конечный продукт компостирования содержит гуминовые вещества, характерные для дерново-подзолистых почв. Выяснено, что гуминовые вещества компостов из ТБО обладают положительным стимулирующим действием на рост и развитие растений [2].

Компостирование ТБО приводит к снижению объема и массы отходов, их токсичности и негативного влияния на окружающую среду [3].

На полигоне, вблизи Санкт-Петербурга, ведётся компостирование ТБО с получением готовой продукции «Грунт техногенный», который используется для изоляции твердых коммунальных отходов на полигонах, а также он потенциально может использоваться для рекультивации нарушенных лесных земель.

Грунт представляет собой неоднородную в основной своей массе минеральную смесь, с размерами частиц не более 80 мм, возможны включения компонентов (камень, песок, стекло, керамика), которые могут присутствовать в количестве до 20%.

Исходным сырьем для производства готовой продукции являются остатки сортировки твердых коммунальных отходов при совместном сборе. Исходное сырье производится на комплексах по обработке и утилизации ТКО, посредством отделения от ТКО фракции размером до 80 мм, содержащей пищевые отходы, бумагу, упаковку, полимеры, текстиль, стекломой, керамику и прочее.

Компостирование исходного материала происходит на открытом участке. Для активации деятельности микрофлоры, входящей в состав исходного материала, происходит постоянная аэрация и поддержание влажности. Происходит аэробное разложение органических фракций благодаря сапрофитным микроорганизмам. При этом при протекании биохимических реакций обмена веществ выделяется тепло.

Полный цикл производства грунта техногенного составляет 180 дней, из них 60 дней компостирование и 120 дней стабилизация. В летний период производство может быть сокращено до 90 дней в зависимости от погодных условий.

В результате компостирования и стабилизации органических фракций исходного материала физическая структура ряда веществ подвергается изменению, в связи с чем, изменяется цвет материала, бумага и другие органические вещества теряют свои признаки [6].

Тяжелые металлы в компосте из ТБО

Компост, полученный из ТБО, рекомендуется использовать при озеленении и рекультивации земель, в лесных питомниках [3].

Компосты, получаемые из ТБО, обычно загрязнены тяжелыми металлами, что ограничивает их использование в качестве удобрения в сельском хозяйстве. В почве металлы находятся как в связанном, так и в подвижном состоянии. Связанное состояние тяжелых металлов не оказывает негативного влияния на живые организмы. В связанном состоянии они не мигрируют по почвенному горизонту. Наибольшую опасность представляют подвижные формы тяжелых металлов [4].

Тяжелые металлы, доступные растениям для поглощения, присутствуют как растворимые компоненты в растворах

почвы. Способность растений аккумулировать необходимые металлы также позволяет им получать другие ненужные металлы. Некоторые опасные влияния, вызванные высокими концентрациями металлов, включают в себя подавление цитоплазматических ферментов и разрушение структур клетки из-за окислительного стресса [5].

Результаты лабораторного качественного анализа по определению валового содержания тяжелых металлов в органической фракции компоста

Компост был проанализирован на содержание тяжелых металлов рентгенофлуоресцентным методом. Сущность метода

состоит в исследовании линий спектра вторичного излучения пробы при облучении пробы рентгеновским излучением.

Поскольку каждый тяжелый металл обладает индивидуальной линией спектра, химические элементы, входящие в состав анализируемого образца могут быть обнаружены по спектральным линиям вторичного излучения. Элементный (качественный) состав пробы определяется по присутствию в спектре линий определенного элемента. Количественный состав (концентрация вещества) определяется по интенсивности линий [6].

Образцы органической фракции компоста были проанализированы на аппарате Спектроскан. На рисунке 1 приведен вид графика с полученными результатами.

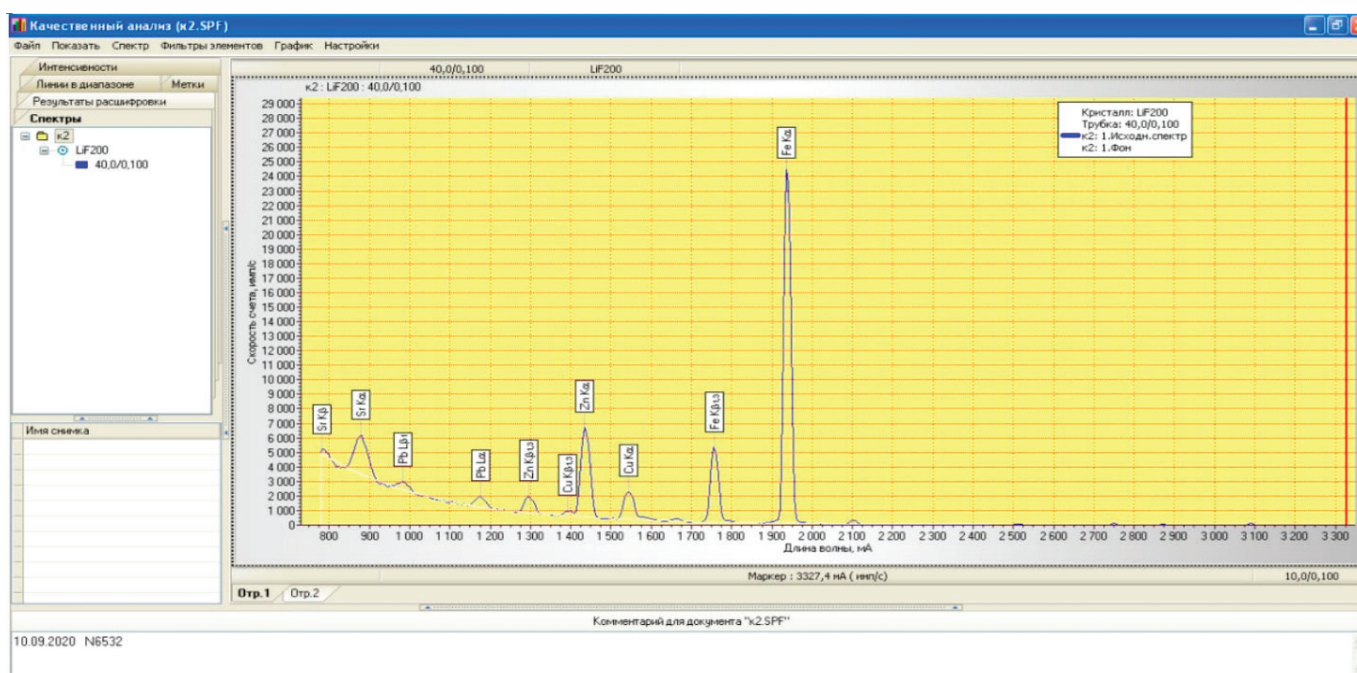


Рис. 1. Результат качественного анализа компоста

Проведенные результаты показали наличие следующих металлов в исследуемом компосте: Fe, Zn, Cu, Sr, Pb.

Настоящий анализ не позволяет сделать заключение о количестве каждого элемента, для этого нужно использовать атомно-адсорбционные методы в аккредитованных лабораториях. Однако по интенсивности пиков можно сделать вывод о представленности данного элемента. И если расположить полученные нами данные в порядке убывания элементов, то он будет выглядеть следующим образом: Fe > Zn > Cu > Sr > Pb [6].

Требования к компосту, полученному из ТБО

ТБО должны обезвреживаться и перерабатываться в компост в аэробных условиях на заводах МПБО запроектированных и построенных в соответствии с действующими нормативными документами, в частности «Техническими требованиями на проектирование заводов по механизированной переработке твердых бытовых отходов с целью повышения

их экологической безопасности». Компост, производимый из ТБО, должен удовлетворять требованиям ГОСТ Р 55571–2013 «Удобрения органические на основе ТБО. Технические условия» [7,8].

В таблице 1 указаны требования, предъявляемые к составу компоста из ТБО согласно ГОСТ Р 55571–2013 «Удобрения органические на основе ТБО. Технические условия», а также показатели, актуальные для грунта, производимого из ТБО на полигоне, расположенном вблизи г. Санкт-Петербург.

Принимаемые на заводы МПБО твердые бытовые отходы должны отвечать требованиям, также приведенными в ГОСТ Р 55571–2013 «Удобрения органические на основе ТБО. Технические условия».

В таблице 2 представлены требования к сырью, согласно ГОСТ Р 55571–2013, а также характеристика сырья, поступающего на с полигона на обработку.

Требования, предъявляемые к компосту из ТБО по тяжелым металлам, согласно ГОСТ Р 55571–2013, указаны в таблице 3 [8].

Таблица 1

Наименование показателя	ГОСТ Р 55571–2013	Полигон ТБО
Влажность	Не более 50%	Не более 70%
Содержание органического вещества на сухой продукт	Не менее 45%	Менее 50%
рН водной вытяжки	6,0–8,0	5,6–7,5
Бенз(а)пирен	Не более 0,02 мг/кг сух. вещества	Не более 5 ПДК
Наличие патогенных и болезнетворных микроорганизмов, в том числе бактерий группы кишечной палочки, энтерококков	Не допускается	Индекс 1–1000 КОЕ/кг

Таблица 2

Наименование показателя	ГОСТ Р 55571–2013	Полигон ТБО
Влажность,%	Не более 60	Не более 70
Содержание органического вещества,% на сухое вещество	не менее 45	не менее 50
Содержание бумаги,%	20,0–45,0	0,20–18,0
Содержание стекла,%	Не более 8,0	10,84–23,99
Суммарное содержание инертных материалов (металл, стекло, дерево, кожа, резина, камни, пластмасса),%	Не более 25,0	17,5

Таблица 3

Наименование показателя	Норма
Массовая доля примесей токсичных элементов (валовое содержание), в том числе отдельных элементов, мг/кг сухого вещества, не более:	
— свинец	200,0
— кадмий	5,0
— цинк	500,0
— медь	300,0
— никель	100,0
— хром	300,0
— ртуть	10,0
— мышьяк	10,0

Заключение

В результате работы был проанализирован фракционный состав получаемого компоста, содержание органической части составило около 30%, неорганической — 70%.

Результаты качественного определения тяжелых металлов показали наличие следующих элементов: Fe, Zn, Cu, Sr, Pb. Для

заключения о степени опасности получаемого компоста рекомендуется провести количественное определение обнаруженных элементов с применением атомно-адсорбционного метода.

Поскольку компост оказывается загрязненным тяжелыми металлами, его рекомендуется использовать не для сельского хозяйства, а лишь в восстановительных целях для почвы, например, для лесовосстановления.

Литература:

1. ГОСТ Р 57446–2017 Наилучшие доступные технологии. Рекультивация нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического разнообразия.
2. О. В. Орлова, И. А. Архипченко Гуминовые вещества компостов из твердых бытовых отходов как перспективный стимулятор роста растений // Российская сельскохозяйственная наука. — 2009. — С. 35–38).
3. Д. М. Малюхин Экологические аспекты использования органогенных субстратов при рекультивации полигонов твердых коммунальных отходов // Геоэкология. — Санкт-Петербург. 2018. С. 19–23.
4. Х. А. Джувеликян Д. И. Щеглов Загрязнение почв тяжелыми металлами. Способы контроля и нормирования загрязненных почв // Учебно-методическое пособие для вузов. — Воронеж. 2009. — С. 6–9.

5. G. U. Chibuike, S. C. Obiora Heavy Metal Polluted Soils: Effect on Plants and Bioremediation Methods // Applied and Environmental Soil Science. — Nigeria. 2014. PP. 1–3.
6. Синельникова Н., Минина Н. Изучение содержания тяжелых металлов в продукции, полученной в процессе компостирования муниципальных органических отходов на полигоне ООО «Новый Свет — Эко». — Санкт-Петербург. — 2020.
7. Технические условия на компост, вырабатываемый на мусороперерабатывающих заводах. ТОО «ЭКОТЕХ-МОСКВА». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200000115>
8. ГОСТ Р 55571–2013 Удобрения органические на основе твердых бытовых отходов. Технические условия.

Исследование фитотоксичности компоста, полученного из твердых бытовых отходов

Коржова Анастасия Евгеньевна, студент магистратуры;
Молодкина Нелли Ринатовна, кандидат технических наук, доцент
Национальный исследовательский университет ИТМО (г. Санкт-Петербург)

Известно, что компосты из органических материалов благоприятно влияют на свойства почвы и на растения, выращиваемые на этой почве. Компост — ценное удобрение. Компосты содержат значительное разнообразие макро- и микроэлементов. Компост является ценным источником азота, фосфора и калия. Также компост содержит микроэлементы, необходимые для роста растений [1].

Однако компосты, получаемые из твердых бытовых отходов, могут содержать в себе также и опасные для растений элементы. Одним из главных факторов, препятствующих получению экологически чистого компоста из ТБО, является загрязнение его тяжелыми металлами. Поскольку тяжелые металлы практически не разлагаются, они накапливаются в компостах в процессе компостирования. Поэтому такое аккумулятивное накопление тяжелых металлов является большим препятствием для использования компоста [2].

Таким образом, очень важно знать, является ли компост из твердых бытовых отходов безопасным для его использования в качестве удобрений. Одним из способов проверки компоста на безопасность является его проверка на фитотоксичность.

В данной работе представлены результаты проведения опыта на фитотоксичность с использованием двух видов семян: Кресс салат (*Lepidium Sativum*) и Горчица белая (*Sinapis alba*).

Опыт на фитотоксичность проводился согласно методике ГОСТ Р ИСО 18763–2019 «Качество почвы. Определение токсического воздействия загрязняющих веществ на всхожесть и рост на ранних стадиях высших растений» [3,4].

Данный метод исследования заключается в сравнении всхожести семян двудольных растений *Lepidium Sativum* и *Sinapis alba*. Всхожесть семян наблюдалась на исследуемой и на контрольной почве. Опыт проводился при температуре 25 °С в течение 72 часов.

В качестве контрольной почвы была взята смесь торфа и чистого компоста, полученного из домашних органических отходов, в соотношении 2:1 соответственно. Исследуемой почвой являлся компост из ТБО, полученный на полигоне.

Проведение эксперимента

В чашки Петри помещали 90 см³ почвы, затем добавляли дистиллированную воду и сверху помещали бумажный фильтр, через который влага с почвы проникала к семенам.

Каждый вид семян помещали в чашки Петри на фильтры с исследуемой почвой в трех повторениях и в чашки Петри с контрольной почвой тоже в трех повторениях. Каждый образец содержал по 10 семян.

Результаты исследования

По истечении 72 часов с начала эксперимента были проведены измерения образцов: подсчет количества проросших семян N_s , измерение длин корней (L_R) и стеблей (L_S) у каждого проросшего семени.

Результаты измерений приведены в таблицах 1 и 2.

На рисунках 1, 2, 3 и 4 приведены фотографии всхожих семян по окончании эксперимента.

Вычисление процентного замедления

На основе результатов измерений фиксируется процентное замедление следующих характеристик:

1. Прорастание семян. Вычисляется по формуле: $(A - B) / A \times 100\%$, где A — среднее число проросших семян в контроле, B — среднее число проросших семян в исследуемой почве. Для кресс — салата этот показатель составил 16,6%, для горчицы белой — 15,2.

2. Рост корней. Также вычисляется по формуле $(A - B) / A \times 100\%$, где A — средняя длина корня в контроле, мм, B — средняя длина корня в исследуемой почве, мм. Для кресс-салата этот показатель составил 69,2%, для горчицы белой — 62,2%.

Результаты и выводы

На основе международных межлабораторных исследований на фитотоксичность [5, 6], определены следующие критерии валидности:

1) 70% семян должны прорасти в исследуемой почве по окончании эксперимента (после 72 часов).

2) средняя длина корней в исследуемой почве должна составлять не менее 30 мм.

При проведении нашего опыта 80% семян кресс — салата и 56% семян горчицы белой проросли. Средние длины корней

Таблица 1. Результаты измерения растения Кресс салат (*Lepidium Sativum*)

	Кресс салат (<i>Lepidium Sativum</i>)					
	Контроль			Опыт		
	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 1	Образец 2	Образец 3
1. Количество проросших семян	9	10	10	6	8	8
2. Длина самого длинного корня, мм	60	80	60	25	25	25
3. Средняя длина корня, мм	34,3	39,9	39	11,6	11,3	11,8
4. Длина самого длинного стебля, мм	30	75	20	20	30	25
5. Средняя длина стебля, мм	25,2	31	10,5	10,8	18,7	18,7
6. Среднее число проросших семян	9,6			8		
7. Средняя длина корня, мм	37,7			11,6		
8. Средняя длина стебля, мм	22,2			16		

Таблица 2. Результаты измерения растения Горчица белая (*Sinapis alba*)

	Горчица белая (<i>Sinapis alba</i>)					
	Контроль			Опыт		
	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 1	Образец 2	Образец 3
1. Количество проросших семян	7	9	4	2	8	7
2. Длина самого длинного корня, мм	65	60	100	11	25	30
3. Средняя длина корня, мм	27,5	34,5	41,3	6	13,7	19,2
4. Длина самого длинного стебля, мм	25	55	35	20	20	15
5. Средняя длина стебля, мм	20	32,5	28,7	15	9,6	10,3
6. Среднее число проросших семян	6,6			5,6		
7. Средняя длина корня, мм	34,4			13		
8. Средняя длина стебля, мм	27			11,6		

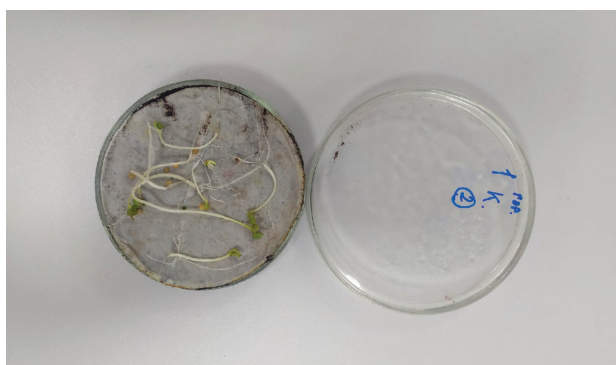


Рис. 1. Семена горчицы белой (*Sinapis alba*) в контроле

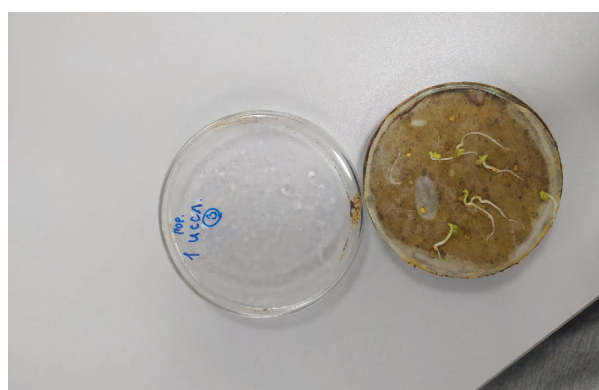
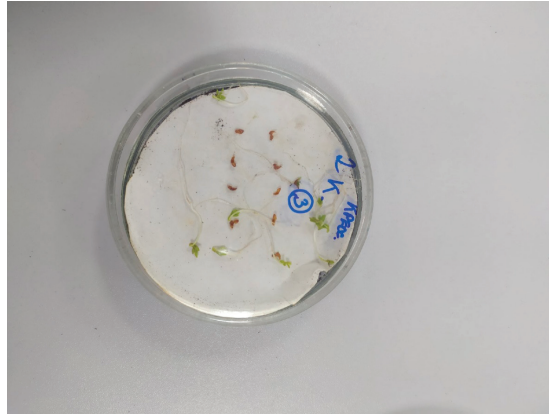


Рис. 2. Семена горчицы белой (*Sinapis alba*) в исследуемой почве

Рис. 3. Семена кресс-салата (*Lepidium Sativum*) в контролеРис. 4. Семена кресс-салат (*Lepidium Sativum*) в контроле

у кресс-салата и у горчицы белой были всего 11,6 мм и 13 мм соответственно.

Из данных исследований можно сделать вывод, что использованный компост на основе твердых бытовых отходов не является оптимальной почвой для выращивания растений. По сравнению с контрольной почвой, использо-

вание компоста из ТБО значительно замедляло рост корней, а также сокращало всхожесть семян. То есть он обладает фитотоксичностью.

Альтернативой может быть использование компоста из ТБО в смеси с торфом, что предварительно требует также проведения исследования данной смеси на фитотоксичность.

Литература:

1. Manohara B., Belagali S.L. Characterization of Essential Nutrients and Heavy Metals during Municipal Solid Waste Composting // Environmental Science.— 2014.
2. Д. М. Малюхин Экологические аспекты использования органомных субстратов при рекультивации полигонов твердых коммунальных отходов // Геоэкология.— Санкт-Петербург. 2018. С. 19–23.
3. ГОСТ Р ИСО 18763–2019 «Качество почвы. Определение токсического воздействия загрязняющих веществ на всхожесть и рост на ранних стадиях высших растений».
4. ISO 18763–2016 'Soil quality — Determination of the toxic effects of pollutants on germination and early growth of higher plants'.
5. ISO 11269–1 'Soil quality — Determination of the effects of pollutants on soil flora. Part 1: Method for the measurement of inhibition of root growth'.
6. ISO 11269–2 'Soil quality — Determination of the effects of pollutants on soil flora. Part 2: Effects of contaminated soil on the emergence and early growth of higher plants'.

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Влияние минеральных и органических удобрений на агрохимическое состояние почвы и технологические показатели качества зерна пшеницы

Убайдуллаева Дилфуза Исмоиловна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Юсупова Адолат Пиримкуловна, старший преподаватель;

Чутбоев Шухрат Даминович, ассистент;

Абдумаликова Шодиёна Шарофутдин қизи, студент;

Ёкубжоновна Хадича Олимжон қизи, студент;

Нумонжонов Бекзод Алишер угли, студент

Ташкентский химико-технологический институт (Узбекистан)

В последние годы селекционеры вырастили высокоурожайные сорта озимой пшеницы. Для успешного внедрения этих сортов в сельскохозяйственное производство необходимо испытать их в различных почвенно-климатических условиях республики и разработать соответствующие агрохимические мероприятия для каждого сорта.

Из-за сложных природно-климатических условий республики освоенные в разных регионах почвы резко различаются по своим свойствам и характеристикам, поэтому требуют проведения оптимальных агротехнических и агрохимических мероприятий по каждой отдельной культуре, в том числе и зерновой.

Одной из проблем современной зерновой практики является дальнейшее совершенствование систем удобрения, адаптированных к почвенно-климатическим условиям регионов и генетическим характеристикам сортов.

Поэтому актуальна разработка системы кормления, направленной на совершенствование агротехнологии возделывания каждого сорта озимой пшеницы в разных регионах, включая технологические показатели, определяющие качество зерна.

Гарантированным средством повышения рентабельности зерноводства должно быть выращивание высококачественного зерна.

В настоящее время высокоурожайные сорта озимой пшеницы, созданные местными и зарубежными селекционерами, дают высокие урожаи при выращивании на орошаемых землях в южных регионах страны, но качество зерна не на должном уровне. Наряду с отсутствием органических и минеральных удобрений в решении проблемы выращивания качественного зерна, эффективная агротехника их возделывания находится ниже необходимого уровня. Отсутствие сортов, устойчивых к быстро меняющимся температурам, особенно осенью и зимой, создает огромные проблемы в решении этой проблемы.

Однако качество зерна повышается при ускоренном скармливании сортов озимой пшеницы. Вес 1000 зерен, натуральный вес, стекловидность, урожайность муки и другие показатели являются важными физическими и технологическими показателями качества, которые определяют качество зерна и связаны с агроэкологическими, агротехнологическими и генетическими характеристиками выращиваемого зерна.

Во время формирования зерна количество воды в нем уменьшается, а количество органических веществ увеличивается. В этом процессе качественное формирование зерна, наряду с его генетическими характеристиками, меняет физические и технологические параметры пропорционально внешним факторам.

Вес 1000 зерен, выращенных как цельнозерновые, так и цельнозерновые, высокая натуральная масса, повышенный блеск (стекловидность), высокий выход муки, а также улучшенные биохимические показатели.

По результатам наших опытов, режим питания сорта озимой пшеницы Половчанка увеличился с увеличением массы 1000 зерен, натуральной массы, степени стекловидности зерна и расхода муки.

Данные показывают, что при выращивании сорта озимой пшеницы Половчанка без применения навоза и минеральных удобрений она составляла 38 граммов на 1000 зерновой массы, а при выращивании с 30 т / га компоста масса зерна увеличивалась на 40 граммов или 2 грамма на 1000 тонн.

Было замечено, что рекомендуемая норма минеральных удобрений для этого сорта пшеницы ($N_{180} P_{90} K_{60}$) составляла 41 грамм на 1000 зерен, или в среднем на 3 грамма по сравнению с контрольным вариантом без удобрений и минеральных удобрений.

Еще один важный показатель качества зерна — это расход муки, а если качество зерна, то расход муки увеличивается. Это связано с тем, что если зерно темное и рассыпчатое, соотно-

шение запасных веществ будет выше, чем у шелухи. Такая же ситуация проявилась в увеличении расхода муки по мере увеличения режима кормления сорта озимой пшеницы Половчанка. Это связано с тем, что выход муки из зерна, выращенного в контрольном варианте без удобрений, составил 73,3%, а выход муки из зерна с 30 т / га смешанного навоза составил 74,2%, что на 0,9% больше, чем в вариант управления. При этом расход муки при рекомендуемой дозе минеральных удобрений составил 74,4%, что на 1,1% по сравнению с контрольным вариантом, а при превышении рекомендованной дозы минеральных удобрений — 74,8%, а расход муки составил В 1,5 раза выше, чем в контроле.%, А совместное использование навоза

и минеральных удобрений показало, что урожай муки от моруза при возделывании озимой пшеницы сорта Половчанка составил 75,4–75,5%, что на 2,1–2,2% больше по сравнению с вариантом управления.

Таким образом, физико-технологические показатели, определяющие качество зерна озимой пшеницы сорта Половчанка, увеличились пропорционально нормам и формам внесения удобрений на 1000 зерен, натуральной массе, стекловидности и урожайности муки до 5 г на 1000 зерен по сравнению с неконтролируемым вариантом; натуральная масса до 17 г / л; наблюдается повышение стекловидности до 3,4% и расход муки до 2,2%.

Литература:

1. Холмуродова З., Убайдуллаева Д., Ишмухаммедова Р., Ишонқулова Г. Фермер хўжаликларида донга дастлабки ишлов бериш // Ўзбекистон жанубида фермерчиликни ривожлантириш муаммолари: Республика илмий-амалий конференцияси матераиллари. 8–9 июн 2006. — Тошкент, 2006 — Б.170–172.
2. Холмуродова З., Убайдуллаева Д., Эшмухаммедова Р. Фермер хўжаликларида мўл ва сифатли уруғлик дон етиштириш // «Ўзбекистон жанубида фермерчиликни ривожлантириш муаммолари» Республика илмий-амалий конференцияси матераиллари тўплами. 8–9 июн 2006. Тошкент, 2006. — Б.167–168.
3. Эрназарова Н., Убайдуллаева Д., Мехмонов Ш. Бугдойнинг Половчанка навини навдор уруғини етиштириш салмоғи, сифати ва технологик кўрсаткичларининг озиқлантириш режимига боғлиқлиги // «Агросабоқ» (илмий мақолалар тўплами). — Тошкент, 2007.-Б. 62–63.
4. Эрназарова Н., Убайдуллаева Д. Кул ҳам озиқа // Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги. — Тошкент, 2007. — № 4. — Б.30.
5. Убайдуллаева Д. И., Мехмонов Ш. Р., Холмуродова З. Д., Нортошев Н. Ж. Урожайность пшеницы и пожнивной кукурузы на юге Узбекистана // Зерновое хозяйство. — Москва, 2007. — № 7. — С. 18–19.
6. Азотли ўғит меъёрларини кузги бугдой ҳосилининг сифатига таъсири // Ўсимликшунослик маҳсулотлари етиштириш, дастлабки ишлов бериш ва сақлаш технологияси / илмий мақолалар тўплами. — Тошкент, 2007.-Б.20–21.
7. Убайдуллаева Д. Половчанка нави ҳосилдорлигининг озиқлантириш режимига боғлиқлиги // Агро илм (Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги журнали илмий иловаси). — Тошкент, 2008. — № 1 (5).-Б.12.
8. Убайдуллаева Д. Бугдой етиштиришда минерал ўғитлар самарадорлиги // Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги. — Тошкент, 2008. — № 2 (6). — Б.15–16.
9. Убайдуллаева Д., Эрназарова Н. Бугдой ҳосилдорлиги ва технологик кўрсаткичларининг озиқлантириш режимига боғлиқлиги // Донли экинлар етиштириш ва уларни қайта ишлашда замонавий технологиялардан фойдаланиш муаммолари: республика илмий-амалий конференцияси материаллари тўплами. 28–30 апрел 2008 йил.-Б.27–29.
10. Эрназарова Н. И., Убайдуллаева Д. И., Хамраев Э., Рахматов Э. Минерал ўғитларнинг дон сифатига таъсири самарадорлиги // Бозор ислохотларини чуқурлаштириш шароитида қишлоқ аҳолиси фаровонлигини оширишнинг стратегияси ва истиқболлари: республика илмий-амалий анжумани маърузалари тўплами. 3–4 апрел 2009 йил.Тошкент, 2009. — Б.150–151.

ФИЛОСОФИЯ

Очерк философии науки.

Глава 2. Философские основы классификации и систематики в науке

Войцеховский Сергей Николаевич, кандидат философских наук, доцент
Санкт-Петербургский государственный морской технический университет

Во введении очерка дисциплины «Философия науки», опубликованном в журнале «Молодой ученый» № 18 (360) в апреле 2021 года, было сказано, что данная дисциплина опирается на философский анализ положений фундаментальной и прикладной науки, а в главе 1 вышеуказанного очерка, опубликованной в журнале «Молодой ученый» № 19 (361) в мае 2021 года, был представлен анализ философских основ праксеологии. В данной главе рассмотрим философские вопросы классификации и систематики в науке. Для осмысления соотношения различных отраслей научного знания философами были разработаны положения классификации наук. Историко-философский анализ разработки различных вариантов классификации наук содержится в сочинениях Б.М. Кедрова [5]. Он отмечает взаимосвязь познавательной деятельности и практической деятельности, для изучения которых необходимо учитывать взаимодействие объекта и субъекта. По его мнению, в классификации наук использовались следующие принципы: субъективный принцип и объективный принцип, формальный принцип координации наук и диалектический принцип субординации наук. Формирование системы наук происходит в результате процессов дифференциации наук и интеграции наук. Для описания соотношения наук используются понятия абстрактного и конкретного, общего и частного, теоретического знания и эмпирического знания, фундаментальных наук и прикладных наук. В учениях древнегреческих философов зарождается стремление использовать субъективный принцип и объективный принцип в классификации наук. Рассматривается сходство древнегреческого описания системы наук в виде физики, этики и логики с современным описанием системы наук в виде наук о природе, наук об обществе и наук о мышлении. В Новое время разработкой классификации наук с точки зрения субъективного принципа занимался Ф. Бэкон и К.К. Фойгт, а обосновать классификации наук с точки зрения объективного принципа стремились А. Сен-Симон и О. Конт. Ф. Бэкон стремился классифицировать науки в соответствии со свойствами психики человека: памятью, рассудком и воображением, а К.К. Фойгт классифицировал науки по способности удовлетворять те или иные потребности человека. А. Сен-Симон и О. Конт стремились осмыслить соотношение наук в соот-

ветствии с соотношением исследуемых явлений. Отмечается стремление многих ученых разработать классификацию наук в соответствии с восхождением от абстрактного к конкретному, от общего к частному. К числу абстрактных наук относят математику, которая позволяет делать обобщения частных явлений.

Ф. Энгельс предложил в классификации наук опираться на соотношение форм движения материи и видов материи, которые изучают данные науки [19]. Б.М. Кедров различает механическую форму движения материи, термодинамическую форму движения материи, ядерно-физическую форму движения материи, химическую форму движения материи, химическую форму движения материи, биологическую форму движения материи, геологическую форму движения материи. Различают также космологическую форму движения материи, географическую форму движения материи, социальную форму движения материи и т.д. Классификацию наук предлагается строить таким образом, чтобы соотношение наук, которые изучают определенные формы движения материи, определялось на основе восхождения от низших форм движения материи к высшим формам движения материи. В соответствии с этим формируется ряд фундаментальных наук: физика, химия, биология, геология и т.д. В процессе взаимодействия фундаментальных наук формируются промежуточные науки: физхимия, биохимия и др. Различаются основные группы фундаментальных наук: естественные науки, общественные (гуманитарные) науки, математические науки, философские науки. В технических науках одни ученые различают фундаментальные исследования и прикладные исследования, а другие ученые относят технические науки к прикладным наукам. Прикладные науки не всегда включаются в классификациях наук, которые разрабатываются философами. Часто прикладные науки рассматриваются как простое практическое применение положений фундаментальных наук. В связи с этим требуются дополнительные усилия по изучению положения прикладных наук в классификации наук. Для этих целей можно использовать положения библиотечной классификации наук, как это иногда делает Б.М. Кедров. В России для упорядочения литературы в библиотеках разработаны положения «Библиотечно-би-

блиографическая классификация» (ББК) и «Универсальной десятичной классификации» (УДК) [13–14]. В настоящее время отличие ББК от УДК состоит в том, что в ББК вначале рассматривается группа естественных наук, затем группа прикладных наук и далее группа общественных (гуманитарных) наук, а в УДК вначале рассматривается группа общественных (гуманитарных) наук, затем группа естественных наук и далее группа прикладных наук. В прикладных науках используются положения прикладной математики.

Анализ содержания ББК и УДК позволяет дать общее описание группы прикладных наук, которые с одной стороны, соотносятся с фундаментальными науками, а с другой стороны, непосредственно связаны с практической деятельностью людей. Под практической деятельностью людей понимается предметно-преобразовательная деятельность, которая способна удовлетворять их потребности. К числу прикладных наук относят технические науки и сельскохозяйственные науки, развитие которых связывают с потребностями промышленности и сельского хозяйства. Технические науки относят к числу прикладных наук, т.к. их развитие опирает на положения прикладного естествознания. Для поддержания работоспособности людей в процессе производства необходимо развитие системы здравоохранения и системы образования, функционирование которых обеспечивают такие прикладные науки как медицина и педагогика. Регулирование отношений в обществе обеспечивает экономическая система, политическая система, социокультурная система, в интересах которой разрабатываются положения прикладного обществознания: прикладной социологии, прикладной экономики, прикладной политологии, прикладной культурологии и других прикладных наук. Анализ влияния фундаментальных наук на прикладные науки побуждает многих ученых рассматривать прикладные науки как прикладные естественные науки и прикладные общественные науки. В свою очередь анализ влияния прикладных исследований на формирование положений фундаментальных наук позволяет говорить о воздействии прикладных наук на развитие фундаментальных наук. В качестве примера такого воздействия обычно приводят исследования работы тепловой машины для разработки фундаментальных теоретических основ термодинамики. В противовес представлениям о том, что технические науки являются прикладными науками, развиваются представления о вкладе технических наук в разработку как прикладных исследований, так и фундаментальных исследований. В.Г. Горохов полагает, что следует различать фундаментальные исследования и прикладные исследования в развитии наук, а не делить науки на прикладные науки и фундаментальные науки [2]. Этой точки зрения придерживаются и некоторые другие ученые.

Существуют объективные основания, опираясь на которые философия может обеспечить осмысление единства обществознания (социально-гуманитарных наук), естествознания (естественных наук) и технoзнания (технических наук). Под объектом понимают мир в целом или часть окружающего мира, а под субъектом понимают человека или группу людей. Предметом в науке называют сторону объекта, которая подлежит изучению. Философский анализ положений естествознания, тех-

нознания и обществознания может опираться на различные разделы философии. На ранних этапах развития философии различали следующие разделы философии: физика, этика, логика. Под физикой понимались положения философии природы (натурфилософии), в этике рассматривались вопросы социальной философии, а в логике описывались процессы формирования знания и развития познания. Проводилось различие между теоретической философией и практической философией. Родоначальник философии Нового времени Ф. Бэкон высказал мысль о том, что в основании философии должна лежать естественная (натуральная) философия. Он предложил в качестве метода научного познания использовать преимущественно метод эмпирически обоснованной индукции, который применял в своих исследованиях И. Ньютон. В противовес Ф. Бэкону и И. Ньютону другой родоначальник философии Нового времени Р. Декарт предлагал в познании преимущественно использовать метод дедукции. В настоящее время, например, взаимосвязь философии и обществознания рассматривается в социальной философии, взаимосвязь философии и естествознания рассматривается в философии природы (философии естествознания в процессе изучения концепций современного естествознания), а взаимосвязь философии и технoзнания рассматривается в философии техники. О.Н. Стрельник различает следующие разделы философии: онтология, гносеология, аксиология, праксеология и антропология [12]. Следует отметить значение философского анализа, который опирается на различные разделы философии. Практикологический анализ позволяет выявить практическое значение достижений различных наук, гносеологический анализ позволяет выявить достижения различных наук в познании окружающего нас мира, аксиологический анализ позволяет выявить ценностные ориентации людей. Философское учение о человеке называется философской антропологией. Антропология изучает природные, технические и социальные условия жизнедеятельности человека, а онтология описывает мир в виде объективной реальности. Выделяют различные виды антропологии: философскую антропологию, естественнонаучную антропологию (например, физическая антропология, медицинская антропология), социальную антропологию (например, экономическую антропологию, политическую антропологию, педагогическую антропологию), антропологию техники, культурную антропологию, психологическую антропологию, праксеологическую антропологию и т.д. Как было отмечено ранее выделяют различные виды праксеологии: философская праксеология как философское учение о действии, экономическая праксеология, политическая праксеология, военная праксеология, праксеология управления, культурная праксеология, художественная праксеология, педагогическая праксеология.

В философской литературе рассматривается праксеологическая сторона мировоззрения и ее связь с аксиологической стороной мировоззрения, которая регулирует деятельность человека [20]. Пишут также о праксеологическом аспекте философской методологии [7]. Философская методология описывает методы практической и познавательной деятельности людей. Неудачи в практической деятельности побуждают людей познавать причины возникших неудач. Гносеология (те-

ория познания) изучает формы и методы научного познания. К формам научного познания относят парадигмы, теории, законы, принципы, гипотезы, модели, факты. Различают следующие методы научного познания: наблюдение, эксперимент, анализ, синтез, индукция, дедукция, исторический метод, логический метод, сравнительный метод, метод моделирования, количественный метод, качественный метод, субъективный метод, объективный метод, методы систематики и т.д. Понятие парадигмы для описания развития науки было использовано Т. Куном [6]. Он понимает под парадигмой модель, образец, пример в научном исследовании, который объединяет членов научного сообщества. По его мнению, понятие парадигмы сходно с понятием программы научного исследования. Содержание парадигмы описывается посредством определенной дисциплинарной матрицы, которой придерживается ученый. В дисциплинарной матрице выделяются следующие элементы: метафизическая часть парадигмы, символические обобщения (например, символическая запись закона И. Ньютона), ценности (общепринятые ценности и индивидуальные модификации в применении общепринятых ценностей), образцы решения проблем. Смена парадигмы приводит к научной революции. С критикой концепции парадигмы Т. Куна выступил К. Поппер [18]. Он полагает, что ориентация ученых на определенные модели, образцы и примеры научного исследования являются тормозом в развитии науки и способствует проявлению догматизма. По его мнению, необходимо ориентировать ученых на использование не только принципа верификации, но и принципа фальсификации суждений, т.е. на критическое отношение ко всяким суждениям в науке. В споре Т. Куна и К. Поппера компромиссную позицию занял И. Лакатос, который являлся учеником К. Поппера. И. Лакатос полагает, что развитие научного познания можно описать посредством реализации исследовательских программ [8]. В методологии научно-исследовательской программы различается положительная эвристика и отрицательная эвристика. Отрицательная эвристика защищает твердое ядро научно-исследовательской программы, а положительная эвристика использует гипотезы для защиты твердого ядра. Для описания научного познания предлагается опираться на положения диалектики, т.к. в основании научно-исследовательской программы может лежать противоречие. В качестве примера такого противоречия называется корпускулярно-волновой дуализм, лежащий в основе теоретических представлений современных физиков.

В. С. Степин пишет, что оппоненты Т. Куна отмечают расплывчатость и многозначность его толкования содержания парадигмы, например, относительно субординации элементов дисциплинарной матрицы или понимания метафизической части дисциплинарной матрицы либо как философской части, либо как принципов научного исследования [9–11]. В связи с этим возникает вопрос о том, как относиться к изменениям в дисциплинарной матрице (парадигмальным прививкам), которые осуществляют ученые. Соотношение требований дисциплинарной матрицы и научных новаций рассматривается как соотношение традиций и творческой деятельности ученых. Отмечается возрастание роли творческой активности ученых в современном обществе по сравнению с доиндустриальным обще-

ством. Изменения любых элементов дисциплинарной матрицы свидетельствуют о преобразовании старой парадигмы в новую парадигму? Т. Кун описывает данный процесс через соответствующие примеры научных революций, в ходе которых происходила смена одной парадигмы на другую. Необходимо дать определение тех элементов дисциплинарной матрицы, которые порождают преобразования одной парадигмы в другую или замены одной парадигмы другой парадигмой. В. И. Добренков и А. И. Кравченко предлагают использовать кроме понятия дисциплинарной матрицы понятие междисциплинарной матрицы и понятие внутридисциплинарной матрицы [3]. Понятие междисциплинарной матрицы предлагается использовать для научного изучения междисциплинарных связей наук, а понятие внутридисциплинарной матрицы использовать для научного изучения элементов научного знания и внутренних взаимосвязей в рамках данной дисциплины. Во внутридисциплинарной матрице предлагается различать следующие элементы: научные программы, исследовательские группы, научные направления, методология, теоретические и эмпирические знания. Необходимость использования понятия внутридисциплинарной матрицы обосновывается тенденцией дифференциации наук, а понятие междисциплинарной матрицы можно использовать для изучения процессов интеграции наук. Однако существует проблема изучения соотношения междисциплинарной матрицы и внутридисциплинарной матрицы, т.к. всякая дисциплина в процессе развития научного познания может подвергнуться дальнейшей дифференциации и преобразоваться в набор различных дисциплин, соотношение между которыми необходимо будет изучать с точки зрения междисциплинарной матрицы. При рассмотрении междисциплинарной матрицы необходимо учитывать соотношение различных парадигм, которые используются в различных дисциплинах.

В. С. Степин пишет о том, что настоящее время на формирование мировоззрения людей существенное влияние оказывают достижения фундаментальных и прикладных наук. Он полагает, что технические науки не являются просто прикладным естествознанием, т.к. в технических науках есть слой не только прикладных знаний, но и слой фундаментальных знаний. По его мнению, современная научная картина мира формируется на основе принципов универсального (глобального) эволюционизма посредством объединения эволюционного подхода и системного подхода. Эволюция неживых материальных систем, живых материальных систем и социальных материальных систем рассматривается как единый универсальный (глобальный) процесс. Отмечается важная роль в синтезе эволюционного подхода и системного подхода положений синергетики (теории развития систем), разработанных в сочинениях Г. Хакена, который опирался на теорию самоорганизации И. Р. Пригожина. Высказывается мысль о том, что принципы универсального (глобального) эволюционизма становятся доминантой синтеза знаний в современной науке. Универсальный (глобальный) эволюционизм позволяет выявить взаимосвязь различных объектов окружающего мира. Объектом познания философии является мир в целом и место человека в нем, а обществознание изучает только общество. Обществознание (социально-гуманитарные науки) соотносится с естествознанием

(естественными науками) и технотехнологиями (техническими науками). Взаимосвязь философии и социально-гуманитарных наук описывается в социальной философии.

Для разработки научных основ естествознания и обществознания необходимо использовать метод систематизации. Под систематикой понимается учение о принципах и способах упорядочения элементов системы в условиях проявления хаоса, нарушения порядка. В систематике используется классификация и типология элементов системы, разрабатываются положения номенклатуры. Положения социальной систематики и номенклатуры разрабатываются на определенных философских и частнонаучных теоретических и эмпирических основаниях. При разработке положений естественнонаучной и социальной систематики предлагается учитывать деление наук на номотетические науки и идиографические науки, которое предложил В. Виндельбанд [1]. Последний относил номотетическим наукам естествознание, а к идиографическим наукам относил обществознание. С мнением В. Виндельбанда в определенной мере не согласен Н.И. Кареев [4]. Он полагал, что социология, которая относится к обществознанию, является номотетической наукой. По его мнению, номотетические науки можно называть номологическими науками, а идиографические науки можно называть феноменологическими науками. Настоящее время считается золотым веком использования номотетического подхода в социологии. На социологию возлагается задача номотетического (номологического), т.е. теоретического осмысления исторических явлений, а на историю возлагается задача идиографического (феноменологического) описания исторических явлений. Таким образом, обосновывается идея взаимосвязи истории и теории в развитии науки. Для решения этих задач систематизируются существующие научные воззрения и предлагается разработка положений социологической номенклатуры и исторической номенклатуры для преодоления существующего хаоса в терминологии. Критически оценивается хронологическая номенклатура (деление истории на древнюю историю, средние века и новое время), принятая в исторической науке, которая может быть усовершенствована с точки зрения социологических теорий развития общества. При разработке положений социологической номенклатуры предлагается учитывать опыт разработки номенклатуры естественных наук (астрономической номенклатуры, географической номенклатуры, ботанической номенклатуры, зоологической номенклатуры, химической номенклатуры). Сходство социологической номенклатуры и естественнонаучной номенклатуры объясняется тем, что социология рассматривается как номотетическая (номологическая) наука и естественные науки рассматриваются как номотетические (номологические) науки.

Систематика фактов способствует обоснованию законов, а разработка системы понятий необходима для осмысления сущности закона. Разрабатываются также положения систематики законов. Различаются законы природы, законы общества, законы мышления; качественные законы и количественные законы; динамические законы и статистические законы; законы астрономии, законы физики, законы химии, законы биологии, законы социологии, законы экономической науки и т.д. Свое-

образе законов различных наук объясняют качественными особенностями предметов, которые они изучают. Закон фиксирует всеобщие и необходимые причинно-следственные отношения явлений. В связи с этим потребовалось дать определение понятия причины и понятия следствия. Под причиной понимают объект (или субъект), который посредством воздействия на другой объект (или субъект) порождает определенное следствие. Под следствием понимают след, результат, вывод и т.д. Корнем слова следствия является след. От этого корня происходит много слов: наследие, наследственность, последствие, исследование. Понятие наследия описывает явления прошлого, которые оказывают воздействия на явления в настоящее время, а понятие последствий описывает явления, которые могут возникнуть в будущем в результате явлений, возникающих в настоящее время. Законы познаются в процессе исследования. В этимологическом словаре пишут, что слово исследование буквально означает идти по следу. Для познания законов выявляют следы прошлого в настоящем во Вселенной, на нашей планете Земля, в биосфере, обществе и психике людей. Изучение следов прошлого в настоящем позволяет установить картину исторического развития мироздания. Источники исторических сведений рассматриваются как следы прошлого. Эмоциональный след может храниться в памяти человека достаточно длительное время. Следование помогает криминалистам разбираться в очень запутанных жизненных ситуациях людей. Криминалистическая гомология изучает слепообразующие и следовоспринимающие объекты для описания картины произошедших событий. Гомологичным называются объекты, между которыми существует частичное сходство наряду с частичным отличием. Понятие гомологии используется в систематике различных объектов и субъектов.

На основе результатов познания формируются представления людей о бытии. В онтологии рассматривают понятия бытия и небытия, субстанциональное и атрибутивное понимание бытия, структурную организацию бытия в виде лестницы систем (вакуум, элементарные частицы, атомы, молекулы, макротела, планеты, звезды, галактики, Метагалактики и Универсума), динамическую организацию бытия (порядок и хаос, прогресс и регресс, механическая форма движения материи, физическая форма движения материи, биологическая форма движения материи, социальная форма движения материи), исторические формы диалектики, законы диалектики, пространственную и временную организацию бытия, концепцию глобального (универсального) эволюционизма, положения философии природы (натурфилософии). В качестве основного вопроса философии рассматривается вопрос о соотношении бытия или мышления, материи или сознания. Этот вопрос может рассматриваться с точки зрения первичности материи или сознания. Различают материалистическое решение и идеалистическое решение основного вопроса философии. Под материей понимают объективную реальность, которая существует помимо сознания человека. Сторонники материалистического решения основного вопроса философии полагают материю первичной, а сознание вторичным, а сторонники идеалистического решения основного вопроса философии полагают сознание первичным, а материю вторичной. В фило-

софии различают различные формы материализма и формы идеализма. Например, различают естественнонаучный материализм, антропологический материализм, исторический материализм, экономический материализм, диалектический материализм. Сторонники естественнонаучного материализма признают материальную природу первичной, а сознание вторичным. Естественнонаучный материализм оказывает существенное влияние на взгляды многих естествоиспытателей: физиков, химиков, биологов, географов, геологов, астрономов. Под влиянием естественнонаучного материализма разрабатываются положения такой дисциплины как концепции современного естествознания. Сторонники антропологического материализма признают материальную природу человека первичной, а сознание вторичным. Сторонники экономического материализма утверждают, что материальные производственные отношения первичны, а сознание вторично. Сторонники исторического материализма считают, что сознание человека определяется не только материальными производственными отношениями, но и материальными отношениями воспроизводства населения. Сторонники диалектического материализма полагают, что сознание определяется развитием материи посредством борьбы противоположностей. Ю. М. Федоров называет сторонников материализма сторонниками объектоцентризма, т.к. они признают первичность объективной реальности по отношению к сознанию [15–16]. По его мнению, в настоящее время объектоцентризм закрепился в сознании подавляющей части человечества. Он критикует объектоцентризм и отстаивает точку зрения идеализма, которую называет субъектоцентризмом.

Различают субъективный идеализм и объективный идеализм. Сторонники субъективного идеализма утверждают, что сознание человека первично, а материя вторична. Сторонники объективного идеализма полагают первичным духовное начало, которое находится вне сознания человека, и это духовное начало первично по отношению к материи. Данной точки зрения придерживаются люди, исповедующие религию. Существуют компромиссные решения основного вопроса философии в виде дуализма, когда в качестве первоначала принимается и духовное начало, и материальное начало. Дуализма в решении основного вопроса философии придерживался Р. Декарт. Основной вопрос философии может рассматриваться с точки зрения способности сознания познавать окружающий

нас мир. Многие материалисты и идеалисты признавали познаваемость окружающего нас мира. Философов, которые отрицали познаваемость мира, называют агностиками. К агностицизму могут склоняться философы, которые скептически относятся к способностям людей познавать окружающие нас мир. Скептицизм формируется под влиянием обнаружения заблуждений людей, в том числе массовых заблуждений. Однако не всегда скептицизм приводит к агностицизму. Например, Р. Декарт придерживался в своей философии принципа методического сомнения, но не перешел на позиции агностицизма. Он использовал скептицизм для критической оценки положений науки и разработки положений науки Нового времени. Следует отметить его достижения в области разработки положений натуральной философии и механики, в которых его взгляды соперничали с взглядами И. Ньютона. В XX–XXI веках положения философии природы разрабатывали И. Р. Пригожин, Г. Хакен.

В философских сочинениях Я. С. Яскевич с соавторами отмечается взаимосвязь социальной философии и философской антропологии. [17, 20]. Философская антропология рассматривает человека как социо-природное существо, развитие сознания индивида и процесс антропогенеза. Она анализирует взаимосвязь познавательной деятельности и практической предметно-преобразовательной деятельности отдельного человека, а социальная философия рассматривает эту взаимосвязь в масштабах целых народов. В социальной философии общество рассматривается как развивающаяся система, опираясь на формационную и цивилизационную парадигмы в философии истории, положения философии техники и хозяйства, философии политики и права, философии культуры. Представления об обществе как развивающейся системе опираются на положения синергетики, разработанные Г. Хакенем и положения теории самоорганизации И. Р. Пригожина. В философии экономики и хозяйства затрагиваются вопросы ценностно-антропологического поворота. В толковании понятия ценности следует учитывать мнение Г. Риккерта о наличии положительных и отрицательных ценностей. К положительным ценностям он относит добро, истину и красоту, а к отрицательным ценностям он относит зло, ложь и безобразное. В социальной философии рассматривается силовая интерпретация политики и концепции ненасилия. В философии культуры анализируются вопросы философии религии, морали и искусства.

Литература:

1. Виндельбанд В. Прелюдии. — М.: Кучково поле, 2007.
2. Горохов В. Г. Фундаментальные и прикладные исследования, а не фундаментальные и прикладные науки // Эпистемология и философия науки. 2014. Том 40. № 2. С. 19–28.
3. Добреньков В. И., Кравченко А. И. Фундаментальная социология: В 15 т. Т. 1. Теория и методология. — М.: Инфра-М, 2003.
4. Кареев Н. И. Теория исторического знания. — СПб.: Типография М. М. Стасюлевача, 1913.
5. Кедров Б. М. Классификация наук. В 3-х кн. — М.: ВПШ и АОН при ЦК КПСС, 1961–1985.
6. Кун Т. Структура научных революций. — М.: Прогресс, 1975.
7. Кохановский В. П., Золотухина Е. В., Лешкевич Т. Г., Фатхи Т. Б. Философия для аспирантов: Учебное пособие. — Ростов н/Д: Феникс, 2003.
8. Лакатос И. Избранные произведения по философии и методологии науки. — М.: Академический проект, 2008.
9. Степин В. С. Теоретическое знание. Структура, историческая эволюция. — М.: Прогресс Традиция, 2000.

10. Степин В. С. Философия науки. Общие проблемы: Учебник для аспирантов и соискателей ученой степени кандидата наук. — М.: Гардарики, 2006.
11. Степин В. С., Горохов Г. В., Розов М. А. Философия науки и техники: Учебное пособие. — М.: Гардарики, 1999.
12. Стрельник О. Н. Философия: Краткий курс лекций. — М. Юрайт, 2011.
13. Сусясян Э. Р. Библиотечно-библиографическая классификация (ББК) — Национальная классификационная система Российской Федерации. — М.: РГБ, 2015.
14. Универсальная десятичная классификация: Сокращенное издание / Гл. ред. акад. Ю. М. Арский. — М.: ВИНТИ РАН, 2006.
15. Федоров Ю. М. Универсум морали. — Тюмень: РАН СО ТНЦ, 1992.
16. Федоров Ю. М. Сумма антропологии. В 3 книгах. — Новосибирск: Наука, 1994–2000.
17. Философия: Учебное пособие / Под общей ред. Я. С. Яскевич. — Мн.: Вышэйшая школа, 2012.
18. Эволюционная эпистемология и логика социальных наук: Карл Поппер и его критики / Составители Д. Г. Лахути, В. Н. Садовский, В. К. Финн. — М.: УРСС, 2000.
19. Энгельс Ф. Диалектика природы. — М.: ИПЛ, 1969.
20. Яскевич Я. С. Философия: Конспект лекций. — Мн.: ТетраСистемс, 2010.

Законы и категории диалектики в практике современного врача

Рыбалченко Валерия Анатольевна, преподаватель;

Корягин Владимир Сергеевич, студент

Пермский государственный медицинский университет имени академика Е. А. Вагнера

В статье авторы рассматривают связь законов и категорий диалектики в практике современного врача, основываясь на отечественных научных публикациях.

Ключевые слова: диалектика, медицина, практика врача, философия.

Законь медицины по отношению к законам диалектики частны и специфичны, но как в единичном проявляется природа общего, так и в медицине проявляются законы диалектики. [1].

Существует три закона диалектики:

- 1) закон единства борьбы и противоположностей;
- 2) закон перехода количественных изменений в качественные;
- 3) закон отрицания отрицания.

Это три тесно взаимосвязанных закона, которые управляют всеми процессами не только в окружающем нас мире, но и в обществе или в человеческом сознании. На основе этих законов формируется медицинское диалектическое мышление, или, как мы часто слышим от преподавателей на клинических и субклинических предметах — «клиническое мышление».

Закон единства и борьбы противоположностей является основой материалистической диалектики. Он объясняет внутренний источник движения тех или иных процессов. Примером этого являются категории: качество и количество, причина и следствие, случайность и необходимость, часть и целое, форма и содержание [2]. Однако в медицине, особенно в практике современного врача примером закона единства и борьбы противоположностей может служить пример использования антибиотиков и жаропонижающих. Так, например, одной из главных проблем в работе врача терапевта, является противоречие между знанием сущности болезни, знанием общего вида клинических проявлений и отсутствием знаний о конкретных причинах возникновения болезни и ее лечения. Общие воспа-

ления, или повышенная температура тела,— есть патологический процесс, который врач должен купировать, в то же время он является защитным и полезным для организма. В этом случае врач должен грамотно ответить на вопрос, использовать жаропонижающие или нет. Так как положительный эффект общего воспаления с легкостью может перейти в резко негативный [3]. Поэтому врач всегда должен видеть и помнить диалективную связь в этих процессах.

Закон перехода количественных изменений в качественные непрерывно связан с законом единства борьбы противоположностей. Если первый закон описывает источник развития, то второй закон характеризует внутренний механизм развития этого [2]. То есть, при определенных количественных изменениях обязательно меняется качество. Врач, в свою очередь, должен углубляться как в качественную, так и в количественную характеристику наблюдаемого заболевания. Так же, врач должен учитывать, что при достижении порогового уровня количественного показателя качество кардинально меняется. Хороший пример — это биохимические, иммунологические, гематологические показатели больных новой коронавирусной инфекцией. Врачу необходимо в каждом новом уровне оценивать количественные показатели и наблюдать качественные изменения в состоянии больного. Например, постоянно меняющийся уровень иммуноглобулинов может свидетельствовать о легком перенесении заболевания, тяжелом состоянии, коме, или даже предсмертном состоянии.

Закон отрицания отрицания тесно связан с двумя предыдущими законами и отвечает на очень важный вопрос —

в каком направлении идет развитие? Данный закон описывает тенденцию развития природы или организма, общества или мышления. Умелое понимание этого закона врачом способствует глубокому осознанию диалектических процессов, происходящих в организме [4]. Так, еще И. И. Мечников, говоря об усложнении воспалительного процесса в ходе эволюции животных отмечал, что если у личинки морской звезды фагоцитоз происходит без участия кровеносных сосудов и нервной системы, так как и то и другое у нее отсутствуют, то у высокоразвитых животных воспалительный процесс осуществляется при участии различных систем организма.

Считается, что применение законов материалистической диалектики формирует то самое «клиническое мышление». Врачу необходимо непрерывно оценивать всеобщие взаимосвязи явлений и процессов, происходящих с больным. Игнорирование законов может привести к неполноценной работе врача, которая будет сводиться исключительно к следованию клиническим рекомендациям.

Основные законы диалектики являются необходимой частью клинического мышления, однако диалектика на этом не ограничивается, есть так называемые **категории** — опорные научные понятия, описывающие наиболее важные свойства,

характеристики, особенности болезни. Категории выявляют содержание и действие основных законов, являясь необходимыми для осознания причины, сущности и содержания [5].

Сущность и явление — важнейшие гносеологические категории, особенно в работе врача. Любая болезнь состоит из внешних проявлений болезни — симптомы (явление), и сама причина заболевания — возбудитель (сущность).

Форма и содержание — единство противоположностей. Гипертрофия межжелудочковой перегородки (форма) может значительно влиять или не влиять на фракцию выброса (сущность), и быть началом серьезной патологии. Задача врача в этом случае — определить противоречия, найти пути для решения проблемы.

Заключение. В работе современного врача: хирурга, терапевта или функционалиста, необходимо основываться на симбиозе философии и теоретической медицинской базы. Благодаря глубокому познанию диалектики, хирург сможет действовать наиболее рационально и эффективно, за счет рассмотрения патологии как системы общих закономерностей. Терапевт будет грамотнее выстраивать лечение пациентов, за счет знаний, основанных из синтеза не только клинических и теоретических предметов, но и философии.

Литература:

1. Шевченко, Е. В. Диалектические законы и категории в физике живого организма / Е. В. Шевченко, А. В. Коржув // Сиб. мед. журн. 2005. Т. 55, № 6. С. 101–106
2. История диалектики. Немецкая классическая философия / под ред. Т. И. Ойзермана. М.: Мысль, 1978. 364 с.
3. Давыдовский, И. В. Общая патология человека / И. В. Давыдовский. М.: Медицина, 1969. 611 с
4. Жилин Владимир Ильич Диалектический закон отрицания отрицания: «Снятие» по Гегелю // Гуманитарный вектор. 2017. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dialekticheskiy-zakon-otritsaniya-otritsaniya-snyatie-po-gegelyu> (дата обращения: 12.05.2021).
5. Белоусов А. И. Категория меры в диалектике Гегеля и математическое мышление // Инновационная наука. 2017. № 4–4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kategoriya-mery-v-dialektike-gegelya-i-matematicheskoe-myshlenie> (дата обращения: 09.05.2021).

Молодой ученый

Международный научный журнал
№ 20 (362) / 2021

Выпускающий редактор Г. А. Кайнова
Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга, З. А. Огурцова
Художник Е. А. Шишков
Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянов, М. В. Голубцов, О. В. Майер

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.
При перепечатке ссылка на журнал обязательна.
Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г., выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый»

Номер подписан в печать 26.05.2021. Дата выхода в свет: 02.06.2021.

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.