

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



16+

21 2023
ЧАСТЬ I

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 21 (468) / 2023

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

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

Международный редакционный совет:

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

На обложке изображен *Георг Симон Ом* (1787–1854), немецкий физик, открывший основной закон электрической цепи.

Родился Георг 16 марта 1787 года в городе Эрлангене (Бавария, Германия). Его мать, Элизабет Мария, происходила из семьи портного; она умерла, когда Георгу исполнилось девять лет. Отец мальчика — слесарь Иоганн Вольфганг был весьма развитым и образованным человеком, с детства занимался образованием сына и самостоятельно преподавал ему математику, физику и философию. Он отправил Георга учиться в гимназию, которую курировал университет. По окончании курса в 1805 году Георг Ом начал изучать математические науки в Эрлангенском университете. Уже после трех семестров в 1806 году, бросив университет, принял место учителя в монастыре Готштадт (Швейцария).

В 1809 году Ом покинул Швейцарию и, поселившись в Нейенбурге, всецело посвятил себя изучению математики. В 1811 году вернулся в Эрланген, в том же году сумел окончить университет, защитить диссертацию и получить ученую степень доктора философии. Более того, в университете ему тут же была предложена должность приват-доцента кафедры математики. В этом качестве он проработал до 1813 года, когда принял место преподавателя математики в Бамберге (работал там до 1817 года), откуда перешел на такую же должность в Кёльне. Во время пребывания в Кёльне Ом опубликовал свои знаменитые работы по теории гальванической цепи.

Целый ряд неприятностей заставил его в 1826 году покинуть должность (по личному указанию министра образования Ом был уволен с работы в школе за публикацию в газетах своих открытий в области физики). Следующие шесть лет, несмотря на весьма стесненные обстоятельства, Ом посвятил себя исключительно научным работам и лишь в 1833 году принял предложение занять должность профессора физики, а затем и ректора в политехнической школе в Нюрнберге.

Изучая связь электричества с магнетизмом, в 1826 году Ом открыл один из важнейших законов — количественный закон цепи электрического тока. Ученый воспользовался методом французского инженера и физика Ш. О. Кулона, но несколько изменил его. Над проволокой с током он поместил магнитную стрелку, подве-

шенную на нити. При закручивании она удерживала стрелку в равновесии, а углом кручения измерялась сила тока.

В этом эксперименте Ом установил, что:

- 1) сила тока постоянна в различных участках цепи;
- 2) сила тока убывает с увеличением длины провода и с уменьшением площади его поперечного сечения.

Физик также обнаружил ряд веществ, которые увеличивают сопротивление; в их числе серебро, свинец, медь, золото, цинк, олово, платина, палладий, железо.

Главный труд Ома — «Гальваническая цепь, разработанная математически» (1826 г.).

В 1827 году ученый ввел понятия «электродвижущая сила», «падение напряжения», «проводимость».

Помимо электричества Ом занимался акустикой, оптикой, кристаллооптикой. Он высказал мысль о сложном составе звука и экспериментально установил, что человеческое ухо воспринимает как простой тон лишь тот звук, который вызван простым синусоидальным колебанием. Остальные звуки воспринимаются как основной тон и добавочные обертоны. Открытие получило название акустического закона Ома. Этот закон не был принят современниками Ома, и его полную справедливость Гельмгольц доказал лишь через восемь лет после смерти автора.

В 1842 году Георг Ом стал членом Лондонского королевского общества. В 1849 году Ом, уже в то время весьма известный, был приглашен на должность профессора физики в Мюнхен и назначен там же консерватором физико-математических коллекций академии наук. Он оставался там до своей смерти, наступившей 6 июля 1854 года.

Георг Ом похоронен на Старом южном мюнхенском кладбище.

В 1970 году Международный астрономический союз присвоил имя Георга Ома кратеру на обратной стороне Луны.

В 1881 году на международном конгрессе электриков в Париже решено было назвать его именем теперь общепринятую единицу электрического сопротивления, а в 1892 году в Мюнхене воздвигли памятник Ому.

*Информацию собрала ответственный редактор
Екатерина Осянина*

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

- Бекмурзаев Б.Х., Маммедалыев В.Г.**
Влияние постоянных времени на величину заряда конденсаторов и потокосцепление индуктивных катушек 1

ХИМИЯ

- Петрук В. В.**
Анализ процесса получения метилмеркаптана и способы его усовершенствования 4
- Петрук В. В.**
Подбор оптимальных параметров технологического режима получения метилмеркаптана и способы его совершенствования 6
- Селиванов Н. И., Шишкин Е. В., Зотов Ю. Л.**
Особенности производства хлорированных парафинов 8
- Селиванов Н. И., Шишкин Е. В., Зотов Ю. Л.**
Стабилизация хлорированных парафинов 9

БИОЛОГИЯ

- Захарова М. Е., Щербакова П. С.**
Изучение видового разнообразия водорослей в различных компонентах экосистем (на примере г. Могилева, Республика Беларусь) 11
- Иржанов Ж. Б.**
Питомники Актюбинской области 13
- Иржанов Ж. Б.**
Видовой состав древесных насаждений в питомниках Актюбинской области 16
- Pham Thi My, Bui Xuan Dong**
Selection of indigenous Rhodobacter sp. ability to process organic compounds 18
- Шукурова Г.**
Иксодовые клещи (Acari: Ixodidae) Краснодарского края и его окрестностей 25

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Аманова Ж. С., Кузнецова И. А.**
Исследование влияния глобального потепления на состояние ледника Туюксу 29
- Божко К. А.**
Анализ результатов бурения многозабойных скважин с облегченной конструкцией 35
- Валиев Х. Д.**
Разработка рекомендаций по уменьшению потерь легкой нефти от испарения в резервуарах 38
- Вьюшкина В. В.**
Изучение акустических свойств горных пород методом профильного сканирования 41
- Гуденко Д. С.**
Выбор элементной базы устройства индикации текстовой информации для жестких условий эксплуатации 44
- Жораев Т. Ю., Павлюк Е. А.**
Обзор проекта автоматической сигнализации на МК Arduino с применением модуля гироскопа-акселерометра 48
- Захаров А. В.**
Перспектива применения модульных блоков в энергоснабжении городов и пригородов 50
- Карпенко А. Н.**
Цифровая обработка радиолокационных сигналов на фоне комплексов помех 52
- Корниенко К. В.**
Анализ проведенных работ в области определения модуля деформации для слабых глинистых грунтов 54
- Никишин Д. Н., Паньшева Л. Г.**
Правовой аспект становления таможенного контроля за делящимися и радиоактивными материалами 61
- Олексюк Н. И., Байгулин Ж. Д.**
Разработка программы геодезического мониторинга за деформационным состоянием канатно-кресельной дороги 65

**Сафарьян О. А., Дедиченко Д. В., Свистун Н. О.,
Найденова Ю. И.**

Криптоанализ и реализация потокового шифра
RC469

Urokov A. K., Narmanov A. Q.

Types of transverse deformations in asphalt
concrete pavements 73

Шахарилаева С. Г.

Повышение надежности системы
электропитания Жезказганской
обогащательной фабрики путем
совершенствования системы автоматического
ввода резерва75

ФИЗИКА

Влияние постоянных времени на величину заряда конденсаторов и поттокосцепление индуктивных катушек

Бекмурзаев Бабаджан Худайбердыевич;
Маммедалыев Векилмырат Гелдимаммедович, студент
Туркменский государственный архитектурно-строительный институт (г. Ашхабад, Туркменистан)

Разделы физики и электромеханики содержат информацию о физических явлениях, возникающих при включении конденсаторов в электростатические поля. При последовательном соединении конденсаторов обратная величина их эквивалентного напряжения равна сумме обратных величин обратных напряжений компонентов этой цепи. Кроме того, заряды всех конденсаторов равны друг другу, и вся схема называется равной зарядам перехода.

Ключевые слова: поттокосцепление, катушка индуктивности, конденсатор, постоянные времени.

В [1, 2] доказано, что аналогичное физическое явление возникает при параллельном соединении индуктивных контуров. При параллельном соединении катушек индуктивности доказано, что обратные величины их индуктивностей равны сумме обратных величин индуктивностей параллельных катушек индуктивности, входящих в одну и ту же схему замещения.

Доказано также, что при определенных условиях потоки во всех окружностях равны друг другу, и в то же время вся схема равна потоку объединения.

Мы поставили перед собой задачу доказать, при каких условиях в конденсаторах и катушках индуктивности имеют место такие эквивалентные физические явления.

Во-первых, давайте рассмотрим, как ведут себя заряды при последовательном соединении конденсаторов.

Как известно [1, 2]:

$$q = CU, \quad \tau_c = RC \tag{2}$$

Здесь:

C — напряжение последовательно соединенных конденсаторов, Ф;

U — напряжение на конденсаторах, В;

q — заряд объединенных конденсаторов, Кл;

τ_c — постоянная времени, с;

R — сопротивление конденсаторов, Ом.

(1) из уравнения

$$q = \frac{\tau_c}{R} \cdot U = \tau_c \cdot I \tag{2}$$

Как видно из формулы, q — заряд напрямую связан с постоянной времени,

I — это ток, который заряжает конденсаторы в цепи.

Если конденсаторы соединены последовательно, то через них будет протекать ток. Например, для двух конденсаторов

$$I = \frac{q_1}{\tau_{c1}} = \frac{q_2}{\tau_{c2}}; \quad \frac{q_1}{q_2} = \frac{\tau_{c1}}{\tau_{c2}} \tag{3}$$

Когда постоянные времени равны ($\tau_{c_1} = \tau_{c_2}$) друг другу, то и заряды будут равны друг другу:

$$(q_1 = q_2)$$

При этом суммарный заряд двух последовательно соединенных конденсаторов [2]

$$q = \frac{q_1 C_2 + q_2 C_1}{C_1 \cdot C_2} \cdot C \quad (4)$$

Постоянная времени для всех подключенных цепей

$$\tau_C \cdot I = \frac{I \cdot \tau_{C_1} \cdot C_2 + I \cdot \tau_{C_2} \cdot C_1}{C_1 \cdot C_2} \cdot C$$

из этого уравнения

$$\tau_C = \frac{\tau_{C_1} \cdot C_2 + \tau_{C_2} \cdot C_1}{C_1 \cdot C_2} \cdot C = \tau_{C_1} \frac{C}{C_1} + \tau_{C_2} \frac{C}{C_2} \quad (5)$$

Этот результат означает, что постоянная времени постоянна, когда два конденсатора соединены последовательно. Если постоянные времени конденсаторов равны друг другу

$$v_{C_1} = v_{C_2} = v_{C_{1,2}} \quad (6)$$

$$\tau_C = \frac{\tau_{C_{1,2}} (C_1 + C_2)}{C_1 \cdot C_2} \cdot C \quad \text{и} \quad C = \frac{\tau_C}{\tau_{C_{1,2}}} \cdot \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

Если $\tau_c = \tau_{c_1} = \tau_{c_2}$ так, то

$$C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} \quad (7)$$

В таком случае $q_1 = q_2 = q$

Также $q = \tau \frac{I}{C}$ затем для конденсаторов и для всех последовательных соединений

$$\tau_{c_1} = \frac{q_1}{I}, \quad \tau_{c_2} = \frac{q_2}{I}, \quad \tau_c = \frac{q}{I}.$$

То есть

$$\tau_{c_1} = \tau_{c_2} = \tau_c \quad \frac{q_1}{I} = \frac{q_2}{I} = \frac{q}{I} \quad q_1 = q_2 = q$$

По полученным результатам постоянные времени конденсаторов для всей цепи (соединенных последовательно) составляют:

1. Обратная величина полного напряжения цепи равна сумме обратных величин напряжений каждого конденсатора.
2. Сумма зарядов каждого конденсатора равна заряду всей цепи.

Теперь давайте исследуем, как ведут себя взаимодействия магнитных потоков параллельно соединенных катушек индуктивности.

Как известно [2]

$$\psi = L \cdot I, \quad \tau_L = \frac{L}{R} \quad (8)$$

Здесь

Ψ — потокосцепление взаимосвязанных контуров, Вб;

L — индуктивность катушки, Гн;

I — ток, протекающий по катушкам, А;

τ_L — постоянная времени кругов, с;

R — сопротивления окружностей, Ом;

Из формулы 8

$$\psi = I \cdot \tau_L \cdot R = U \cdot \tau_L \quad (9)$$

то есть плотность магнитного потока напрямую связана с постоянной времени катушек, U — напряжение на параллельных катушках.

Если индукторы соединены параллельно друг другу, например, для двух индукторов

$$U = \frac{\Psi_1}{\tau_{L_1}} = \frac{\Psi_2}{\tau_{L_2}}, \quad \frac{\Psi_1}{\Psi_2} = \frac{\tau_{L_1}}{\tau_{L_2}} \tag{10}$$

Когда постоянные времени равны друг другу ($\tau_{L_1} = \tau_{L_2}$), плотность магнитного потока также будет равна друг другу ($\Psi_1 = \Psi_2$)

Связь между магнитными потоками двух параллельно соединенных катушек [2]

$$\Psi = \frac{\Psi_1 \cdot L_2 + \Psi_2 \cdot L_1}{L_1 \cdot L_2} \cdot L \tag{11}$$

Найдите постоянную времени всей цепи

$$U \cdot \tau_L = \frac{U \cdot \tau_{L_1} \cdot L_2 + U \cdot \tau_{L_2} \cdot L_1}{L_1 \cdot L_2} \cdot L$$

Из этого уравнения

$$\tau_L = \frac{\tau_{L_1} \cdot L_2 + \tau_{L_2} \cdot L_1}{L_1 \cdot L_2} \cdot L = \tau_{L_1} \frac{L}{L_1} + \tau_{L_2} \frac{L}{L_2} \tag{12}$$

Уравнение 12 представляет собой постоянную времени двух параллельно соединенных катушек индуктивности. Если постоянные времени катушек индуктивности равны друг другу

$$\tau_{L_1} = \tau_{L_2} = \tau_{L_{1,2}}$$

Тогда $\tau_{L_1} = \frac{\tau_{L_{1,2}} (L_1 + L_2)}{L_1 \cdot L_2} L$ и $L = \frac{\tau_L}{\tau_{L_{1,2}}} \cdot \frac{L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2}$ (13)

Тогда, $\tau_L = \tau_{L_{1,2}}$ то

$$L = \frac{L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2} \tag{14}$$

В таком случае

$$\Psi_{L_1} = \Psi_{L_2} = \Psi_{L_3}$$

Исходя из полученных результатов, при равенстве постоянных времени двух параллельно включенных катушек индуктивности и всей цепи:

1. Обратная величина индуктивности всей цепи равна сумме обратных величин индуктивностей каждой цепи.
2. Это также эквивалентно магнитному потокоцеплению индуктивных катушек.

Таким образом, при последовательном соединении конденсаторов сумма зарядов на каждом конденсаторе равна зарядам всей цепи только тогда, когда все постоянные времени равны между собой. При других условиях заряды на конденсаторах не равны между собой, а постоянные времени связаны только прямым образом.

Аналогичные выводы можно сделать для параллельно соединенных катушек индуктивности:

— можно сказать, что сумма магнитных потоков отдельных индукторов равна магнитному потоку всей цепи только тогда, когда все постоянные времени равны между собой. В других случаях корреляции магнитных потоков колец напрямую связаны с постоянными времени, но не равны друг другу.

Литература:

1. Kuliýew T., Bekmurzaýew B. Wagt hemişelikleriniň kondensatorlaryň zarýadyna hem-de induktiw tegekleriň akymilişmesine täsiri. Türkmenistanda Ylym we tehnika, № 4, 2022.
2. Kuliýew T., Şyhyýewa M. Elektrik zynjyrlarynda induktiw tegek parallel birikdirilende hasaplamagyň usullary we häsiýetleri. Bilim, № 6, 2019.
3. Буртаев Ю. В., Овсянников П. Н. Теоретические основы электротехники /Под редакцией М. Ю. Зайчика.— М.: Энергоатомиздат, 1984.

ХИМИЯ

Анализ процесса получения метилмеркаптана и способы его усовершенствования

Петрук Вадим Валерьевич, студент магистратуры

Научный руководитель: Латышова Снежана Евгеньевна, кандидат химических наук, доцент

Волгоградский государственный технический университет

В статье автор проводит анализ получения важного органического вещества — метилмеркаптана, и подбирает пути совершенствования существующего промышленного производства.

Ключевые слова: метилмеркаптан, катализатор, технология.

Метилмеркаптан (метантиол) нашел широкое применение во многих сферах промышленности. Так, например, его используют в качестве сырья для производства тиосоединений, таких как метионин (важная аминокислота, являющаяся кормовой добавкой для домашней птицы и животных), диметилсульфид (сульфидирующий агент катализаторов гидроочистки), метансульфоуксусная кислота (кислотный катализатор) и диметилсульфоксид (растворитель) [1,2]

В России производство метилмеркаптана (ММК) осуществляется на АО «Волжский Оргсинтез».

Технология производства метилмеркаптана — гетерогенно-каталитический процесс взаимодействия метанола и сероводорода в парогазовой фазе при температуре 340–420°C и давлении 9 атм. Синтез метилмеркаптана осуществляется на катализаторе, который представляет собой активную γ -модификацию оксида алюминия, промотированную вольфраматом калия (K_2WO_4/Al_2O_3) с содержанием калия — 3,6%, вольфрама — 8,5%.

Основным направлением модернизации существующего производства является поиск катализатора с улучшенными характеристиками, который при низких молярных соотношениях между сероводородом и метанолом показывал бы более высокую активность и селективность по сравнению с катализатором, применяемым сейчас, что позволяло бы повысить выход метилмеркаптана, а значит и экономическую эффективность процесса в целом.

Реакция между алифатическими спиртами и сероводородом, протекающая в присутствии гетерогенного катализатора, открыта в 1910 году Сабатье при работе над катализаторами дегидратации. С тех пор целью многих исследований стало изучение процесса получения ММК из метанола и сероводорода.

Производство ММК осложняется образованием побочных продуктов, что приводит к снижению селективности. Для уменьшения выхода побочных продуктов процесс проводят при умеренных температурах и избытке сероводорода по отношению к метанолу. Также большое значение имеет выбор катализатора.

Для достижения высокой селективности в процессе синтеза ММК используют легирование щелочными металлами (Li, Na, K, Rb, Cs) носителя катализатора (Al_2O_3 , SiO_2 и Nb_2O_5). Однако введение щелочных металлов снижает конверсию метанола.

Щелочные металлы снижают кислотность катализаторов по Льюису и увеличивают их основность, то есть, пары кислот-оснований Льюиса играют решающую роль в механизме образования тиолов [3]. При этом необходимо поддерживать мольное соотношение $H_2S: CH_3OH=1,5-2:1$. Также следует учитывать, что при использовании Al_2O_3 большое значение имеет природа вводимого щелочного металла [4]. Катализаторы с сильными кислотными центрами, такие как оксид алюминия без добавок или, содержащий только вольфрам, обладают высокой активностью и низкой селективностью, ускоряя протекание реакции синтеза ДМС. Также для поддержания синтеза ММК с высокой селективностью необходим мольный избыток H_2S равный 4–5, что усложняет технологию [5–6].

Для повышения производительности реакторов и увеличения выхода синтез ММК рекомендуется проводить в нескольких последовательно расположенных реакционных зонах. В первой реакционной зоне используется менее активный катализатор, чтобы снизить выделение теплоты реакции и равномерно распределить ее по зонам. В последующих реакционных зонах используется более активный катализатор, чтобы при низких содержаниях реагентов процесс проходил без значительного снижения селективности. Такая организация процесса позволяет увеличить расход реагентов, ограниченный максимально допустимым тепловым эффектом экзотермической реакции [7–8]. Максимальная температура в системе поддерживается в оптимальном диапазоне благодаря контролю соотношения реагентов, вводимых в каждый реактор.

Авторами [9] описан катализатор, позволяющий проводить синтез ММК с селективностью ~100%. Данный катализатор состоит из носителя (каталитически активный Al_2O_3 с большой поверхностью), основания (гидроксиды щелочных металлов —

калия и рубидия) и соединения переходного металла (предпочтительно WO_3).

Авторами [10] предложен катализатор, содержащий алюминат калия (6,0–10,0%), аморфный оксид вольфрама (7,0–12,1%), оксид натрия или бора (0,3–3,0%) на носителе из оксида алюминия с объемом транспортных пор радиусом 70–100 нм не менее 0,06 см³/г. Такой катализатор обладает более высокой активностью, чем $\text{K}_2\text{WO}_4/\text{Al}_2\text{O}_3$. Кроме этого, данный катализатор обеспечивает высокую селективность (до 92%) по ММК. Однако выход ММК не превышает 85%.

В работе [11] описан катализатор, обладающий более высокой активностью и селективностью по сравнению с промышленным аналогом. Данный катализатор, содержащий от 15 до 45% (масс.) активного оксидного состава из цезия и вольфрама с молярным соотношением между цезием и вольфрамом менее 2:1, обеспечивает выход ММК, равный 82,5% при селективности — 97%.

Наиболее высокую активность и селективности проявили катализаторы, описанные авторами [12]. Данные катализаторы получены при попеременном смешении сначала оксида вольфрама с измельченным (размер частиц менее 2 мкм) оксидом алюминия, а затем соединением щелочного металла. Однако описанные катализаторы обладают низкой стабильностью и эффективны лишь на начальных этапах синтеза ММК. Затем степень превращения метанола и селективность по метилмеркаптани быстро падает с увеличением образования побочного продукта — простого диметилового эфира. Высокие начальные выходы обусловлены каталитически активными фазами, содер-

жащими тетраэтиловольфрамат дицеция ($\text{W}_4\text{Cs}_8\text{S}_{16}$). Снижение селективности происходит в результате образования кристаллического дисульфида вольфрама (WS_2).

Следовательно, необходим катализатор, обеспечивающий высокую селективность процесса и обладающий высокой стабильностью. Этим требованиям отвечает катализатор, содержащий один щелочной металл и, по меньшей мере, один переходный металл в окисленной форме на носителе (Al_2O_3). Диаметр частиц не должен превышать 1000 мкм. Оксид алюминия применяется в качестве порошкообразного материала носителя, так как он сам по себе проявляет каталитическую активность в реакции. Высокая дисперсность каталитически активной фазы способствует высокой селективности образования ММК [13].

Сравнение катализаторов из патентов [12] и [13] показало, что катализатор из работы [13] является более активным и позволяет проводить процесс при значительно более низкой температуре, обеспечивая при этом 90% конверсию метанола, а также остается стабильным в течение длительного времени.

Таким образом в результате анализа литературных источников установлено, что активный Al_2O_3 , промотированный оксидами вольфрама и цезия с содержанием 17,8% (масс.) и 17,3% (масс.) соответственно обеспечивает оптимальные значения конверсии метанола, селективности по ММК и скорости реакции. Данный катализатор может работать при тех же температурах, обеспечивая более высокий выход по сравнению с катализатором, используемым на производстве аналога. Однако для стабильной работы предлагаемого катализатора необходимо обеспечить интенсивный теплоотвод в системе.

Литература:

1. Folkins, H. O. Synthesis of Mercaptans / H. O. Folkins, E. L. Miller // *Industrial & Engineering Chemistry Process Design and Development*. — 1962. — Vol. 1, № 4. — pp. 271–276.
2. Kramer, R. L. The catalytic preparation of mercaptans / R. L. Kramer, E. Emmet Reid // *Journal of the American Chemical Society*. — 1921. — Vol. 43, № 4. — pp. 880–890.
3. Calvino-Casilda, V. Modification of acid–base properties of alkali metals containing catalysts by the application of various supports / V. Calvino-Casilda, R. Martin-Aranda, I. Sobczak, M. Ziolk // *Applied Catalysis A: General*. — 2006. — Vol. 303, № 1. — pp. 121–130.
4. Машкина, А. В. Катализ реакций органических соединений серы: монография / А. В. Машкина. — Новосибирск: СО РАН, 2005. — 297 с.
5. Машкина, А. В. Синтез метилмеркаптана из метанола и сероводорода в присутствии кислотных катализаторов / А. В. Машкина, Е. А. Паукштис, В. Н. Яковлева // *Кинетика и катализ*. — 1988. — Т. 29, № 3. — С. 596–603.
6. Pt. 5283369 USA, IPC C07 C319/08. Selective synthesis of mercaptans and catalyst therefor / R. T. Clark, J. A. Elkins; Assignee Elf Atochem North America, Inc. — № 856232; filed 23.03.1992; date of patent 01.02.1994.
7. Машкина, А. В. Гетерогенно-каталитический синтез алкантиолов и диалкилсульфидов из спиртов и сероводорода / А. В. Машкина // *Успехи химии*. — 1995. — Т. 64, № 12. — С. 1210–1226.
8. Пат. 2443686 Российская Федерация, МПК C07 C319/08, C07 C321/04. Способ получения алкилмеркаптанов в многозонном реакторе с неподвижным слоем / Х. Редлингсхёфер, К. Векбуккер; заявитель и патентообладатель Evonik Degussa GmbH. — № 2009104762/04; заявл. 13.06.2007; опубл. 27.02.2012, Бюл. № 6.
9. Pt. 5874630 USA IPC C07 C319/08. Synthesis of mercaptans from alcohols / C. M. Cook, D. E. Albright, M. C. Savidakis; Assignee Occidental Chemical Corporation. — № 3386; Filed 06.01.1998; date of patent 23.02.1999.
10. Пат. 2120822 Российская Федерация, МПК B01 J 23/30, 23/02, 21/04, C07 C319/08. Катализатор синтеза метилмеркаптана / А. В. Машкина, Ю. А. Савостин, Н. В. Кладова; заявитель и патентообладатель Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН. — № 97115478/04; заявл. 18.09.1997; опубл. 27.10.1998.
11. Пат. 2342992 Российская Федерация, МПК B01 J 23/30, B01 J 23/04, B01 J 37/02, C07 C319/08. Катализатор синтеза алкилмеркаптана и способ приготовления такого катализатора / Х. Редлингсхёфер, К. Векбеккер, А. Дёрфлайн, М. Рюккригель; заявитель и патентообладатель ДЕГУССА АГ. — № 2006109025/04; заявл. 03.08.2004; опубл. 10.01.2009, Бюл. № 1.

12. Пат. 2635922 Российская Федерация, МПК В01 J 23/30, В01 J 21/04, В01 J 35/02, В01 J 37/00, С07 С319/08, С07 С321/04. Катализатор для синтеза алкилмеркаптанов и способ его получения / ФОНФЕ Б., ФУСС З., ВИЛЬЦ Ф., ЯКОБ Х., К. ВЕК-БЕККЕР; заявитель и патентообладатель ЭВОНИК ДЕГУССА ГМБХ. — № 2014129624; заявл. 27.11.2012; опубл. 17.11.2017, Бюл. № 32.
13. Pt. 3187261 Germany, IPC В01 J 23/30, В01 J 37/02, С07 С319/08, С07 С321/04, В01 J 35/02, В01 J 37/00, В01 J 21/04. Method for the preparation of an alkali metal and a transition metal in catalyst containing oxidized form / В. FONFE, N. Dürr, H. Jakob, A. PASHI-GREVA, O. GUTIERREZ, J. A. Lercher; Applicants Evonik Degussa GmbH. — № 15203119.1; filed 30.12.2015; date of patent 05.07.2017.

Подбор оптимальных параметров технологического режима получения метилмеркаптана и способы его совершенствования

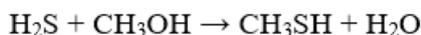
Петрук Вадим Валерьевич, студент магистратуры

Научный руководитель: Латышова Снежана Евгеньевна, кандидат химических наук, доцент
Волгоградский государственный технический университет

В статье автор проводит подбор оптимальных параметров для проведения процесса получения метилмеркаптана.

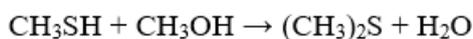
Ключевые слова: метилмеркаптан, реактор идеального вытеснения, реактор идеального смешения, производительность.

В научно-исследовательской работе объектом исследования является процесс синтеза метилмеркаптана. Синтез идет в соответствии со следующим химическим уравнением:



А У В N

При этом может протекать побочный процесс образования диметилсульфида взаимодействием образовавшегося метилмеркаптана с исходным метанолом по схеме:

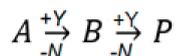


В У Р N

Целевым продуктом является метилмеркаптан (В). Реакция протекает последовательно с образованием побочного продукта диметилсульфида (Р) на второй стадии.

Примем, что взаимодействие метанола с сероводородом с образованием метилмеркаптана и диметилсульфида представляет собой совокупность необратимых последовательных реакций.

Формализованная схема реакции получения продукта выглядит следующим образом:



Примем, что реакция синтеза метилмеркаптана имеет второй порядок и согласуется с кинетическим уравнением:

$$v_{\text{осн.р.}} = k_1 \cdot P_A \cdot P_Y$$

$$v_{\text{поб.р.}} = k_2 \cdot P_B \cdot P_Y$$

Для анализа процесса получения метилмеркаптана и подбора оптимальных условий были построены кинетические кривые в программе «COMSOL Reaction Engineering Lab 1.5»

Исходя из уравнение удельной производительности реактора идеального вытеснения, которое имеет вид:

$$G_{B, \text{РИВ}} = \frac{F_B}{V_{\text{РИВ}}} = \frac{v'_B}{|v'_A|} * \frac{F_{A,0} X_A \Phi_B}{V_{\text{РИВ}}} = \frac{v'_B}{|v'_A|} * \frac{X_A \Phi_B}{\int_0^{X_A} \frac{dX_A}{|r_A|}},$$

где F_B — мольный поток целевого продукта (В), моль/с; $V_{\text{РИВ}}$ — реакционный объем, л; $F_{A,0}$ — начальный мольный поток реагента А, моль/с; X_A — конверсия реагента А, доля; Φ_B — селективность основной реакции по целевому продукту (В), доля, было определено влияние, начальной концентрации метанола и температуры на удельную производительность реактора идеального вытеснения. Полученные зависимости показали, что удельная производительность РИВ возрастает при увеличении избытка сероводорода. При уменьшении начального мольного потока метанола уменьшается его начальное парциальное давление, что, в свою очередь, приводит к снижению удельной производительности РИВ. Удельная производительности РИВ повышается с ростом температуры, так как возрастает скорость реакции, и, соответственно, наоборот, снижение температуры проведения процесса приводит к снижению скорости реакции, в результате чего удельная производительность РИВ падает. Аналогичные зависимости были построены также и для реактора идеального смешения (ИПР).

При выборе реактора необходимо учитывать величину удельной производительности и селективности. Более высокое значение удельной производительности обеспечивает более высокий выход целевого продукта, а высокое значение селективности — снижение количества побочных продуктов.

Проведем сравнение данных показателей для РИВ и ИПР.

Из рисунка 1 видно, что наиболее высокая удельная производительность при определенной степени превращения может быть достигнута при использовании реактора РИВ.

Для РИВ снижение удельной производительности с конверсией выражено не так сильно, как для ИПР, в следствии чего

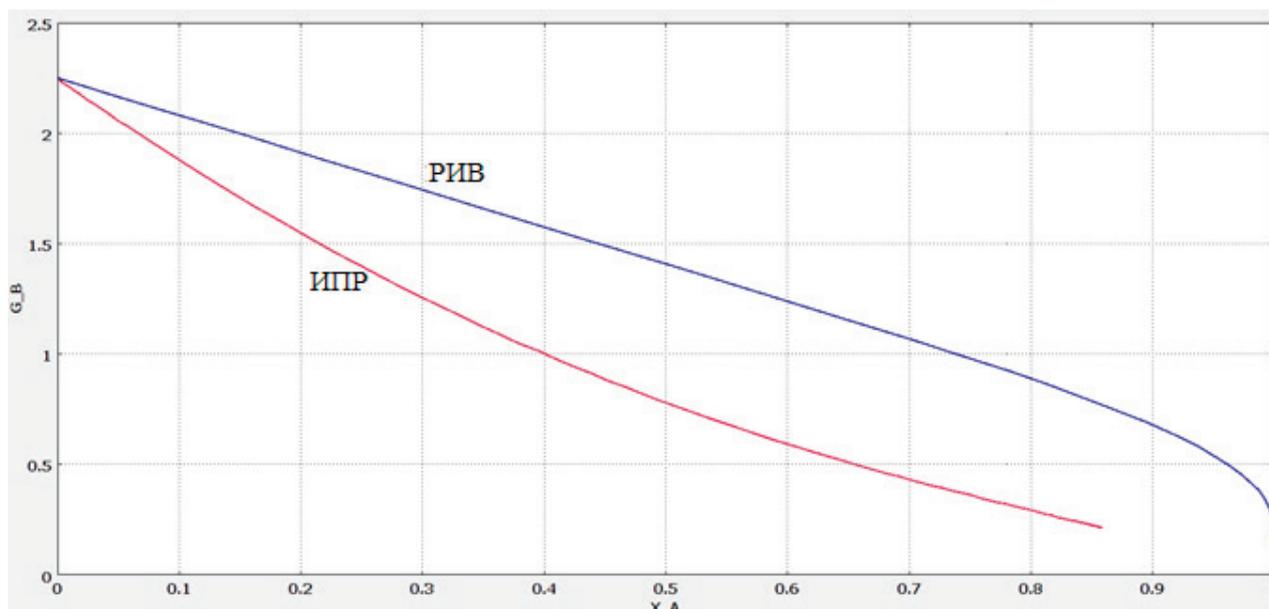


Рис. 1. Зависимость удельной производительности РИВ и ИПР от конверсии метанола (Y)

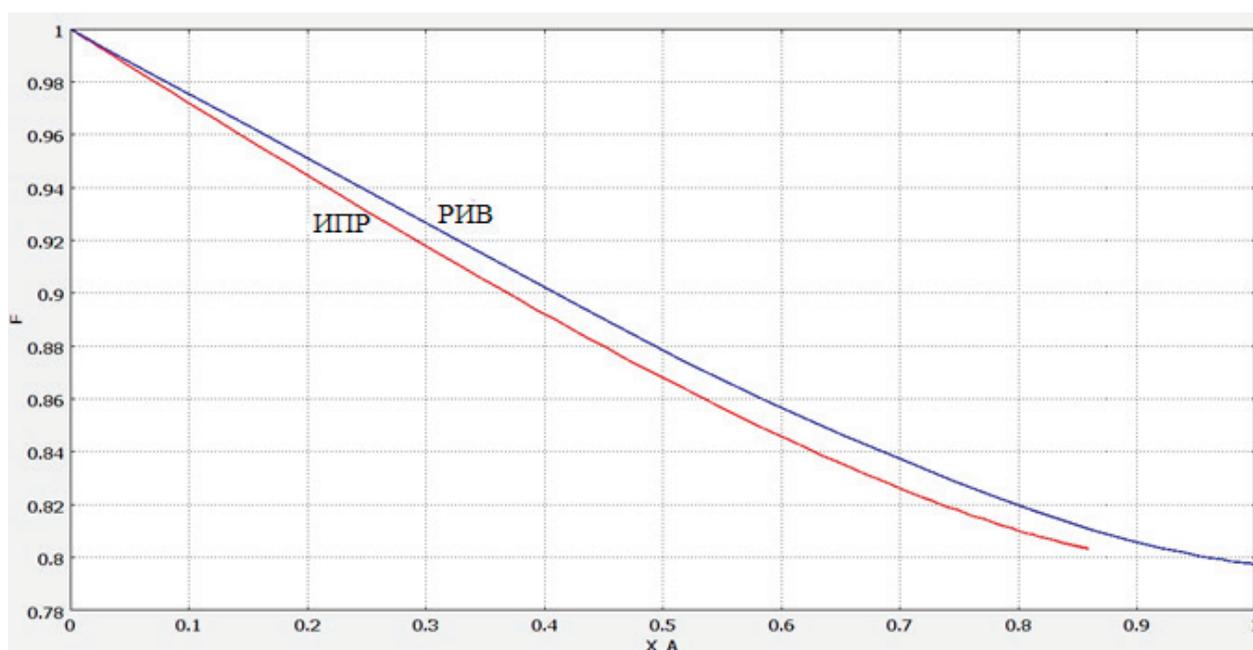


Рис. 2. Зависимость селективности РИВ и ИПР от конверсии метанола (Y)

эти реакторы предпочтительны для процессов, в которых желательна высокая конверсия сырья.

Из рисунка 2 видно, что наиболее высокая селективность при определенной степени превращения достигается при использовании реактора РИВ.

Селективность исследуемых последовательно-параллельных превращений с необратимой целевой и обратимой побочной реакциями будет увеличиваться при избытке метанола (Y).

Исходя из рисунков 1–2 можно сделать вывод, что наиболее эффективно будет применение РИВ.

Литература:

1. Folkins, H. O. Synthesis of Mercaptans / H. O. Folkins, E. L. Miller // Industrial & Engineering Chemistry Process Design and Development. — 1962. — Vol. 1, № 4. — pp. 271–276. doi: 10.1021/i260004a007
2. Kramer, R. L. The catalytic preparation of mercaptans / R. L. Kramer, E. Emmet Reid // Journal of the American Chemical Society. — 1921. — Vol. 43, № 4. — pp. 880–890. doi: 10.1021/ja01437a019

3. Plaisance, C. P. Zeolite and metal oxide catalysts for the production of dimethyl sulfide and methanethiol / C. P. Plaisance, K. M. Dooley // *Catalysis Letters*. — 2009. — Vol. 128, № 3–4. — pp. 449–458.
4. Pashigreva, A. V. Methanol thiolation over Al₂O₃ and WS₂ catalysts modified with cesium / A. V. Pashigreva, E. Kondratieva, R. Bermejo-Deval, O. Y. Gutiérrez, J. A. Lercher // *Journal of Catalysis*. — 2017. — V. 345. — pp. 308–318. doi: 10.1016/j.jcat.2016.11.036

Особенности производства хлорированных парафинов

Селиванов Никита Иванович, студент магистратуры;
Шишкин Евгений Вениаминович, доктор химических наук, профессор;
Зотов Юрий Львович, доктор химических наук, профессор
Волгоградский государственный технический университет

В статье рассмотрены некоторые особенности, возникающие при производстве хлорированных парафинов, и показаны возможные варианты решения технологических вопросов.

Ключевые слова: хлорированные парафины, парафин, хлор, термическое хлорирование.

Хлорпарафины производятся в промышленности РФ в значительных объемах [1]. Их используют в составе жирующих смесей при выделке натуральной кожи, в качестве вторичных пластификаторов, при производстве пластмасс, в составах кровельных материалов, в качестве специальных добавок для снижения горючести полимерных и резинотехнических изделий, в химической промышленности в качестве алкилирующих агентов [2]. В зависимости от количества связанного хлора хлорпарафины производят соответствующих марок (ХП13, ХП30, ХП470, ХП1100 и др.) и они отличаются по физическим свойствам [2]. Хлорпарафины с низким содержанием связанного хлора представляют собой подвижные жидкости, при содержании связанного хлора более 45% медоподобные жидкости, а высоко хлорированные продукты твердые воскоподобные вещества [3]. Введение больших количеств хлора в молекулу парафина требует увеличения продолжительности синтеза и особых условий перемешивания для создания необходимого контакта газообразного хлора с реакционной массой, вязкость которой повышается по мере хлорирования [4].

Производство хлорированных парафинов проводят с термическим иницированием, хотя предложены и найдены применение варианты с химическим иницированием и каталитические процессы [5, 6, 7, 8].

Сырьем для промышленности производства хлорпарафинов, в основном, является нефтяной парафин нормального строения, который производят нефтеперерабатывающие заводы. Для целей хлорирования в сырье не должны присутствовать примеси, которые усложняют производство (вода, изо-парафины, легкие фракции, непредельные и аромати-

ческие соединения, масла) и примеси, присутствие которых может повлиять на качество готового продукта (ионы металлов, особенно железа). Вода в процессе хлорирования приводит к сильной коррозии оборудования. В связи с этим сырье должно быть обезвожено. При обнаружении в сырье изо-парафинов, легких фракций, непредельных и ароматических соединений, а также масел проводятся технологические мероприятия по удалению указанных примесей до требуемых значений их содержания в сырье. Выделенные органические соединения могут быть использованы, например, как жидкое топливо.

Ионы металлов, особенно железа, является катализаторами хлорирования и дегидрохлорирования. Присутствие их в сырье, в процессе хлорирования, снижает качество конечного продукта ввиду образования хлоролефинов, олефинов и других побочных продуктов. В присутствии даже незначительных количеств ионов железа ухудшается показатель «цветность» готового продукта, что является браковочным показателем для большинства марок выпускаемых хлорпарафинов. Для устранения ионов металлов применяют, обычно, комплексообразователи.

Вторым компонентом сырья является газообразный хлор, который предварительно очищают или используют испаренный хлор.

Процесс производства хлорпарафинов использует вещества 2 класса опасности такие как хлор и хлороводород, которые могут негативно влиять на здоровье человека и окружающую среду. Поэтому, необходимо особое внимание уделить соблюдению герметичности оборудования, обеспечению мер промышленной безопасности производства и минимизировать выбросы в окружающую среду.

Литература:

1. Окисление промышленных хлорпарафинов кислородом воздуха: монография / Ю. Л. Зотов, Н. А. Бутакова, Ю. В. Попов; ВолгГТУ — Волгоград, 2014. — 124 с.
2. Хлорированные парафины. Сайт АО «Каустик»: официальный сайт. — Москва. — URL: <https://www.kaustik.ru/ru/index.php/produktsiya-i-uslugi/khlorparafiny> (дата обращения: 19.05.2023). — Текст: электронный.
3. Промышленные хлорорганические продукты. Справочник/под ред. Л. А. Ошина. — М.: Химия, 1978 стр.548–549

4. Гордон, Е. П. Высокохлорированные хлорпарафины для эластомеров. Получение, разработка композиций / Е. П. Гордон: дисс. канд. техн. наук. — Волгоград, 2003.
5. Пат. 2315760 Российская Федерация, МПК С 01 D301/19. способ получения твердого хлорпарафина / Гордон Е. П.; Климов С. А.; заявитель и патентообладатель Товарищество с ограниченной ответственностью «Аэлита» — № 2004133064/04; заявл. 23.01.1996; опубл. 27.05.1998.
6. Пат.2543380 Российская Федерация, МПК С 07 С 17/10. Твердый высокохлорированный парафин и способ его получения/ Гордон Е. П.; Коротченко А. В.; Николенко В. С.; Титова И. Е.; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество «Каустик» — № 2013153669/04; заявл. 03.12.2013; опубл. 27.02.2015
7. Пат.2266891 Российская Федерация, МПК С07С 17/10. Способ получения жидких хлорпарафинов/ Рысаев У.Ш.; Дмитриев Ю. К.; Рысаев В. У.; Русалев З. Г.; Рысаев Д. У.; Гильмутдинов А. Т.; заявитель и патентообладатель Закрытое акционерное общество «Каустик» — № 2004115428/04; заявл. 21.05.2004; опубл. 27.12.2005
8. Пат.2081102 Российская Федерация, МПК С07С 17/10. Способ получения жидких хлорпарафинов/ Николенко В. С.; Климов С. А.; Нестерюк В. А.; Узаков Э. Ю.; Гордон Е. П.; Митрохин А. М.; заявитель и патентообладатель Товарищество с ограниченной ответственностью «Аэлита» — № 2004115428/04; заявл. 13.10.1992; опубл. 10.06.1997

Стабилизация хлорированных парафинов

Селиванов Никита Иванович, студент магистратуры;
Шишкин Евгений Вениаминович, доктор химических наук, профессор;
Зотов Юрий Львович, доктор химических наук, профессор
Волгоградский государственный технический университет

Проанализированы различные варианты стабилизации промышленных хлорированных парафинов.

Ключевые слова: хлорированные парафины, стабилизаторы, дегидрохлорирование хлорпарафина.

Хлорированные парафины характеризуются низкой степенью термостабильности, что способствует их разложению при хранении и переработке под влиянием различных факторов, таких как тепло, свет, кислород воздуха, влага и другие. В результате такого разложения образуются различные соединения, включая хлор, хлористый водород, фосген, органические кислоты и другие. Катализатором термического разложения являются кислоты и, поэтому, последующее термическое разложение является автокаталитическим. Кроме того, когда хлорпарафины используются в производстве или при эксплуатации изделия, важно сохранять их цвет. Однако необходимо отметить, что недостаточная цветостабильность может ограничивать область их применения [1].

Для уменьшения термической и термоокислительной деструкции хлорированных углеводородов можно использовать различные стабилизаторы, таких как эпоксидные соединения (ЭС), карбоксилаты Me^{2+} , соединения фенольного типа, органические фосфиты и др. [2, 3, 4] Популярными стабилизаторами термоокислительной деструкции являются производные ароматических углеводородов, известные как соединения фенолового типа (СФТ). Они используются для того, чтобы предотвратить каталитическое действие кислорода воздуха в процессе экспозиции полимеров и пластификаторов энергетическим воздействиям. Добавление СФТ в сочетании с термостабилизаторами, эпокси- и фосфорсодержащими соединениями помогает создать светлые материалы. Добавление эпоксидных соединений обладает свойством предотвращать или ослаблять вредное влияние многих химических агентов. (HCl , O_2 , $FeCl_3$, $ROOH$ и др.) на хлор-

парафиновы при использовании в составе полимерных изделий. В производстве хлорпарафинов используются композиции стабилизаторов, которые включают в себя органические фосфиты (ОФ) относящиеся к группе ингибиторов реакции дегидрохлорирования хлорорганических продуктов. Органические фосфиты могут снизить скорость элиминирования и, таким образом, предотвратить деградацию материала [5].

Хороший стабилизатор для хлорпарафинов должен иметь несколько важных свойств. В частности, он должен быть совместим с хлорпарафинами, не влиять на их цвет, кислотное число и токсичность, включая отсутствие выделения HCl при нагревании в пределах диапазона эксплуатации продукта. Также желательными характеристиками являются способность быстро поглощать HCl , реагировать с окисляющими активными веществами, чтобы предотвратить дальнейшие реакции, быстро поглощать ультрафиолетовый свет для предотвращения катализа ультрафиолетовым светом, и, возможно, замещать нестабильные атомы хлора или устранять полиеновую структуру. После реакции с хлорпарафинами стабилизатор должен образовывать стабилизирующее вещество, которое препятствует дальнейшему выделению хлора и хлористого водорода.

При использовании только вышеупомянутых соединений стабилизирующий эффект обычно достаточно низкий, поэтому исследованиями был выявлен эффект стабилизации при использовании смеси стабилизаторов, которые действуют по различным механизмам. Каждый из этих механизмов, прямо или косвенно, оказывает благоприятное влияние на стабильность продукта.

Существуют различные структурные компоненты и механизмы действия стабилизаторов, что делает трудным удовлетворение всем требованиям одним стабилизатором. Эффект синергии возникает, когда смешиваются разные стабилизаторы, т.к. общий эффект превышает сумму эффектов каждого из них в отдельности. Использование разных компонентов в составном стабилизаторе существенно увеличивает его эффективность и способствует снижению стоимости в соответствии с требованиями к более дешевым и эффективным стабилизаторам.

Для стабилизации хлорпарафинов используют следующие известные промышленные стабилизаторы: стеарат кальция, дифенилолпропан (ДФП), эпоксидная смола марки ЭД-20, тринонилфенилфосфит (ТНФФ) и их двух- или трехкомпонентные композиции и другие [2].

Для стабилизации хлорпарафинов в промышленности обычно используется специальная композиция, в которую входит эпоксидно-диановая смола марки ЭД-20. Эта смесь добавляется в хлорпарафин в массовом отношении 15%. Наличие эпоксигрупп в стабилизирующей композиции играет важную роль в связывании хлористого водорода в процессе хранения и использования готового продукта. Это обеспечивает более стабильный и долговечный продукт, который может использоваться в различных промышленных отраслях.

Этот метод стабилизации хлорпарафинов имеет ряд недостатков. Например, он требует использования достаточно большого количества стабилизатора, что может повлиять на экономическую эффективность процесса. Кроме того, стабилизированные хлорпарафины могут иметь недостаточно высокую термостабильность, что может негативно сказаться на их качестве при хранении и применении. Введение ионола и вазелина в исходное эпоксисоединение может повысить эффективность стабилизации хлорпарафинов.

Недостатками данного способа [6] являются относительно высокая расходная норма ионола — 2,6-ди-трет-бутил-4-метилфенола. Также было отмечено, что стабилизированные по

данному способу хлорпарафины, обладают повышенной чувствительностью к ионам железа и кислотам Льюиса при повышенных температурах. В результате чего, показатели термостабильности и цветности резко ухудшились, вследствие протекания побочных процессов дегидрохлорирования и деструкции, катализируемых кислотами Льюиса.

С целью улучшения показателей цветности и кислотности стабилизированных хлорированных парафинов, был предложен способ [7] с введением стабилизирующей системы разнонаправленного действия.

Смесь эпоксисоединения (эпоксидно-диановая смола марки ЭД-20), комплексообразователя избирательного к ионам железа (трибутилфосфат, триизобутилфосфат или три (2-этилгексил) фосфат и стабилизатора выступающего как акцептор хлористого водорода (дикетен стеариновой и пальмитиновой кислоты) берут в следующем массовом соотношении в расчете на хлорпарафин: 0,2–0,8% / 0,03–0,5% / 0,05–0,3%. Введение указанных компонентов стабилизирующей системы в хлорпарафин осуществляют одновременно или последовательно при температуре парафина в пределах 40–90°C [7].

В некоторых случаях к описанной стабилизирующей системе добавляют антиоксидант-стабилизатор фенольного типа из ряда: 2,6-ди-трет-бутил-4-метилфенола (Ионол, Агидол-1), 2,6-ди-трет-бутилфенола (Агидол-0), бис(4-окси-3,5-ди-трет-бутилметилфенола) (антиоксидант МБ-1, Ионокс-220), три(2,4-ди-трет-бутилфенил) фосфита (Стафор-24, Иргифос-168) [7].

Использование данных соединений позволяет связать реакционноспособные радикалы хлорпарафина в неактивные радикалы что, в свою очередь, способствует увеличению стабильности хлорпарафина к радикальному дегидрогалогенированию и окислению продукта при дальнейшем выделении и хранении.

Техническим результатом такого способа стабилизации является образованием достаточно инертных и стабильных продуктов реакции с кислотностью в пересчете на хлористый водород (HCl) от 0,007 мас.% до полного его отсутствия [7].

Литература:

1. Промышленные хлорорганические продукты. Справочник/под ред. Л. А. Ошина.— М.: Химия, 1978 стр.548–549
2. Стабилизирующие композиции для хлорпарафинов / Р.Ф. Нафикова, Р.Р. Даминев // Вестник Казанского технологического университета. 2012.— № 1
3. Короткевич, С.Х. Термостабильность и горючесть хлорированных парафинов и олигоолефинов / С.Х. Короткевич [и др.] // Пластические массы.— 1989.— № 8.— С. 78–82.
4. Многофункциональные композиции «СИНСТАД» для полимеров. II. Стабилизация хлорпарафинов ХП-30 стеаратами металлов / Б.И. Но [и др.] // Пластические массы.— 1997.— № 4.— С. 41–42.
5. Янборисов В. М. Механизм иницирования и роста полиеновых последовательностей при термической деструкции поливинилхлорида / В. М. Янборисов, С. С. Борисевич // Высокомолекулярные соединения.— Серия А.— 2005.— Т. 47.— № 8.— С. 1478–1490.
6. Пат. 1496211 СССР, МПК C07C19/01, C07C17/42. Способ стабилизации хлорпарафинов / Короткевич С.Х., Молчанов А.А., Кришталь Н.Ф., Трегер Ю.А., Пулин Н.И., Юферова М.Х.; заявитель и патентообладатель С.Х. Короткевич.— № 5311183/04, заявл. 30.09.87, опубл. 20.07.99.
7. Пат. 2245318 Российская Федерация, МПК C07C19/01, C07C17/42, C07C19/75. способ стабилизации галогенированных парафинов/ Кутянин Л.И., Кузнецов А.А., Поддубный И.С., Иванова Н.А., Сергеев С.А.; заявитель и патентообладатель Волгоградское открытое акционерное общество «Химпром».— № 2002122154/04, заявл. 14.08.02, опубл. 27.01.05.

БИОЛОГИЯ

Изучение видового разнообразия водорослей в различных компонентах экосистем (на примере г. Могилева, Республика Беларусь)

Захарова Марина Евгеньевна, старший преподаватель;
Щербакова Полина Сергеевна, студент
Могилёвский государственный университет имени А. А. Кулешова (Беларусь)

В статье изучается видовое разнообразие водорослей в различных экосистемах городской территории (на примере г. Могилева, Республика Беларусь).

Ключевые слова: водоросли, видовое разнообразие, экосистемы.

Изучение видового разнообразия водорослей — начальная, но тем не менее очень важная фаза значительной части геоботанических, геоэкологических, и конечно же альгологических исследований. Водоросли имеют значительный экологический функционал и могут быть использованы как предметный компонент изучения в широком спектре исследований.

Широко известна роль водорослей как первичных продуцентов органической массы прежде всего в водных экосистемах, но, при наличии определенного сочетания абиотических экологических факторов, определяющих возможность развития водорослей (свет, определенная температура, наличие питательных веществ, вода), в качестве среды обитания ими может быть выбран любой, подходящий по свойствам субстрат.

Целью данного исследования является определение присутствия и изучение видового разнообразия представителей отделов водорослей в разных средах обитания (водная, наземно-воздушная, почвенная, поверхность других организмов).

Задачами исследования являются:

- изучение литературного материала, соответствующего цели исследования;
- отбор проб на различных субстратах
- изучение временных микропрепаратов и определение методом микроскопии представителей водорослей различных отделов

Оборудование: микроскоп «Микромед», предметное стекло, покровное стекло, препаровальная игла, пинцет, фильтровальная бумага, пипетка, пробы в контейнерах.

Гипотеза: предполагается, в различных средах и условиях обитания имеются водоросли различных отделов.

Объект исследования: территории г. Могилева.

Предмет исследования: водоросли в различных средах обитания.

Территория города Могилева (Могилевская область, Республика Беларусь) расположена в пределах речной долины р. Днепр. Рельеф речной долины существенно преобразован антропогенной деятельностью — строительство, сельское хозяйство, компоненты городской транспортной и функциональной инфраструктуры. Вместе с тем, в городе сохранились водные объекты системы реки Днепр (малые реки Дубровенка, Дебря, Струшня, пруд Пашковской в Печерском лесопарке, озеро Святое. Почвы города относятся к категории антропогенно-измененные. Растительность — сочетание местной и интродуцированной флоры. Компоненты городской экосистемы испытывают определенное давление антропогенного экологического фактора. В отношении водных экосистем — это мероприятия регулирования стока, трансформация русла, поверхностный сток загрязнителей с дождевыми и талыми снеговыми водами. Данные факторы могут отражаться на активности и видовом разнообразии водорослей.

Для отбора проб в качестве начальных стадий исследования были выбраны водные объекты на территории города Могилева, смывы с коры объектов растительного мира, пробы почвы.

Пробы фитопланктона отбирались без сгущения, поскольку фактический учет с подсчетом не являлся целью исследования. Пробы фитоперифитона отбирались путем соскабливания или смыва с погруженных предметов. Метод смыва использовался также при сборе водорослей с поверхности коры деревьев и стен зданий. Фитобентос извлекался со дна с помощью сифона. Собранные пробы были выдержаны при комнатной температуре и дневном освещении не менее 72 часов.

Используя микроскопические методы исследования, получены следующие результаты. (см табл 1)

Таблица 1. Фрагмент протоколов исследования проб для определения видового разнообразия водорослей

| № пробы | Среда Обитания | Представители | |
|---------------------------------|---|---------------|---|
| | | Отдел | Род |
| Исследование проб от 28.04.2023 | | | |
| 7 | Река Днепр, правый берег (вода) | Диатомовые | Мелозира (Melosira) |
| | | Диатомовые | Пинулярия (Pinnularia) |
| | | Диатомовые | Меридион (Meridion) |
| 8 | Река Днепр, правый берег (вода с грунтом) | Зеленые | Хлорококк (Chlorococcum) |
| | | Диатомовые | Синедра (Synedra) |
| | | Диатомовые | Навикула (Navicula) |
| | | Диатомовые | Пинулярия (Pinnularia) |
| | | Цианобактерии | Gomphosphaeria aponina |
| | | Зеленые | Хлорелла (Chlorella) |
| | | Криптофитовые | Криптомонос (Cryptomonos) |
| 9 | Озеро Святое, Юго-восток (вода с грунтом) | Диатомовые | Нитшия (Nitshia) |
| | | Сине-зеленые | Микроцистисс (Microcystis) |
| | | Зеленые | Хлорелла (Chlorella) |
| | | Диатомовые | Навикула (Navicula) |
| 10 | Озеро Святое, Юго-восток (вода) | Диатомовые | Хормидиум (Hormidium) |
| | | Зеленые | Кладофора (Cladophora) |
| | | Зеленые | Хлорококк (Chlorococcum) |
| | | Зеленые | Хормидиум (Hormidium) |
| | | Сине-зеленые | Микроцистисс (Microcystis) |
| | | Диатомовые | Нитшия (Nitshia) |
| | | Диатомовые | Навикула (Navicula) |
| | | Цианобактерии | Gomphosphaeria aponina |
| 11 | Смыв со стены в душевой в общежитии № 4 | Эвгленовые | Эвглена (Euglena) |
| | | | Смыв со стены в душевой в общежитии № 4 наличия водорослей не показал |

Таблица 2. Видовое разнообразие водорослей в изученных пробах (г. Могилев, Республика Беларусь)

| № отдела | № вида |
|-----------------------------------|---|
| 1) Цианобактерии или Сине-зеленые | 1) Осциллятория (Oscillatoria) 2) Gomphosphaeria aponina 3) Микроцистисс (Microcystis) 4) Анабена (Anabena) 5) Hormidium nites |
| 2) Зеленые | 1) Плеврококк (Pleurococcus) 2) Хлорококк (Chlorococcum) 3) Хлорелла (Chlorella) 4) Кладофора (Cladophora) 5) Хормидиум (Hormidium) 6) Улотрикс (Ulotrix) 7) Спирогира (Spirogyra) 8) Трахеломонос (Trachelomonos) 9) Сценедесмус (Scenedesmus) |
| 3) Диатомовые | 1) Навикула (Navicula) 2) Гомфонема (Gomphonema Ehrenberg) 3) Нитшия (Nitshia) 4) Мелозира (Melosira) 5) Пинулярия (Pinnularia) 6) Бацилярия (Bacillaria) 7) Меридион (Meridion) |

| № отдела | № вида |
|------------------|---|
| | 8) Синедра (<i>Synedra</i>) 9) Флагиллярия (<i>Fragilaria</i>) 10) Цимбелла (<i>Cymbella</i>) |
| 4) Криптофитовые | 1) Криптомонос (<i>Cryptomonos</i>) |
| 5) Эвгленовые | 1) Эвглена (<i>Euglena</i>) |
| Итого: | |
| 5 отделов | 26 видов |

Обобщая полученные данные, можно сделать следующие выводы. В исследованных пробах отмечено присутствие 26 видов, относящихся к 5 отделам. Самыми многочисленными по численности представителей являлись отделы диатомовых и зеленых водорослей, реже всего встречались представители отдела криптофитовых и эвгленовых. Все пробы, исключая пробу № 11, информативны, что позволяет утверждать, что водоросли встречаются во всех природных экосистемах, но от-

сутствуют в жилых помещениях, в которых соблюдаются санитарные правила и нормы содержания жилых помещений.

Полученные результаты данного исследования будут использованы и расширены за счет изучения дифференцировки изучаемых проб по сезонам года, с привлечением методик использования сапробного индекса водорослей и определения на основе полученных данных индекса сапробности водных объектов.

Питомники Актюбинской области

Иржанов Жасулан Булатович, студент магистратуры
Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова (г. Актюбе, Казахстан)

Введение

В последние годы наметилась тенденция к увеличению спроса на растения и садовые товары, отчасти обусловленная популярностью домашнего садоводства и желанием создавать жилые пространства на открытом воздухе. Ожидается, что эта тенденция сохранится, поскольку все больше людей стремятся соединиться с природой и улучшить экологическую среду.

Питомник растений — это место, где растения размножаются, выращиваются и продаются. Питомники могут специализироваться на определенном типе растений, таких как однолетние, многолетние растения, кустарники, деревья или комнатные растения, или они могут предлагать широкий ассортимент растений для продажи. Питомники растений могут быть небольшими семейными предприятиями или крупными коммерческими операциями. Некоторые питомники растений специализируются на размножении и выращивании растений из семян или черенков, в то время как другие могут приобретать молодые растения у других производителей и выращивать их до зрелости. Питомники также могут предлагать своим клиентам такие услуги, как озеленение, дизайн сада и консультации по уходу за растениями.

В развитии питомников растений с экологической точки зрения есть как плюсы, так и минусы.

Одним из положительных аспектов является то, что питомники растений могут помочь увеличить разнообразие растительной жизни в той или иной местности. Размножая и выращивая большое разнообразие видов растений, питомники могут способствовать общему здоровью и жизнестойкости

местных экосистем. Посадка разнообразных видов также может помочь привлечь опылителей и других полезных насекомых, что может способствовать поддержанию общего состояния экосистемы.

Еще одним плюсом является то, что питомники растений могут помочь информировать общественность о важности растений и той роли, которую они играют в окружающей среде. Предлагая информацию и ресурсы по уходу за растениями и их сохранению, питомники могут помочь повысить осведомленность о ценности растений и побудить больше людей заниматься садоводством и ландшафтным дизайном.

Однако следует учитывать и потенциальные негативные последствия. Например, создание питомника растений может привлечь за собой преобразование естественной среды обитания в сельскохозяйственные угодья, что может оказать негативное воздействие на местные экосистемы и дикую природу.

Существует несколько типов питомников растений, которые можно классифицировать в зависимости от типов растений, на которых они специализируются, размера и сферы их деятельности, а также их бизнес-моделей. Некоторые распространенные типы питомников растений включают:

Розничные питомники растений. Это наиболее распространенный тип питомников растений, которые, как правило, открыты для публики. Розничные питомники могут варьироваться по размеру от небольших семейных предприятий до крупных коммерческих операций. Они могут специализироваться на определенном типе растений, таких как однолетние, многолетние растения, кустарники или деревья, или они могут предлагать широкий выбор растений для продажи.

Оптовые питомники растений: Эти питомники обычно продают растения другим предприятиям, таким как розничные питомники, ландшафтные компании и садовые центры. Они могут предлагать более широкий выбор видов растений, а также могут предоставлять дополнительные услуги, такие как озеленение и дизайн. Специализированные питомники растений: Эти питомники могут быть сосредоточены на определенном типе растений, таких как орхидеи, суккуленты или местные растения. Они также могут специализироваться на редких или труднодоступных сортах растений.

Цель работы: Исследовать питомники Актыбинской области.

Методика исследования

В процессе исследования были выполнены поездки в выбранные под исследование питомники, был изучен их ассортимент, история создания, технологии производства. Все данные, полученные во время исследования были записаны на бумажный носитель, после перемещен на электронный носитель.

Результаты и обсуждение

В Актыбинской области насчитывается немало питомников различающихся по ассортименту, количеству возможной продуктивности. В данной статье будут рассматриваться 3 питомника:

1. Эко-питомник «Эльмира»
2. «Зеленая мечта»
3. Кобдинское лесничество

1. Эко-питомник «Эльмира»

Адрес: РК, Актыбинская область, г. Актобе, с. Украинка, уч.кв. № 180, уч. 1

Питомник был создан в 2017 г., подав заявку на участие в Дорожной карте бизнеса. Для этих целей Акимат выделил расположение в селе Украинка. С того момента происходит развитие питомника.

Питомник располагает участком в 20 г пашни, на которых посадки занимают 8–10 га. Условно эта территория разделена клетки, где выращиваются сеянцы и саженцы.

На сегодняшний день эко-питомник «Эльмира» производит путем прививки до 2 тысяч саженцев культурных яблонь и 500 саженцев культурных груш, путем посева семян до 7 тысяч лиственных деревьев и путем черенкования до 1 тысячи саженцев декоративных кустарников.

Как и другие питомники, эко-питомник «Эльмира» принимает предложения по озеленению от застройщиков и компаний, занимающийся благоустройством территории, но в основном питомник выступает как поставщик растений. За 5 лет работы питомник поставил многим организациям по Актыбинской, Атырауской, Кызылординской, Мангистауской областям.

Полив растений происходит путем капельного орошения. Для этих целей была сооружена лагуна, как накопитель воды и оттуда уже под высчитанным давлением происходит распределение воды по участкам питомника.

Агротехника используется. Питомник занимается как заготовкой перегноя, так и пользуется органическими и минеральными удобрениями пролонгированного производства.

Ассортимент данного питомника указан в Таблице 1.

2. Кобдинское лесничество

Адрес: Актыбинская область, Хобдинский район, Кобдинский с.о., а.Кобда, улица Колесникова, здание 17

Общая площадь питомника — 12га, из них доступной для посадки 8 га. Само хозяйство разделено на участки в количестве

Таблица 1. Ассортимент древесных насаждений эко-питомника «Эльмира»

| | |
|----|----------------------------|
| 1 | <i>Betula pendula</i> |
| 2 | <i>Ulmus parvifolia</i> |
| 3 | <i>Salix izvilistaya</i> |
| 4 | <i>Salix L</i> |
| 5 | <i>Acer tataricum</i> |
| 6 | <i>Acer saccharinum L.</i> |
| 7 | <i>Acer negundo L.,</i> |
| 8 | <i>Tilia cordata</i> |
| 9 | <i>Tilia platyphyllos</i> |
| 10 | <i>Populus balsamifera</i> |
| 11 | <i>Populus candicans</i> |
| 12 | <i>Populus pyramidalis</i> |
| 13 | <i>Populus Nigra</i> |
| 14 | <i>Padus virginiana</i> |
| 15 | <i>Fraxinus excelsior</i> |

Таблица 2. Ассортимент древесных насаждений питомника «Кобдинское лесничество»

| | |
|---|------------------------------|
| 1 | <i>Acer negundo L.</i> |
| 2 | <i>Fraxinus excelsior L.</i> |
| 3 | <i>Salix babylonica L.</i> |
| 4 | <i>Ulmus pinnato-ramosa</i> |
| 5 | <i>Populus nigra</i> |
| 6 | <i>Populus Kazakhstanika</i> |

пяти. В общем весь питомник поделен на 2 зоны, первая составляет 3 га, вторая — 5 га.

Питомник, являясь частью государственного учреждения «Кобдинское учреждение по охране лесов и животного мира» выполняет свои функции исключительно по государственному заказу. Это означает, что вся продукция уходит на нужды государственных учреждений и подразделений по озеленению. Ассортимент данного питомника указан в Таблице 2.

4. Питомник «Зеленая мечта»

Адрес: г. Актобе Орлеу, уч.408

Общая площадь посева составляет 8 га. Все располагается на одном участке.

В питомнике выращиваются лиственные деревья, предназначенные для городского озеленения. Множество из них представляются лиственными засухоустойчивыми видами такими

как Акация Глядиная, Колиритерия. Большой ассортимент вяза, ясеня, клёна. Для создания больших площадей зеленых зон используются именно эти деревья. Хвойных деревьев не так много: пихта и сосна.

Прошлогодний выход продукции в данном предприятии составил: 980 тысяч семян клёна, 624 тысячи ясеня и остальные небольшие посадки в общей сумме дают около 2 млн семян. Активно происходит поиск сотрудничества как с государством, так и с частными предпринимателями.

Полив происходит капельным орошением. Трубы и капельная лента составляют механизм полива. По словам руководителя, в дальнейшем планируется переработать систему полива, с последующим исключением капельных лент. Агротехника используется. Полный спектр удобрений. Присутствует небольшое количество деревьев семейства *Populus*, подверженных болезням, некоторые экземпляры мертвы. Ассортимент указан в Таблице 3.

Таблица 3. Ассортимент древесных насаждений питомника «Зеленая мечта»

| | |
|----|------------------------------|
| 1 | <i>Ulmus pinnato-ramosa</i> |
| 2 | <i>Ulmus L.</i> |
| 3 | <i>Ulmus parvifolia</i> |
| 4 | <i>Acer saccharinum</i> |
| 5 | <i>Acer macrophyllum</i> |
| 6 | <i>Acer negundo L.</i> |
| 7 | <i>Populus balsamifera</i> |
| 8 | <i>Populus pyramidalis</i> |
| 9 | <i>Populus candicans</i> |
| 10 | <i>Fraxinus excelsior L.</i> |

Выводы и заключение

Питомники в Актобинской области представлены разными по целям организациями (государственные учреждения, коммерческие организации, эко-активистскими организациями). В общем этого говорит о том, что озеленением области заинтересованы неединичные и несхожие по преследуемым целям учреждениями. В каждом из исследованных питомников присутствует «видовая база», что означает, что

какое-то количество видов всегда присутствует в каждом из питомников. Связано это с тем, что под влиянием климатических условий за весь период идеи «озеленения» были выбраны растения имеющие наиболее высокие шансы к адаптации и, в последующем, росту и развитию в условиях природных условий области.

В целом, развитие питомников растений в городах может способствовать созданию более устойчивой и пригодной для жизни городской среды.

Видовой состав древесных насаждений в питомниках Актюбинской области

Иржанов Жасулан Булатович, студент магистратуры
Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова (г. Актобе, Казахстан)

Современные тенденции урбанизации требуют более экологичного подхода в развитии городов, их расширению и общим отношениям природа-город-человек. Озеленение городов — один из этапов улучшения этих связей, повышающий общий показатель комфорта и качества жизни в городах и не только. С этим процессом тесно связаны специальные предприятия — питомники растений. Питомники растений — это предприятия, занимающиеся выращиванием растений для различных направлений. Существуют несколько видов этих предприятий, каждый из них направленный на свою сферу, в зависимости от продукции, которую эти предприятия производят. Например, плодово-ягодные питомники занимаются выращиванием плодово-ягодных культур, из чего ясно, что такая продукция подходит сельскохозяйственным предприятиям, частным лицам. Конечно, существуют питомники, не ограничивающиеся только одним направлением, комбинирующие в себе несколько видов. Озеленительные процессы чаще всего связаны с лесными питомниками, так как именно там производят посадочный материал для этих целей.

Проще говоря, питомники — это основной поставщик посадочного материала в процессах озеленения территорий таких учреждений как школы, спортивные площадки, больницы, лечебные санатории, промышленные предприятия, ну и конечно, частные территории. Не стоит забывать, что без посадочного материала не обойтись в процессах реконструкции и реставрации зеленых насаждений. Мероприятия по посадке молодых растений являются ежегодными, поэтому их деятельность — плановая. В учет планирования берут технологии, применяемые при производстве, так и общие производственные мощности питомников.

Питомники — это своего рода «заводы», занимающиеся выпуском на потоке высококачественного материала. Единственное различие, что заводы чаще всего тратят на производство дни, месяцы, а в питомниках все намного дольше. В среднем на выращивание одной единицы посадочного материала потребуется от 3 до 20 лет и более.

Цель работы: исследовать видовое разнообразие древесных насаждений в питомниках Актюбинской области.

Методика исследования

Были проведены поездки в питомники Актюбинской области, где были собраны материалы для данного исследования. Также были изучены электронные материалы по ассортименту данных питомников, так как некоторые из них ведут учет на электронных носителях. Данные были изучены, проанализированы и продемонстрированы в таблице и схемах данной статьи.

Результаты и обсуждения

В Актюбинской области насчитывается немало питомников, различающихся по ассортименту, количеству возможной продуктивности. В данной статье будут рассматриваться 3 питомника:

1. Эко-питомник «Эльмира»
2. «Зеленая мечта»
3. Кобдинское лесничество

1. Эко-питомник «Эльмира»

Адрес: РК, Актюбинская область, г. Актобе, с. Украинка, уч.кв. № 180, уч. 1

На сегодняшний день эко-питомник «Эльмира» производит путем прививки до 2 тысяч саженцев культурных яблонь и 500 саженцев культурных груш, путем посева семян до 7 тысяч лиственных деревьев и путем черенкования до 1 тысячи саженцев декоративных кустарников.

Таблица 1. Количество исследованных видов древесных насаждений эко-питомника «Эльмира»

| | | |
|---|----------------------------|-----|
| 1 | <i>Betula pendula</i> | 28 |
| 2 | <i>Ulmus parvifolia</i> | 233 |
| 3 | <i>Salix izvilistaya</i> | 17 |
| 4 | <i>Salix L</i> | 8 |
| 5 | <i>Acer tataricum</i> | 157 |
| 6 | <i>Acer saccharinum L.</i> | 22 |

| | | |
|----|----------------------------|------|
| 7 | <i>Acer negundo L.</i> | 46 |
| 8 | <i>Tilia cordata</i> | 147 |
| 9 | <i>Tilia platyphyllos</i> | 14 |
| 10 | <i>Populus balsamifera</i> | 21 |
| 11 | <i>Populus candicans</i> | 48 |
| 12 | <i>Populus pyramidalis</i> | 327 |
| 13 | <i>Populus Nigra</i> | 241 |
| 14 | <i>Padus virginiana</i> | 30 |
| 15 | <i>Fraxinus excelsior</i> | 197 |
| 16 | Всего | 1536 |

2. Кобдинское лесничество

Адрес: Актюбинская область, Хобдинский район, Кобдинский с.о., А. Кобда, улица Колесникова, здание 17

Общая площадь питомника — 12 га, из них доступной для посадки 8 га. Само хозяйство разделено на участки в количестве пяти. В общем весь питомник поделен на 2 зоны, первая составляет 3 га, вторая — 5 га.

Таблица 2. Количество исследованных видов древесных насаждений питомника «Кобдинское лесничество»

| | | |
|---|------------------------------|-----|
| 1 | <i>Acer negundo L.</i> | 23 |
| 2 | <i>Fraxinus excelsior L.</i> | 42 |
| 3 | <i>Salix babylonica L</i> | 27 |
| 4 | <i>Ulmus pinnato-ramosa</i> | 253 |
| 5 | <i>Populus nigra</i> | 78 |
| 6 | <i>Populus Kazakhstanica</i> | 29 |
| 7 | Всего | 452 |

3. Питомник «Зеленая мечта»

Адрес: г. Актобе Орлеу, уч.408

Общая площадь посева составляет 8 га. Все располагается на одном участке.

Таблица 3. Количество исследованных видов древесных насаждений питомника крестьянского хозяйства «Зеленая мечта»

| | | |
|----|------------------------------|------|
| 1 | <i>Ulmus pinnato-ramosa</i> | 342 |
| 2 | <i>Ulmus L</i> | 165 |
| 3 | <i>Ulmus parvifolia</i> | 189 |
| 4 | <i>Acer saccharinum</i> | 52 |
| 5 | <i>Acer macrophyllum</i> | 61 |
| 6 | <i>Acer negundo L.</i> | 169 |
| 7 | <i>Populus balsamifera</i> | 57 |
| 8 | <i>Populus pyramidalis</i> | 196 |
| 9 | <i>Populus candicans</i> | 43 |
| 10 | <i>Fraxinus excelsior L.</i> | 156 |
| 11 | Всего | 1430 |

Диаграмма на рис. 1 отображает количество растений различных семейств. Общее количество растений составляет 3418.

Из таблицы видно, что семейство Ulmaceae имеет наибольшее количество растений (1182), что составляет около 34,6% от общего количества. За ним следуют семейства Salicaceae (1040, 30,4%) и Sapindaceae (530, 15,5%).

Семейства Oleaceae (395, 11,6%), Malvaceae (161, 4,7%), Betulaceae (28, 0,8%) и Rosaceae (30, 0,9%) имеют меньшее количество растений в общем количестве.

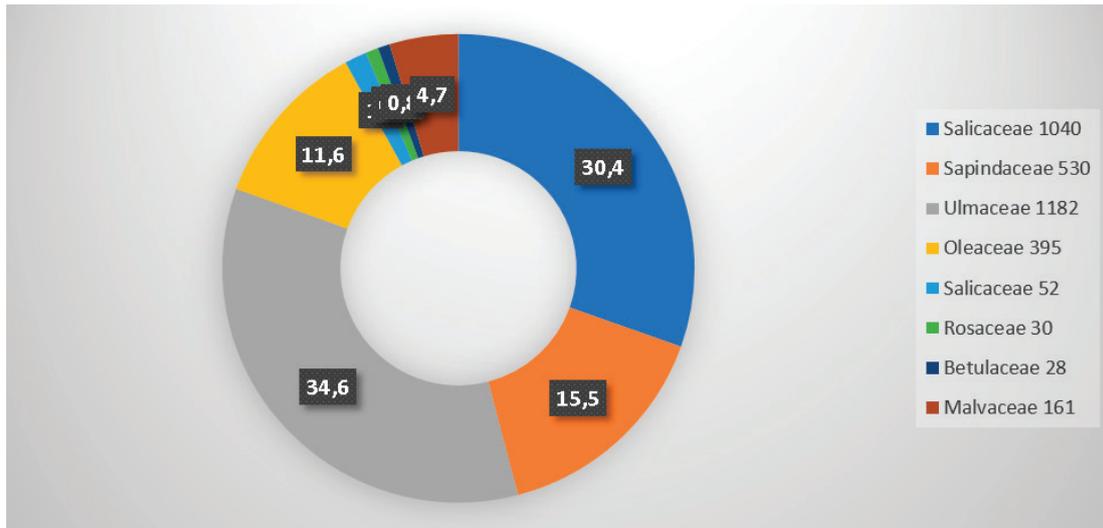


Рис. 1. Процентное соотношение исследованных семейств древесных насаждений

Выводы и заключение

Во всех из исследованных питомников существуют группы наиболее преобладающие перед другими. Это означает, что каждый питомник имеет определенное количество видов растений. Это связано с тем, что некоторые виды отлично адаптированы и являются наиболее подходящими для успешного роста и развития в окружающей области природных условий.

В целом, имеются сведения о селекционной и адаптивной работе этих питомников, в дальнейшем допускаю возможным пополнение списка выращиваемых древесных насаждений.

Литература:

1. Айпеисова С. А. Конспект флоры Актюбинского флористического округа. — Актюбе, 2012. — 4 с
2. Байтулин И. О. Ассортимент древесно-кустарниковых растений, рекомендуемых для озеленения городов и населенных пунктов северных областей Казахстана. — Известия НАН РК. Серия биологическая. 2007, № 5. — С. 3–10
3. Камкин В. А., Каденова А. Б., Камкина Е. В. Дендрофлора Павлодарской области. — Павлодар.: Кереку, 2011. — 5 с

Selection of indigenous *Rhodobacter* sp. ability to process organic compounds

Pham Thi My, Ph.D., teacher

The University of Danang, University of Science and Education, Viet Nam

Bui Xuan Dong, Ph.D., teacher

The University of Danang, University of Science and Technology, Viet Nam

*The study isolated purple non-sulfur bacteria from water samples of shrimp farming at Truong Dinh Village, Hoa Lien Commune, Hoa Vang District, Da Nang City, and Hiep Hai Village, Binh Hung Commune, Thang Binh District, Quang Nam Province. The results showed that one strain of RH02 (*Rhodobacter capsulatus*) bacteria was isolated and identified. Determining the optimal culture conditions for this strain is the DSMZ — 27 habitat at 28–30°C, pH = 7, salinity 25‰, and biomass collection time after 72h of culture. The *Rhodobacter capsulatus* strain processed organic compounds after seven days of testing, with an 80–85% efficiency.*

Keyword: non-sulfur purple bacteria, shrimp farming, waste water, nitrogen, *Rhodobacter capsulatus*.

1. Introduction

Annually, the shrimp industry contributes about 40–45% of total seafood export value, equivalent to 3.5–4 billion USD (Research Institute for Aquaculture No.1, 2013). Besides that, Shrimp farms also need more planning in intensive farming, a large amount of excess feed and organic matter released into the environment, and high-density shrimp farming in chemical treatment. These organic compounds stimulate the growth of microorganisms, pollute ponds, and unbalance the ecosystem (Research Institute for Aquaculture No.1, 2013). Research results

show that 48.0–87.3% (N) and 75.0–94.0% (P) inputs in shrimp ponds are not absorbed to create shrimp biomass but are released into the environment through water change, discharge when harvesting, and deposition in the bottom mud of the pond. Thus, for each ton of shrimp farming, about 16.8–157.2 kg N and 2.3–45.9 kg P will be released into the environment (Luo et al., 2012).

Among the microorganisms involved in the aquarium's carbon, nitrogen, and sulfur cycles, purple non-sulfur bacteria play an important role in improving water quality. Purple non-sulfur bacteria can grow by photoautotrophs, photoheterotrophs, or heterotrophs, depending on light, oxygen, and suitable carbon sources. They can utilize organic matter with or without sunlight, and some species can remove H₂S (Kornochalert et al., 2014).

To contribute to exploiting the potential application of indigenous microorganism's resources, which are abundant for wastewater treatment of shrimp ponds, we selected a strain of indigenous *Rhodobacter* sp. ability to process organic compounds.

2. Research methods

2.1. Isolation method of purple photosynthetic bacteria

Water samples were collected in shrimp ponds in Truong Dinh Village, Hoa Lien Commune, Hoa Vang District, Da Nang City, and Hiep Hai Village, Binh Hung Commune, Thang Binh District, Quang Nam Province. The samples were enriched by cultured in glass flasks of 100 ml volume. Wastewater samples were put into bottles at a ratio of 1:1. Then these flasks were filled with DSMZ-27 medium, in non-aerated conditions, under natural light, at a temperature between 28–30°C, pH from 6.5–7.5. After about a week, colored lines from yellow-brown to burgundy appeared on the jar's walls (representing the presence of pigment characteristic of photosynthetic purple bacteria). Sampling from the colored stripe and then isolated on a petri dish containing DSMZ 27 agar. After about 3–5 days, round brown, pink, and purple colonies appeared. These colonies were cleaned by the streak plate method and incubated under light conditions (Do Thi Lien, 2016).

2.2. Research method of cell morphology, physiological and biochemical characteristics of isolates

After seven days of culture on DSMZ — 27 medium, bacterial colonies were observed under the microscope to record the shape, size, and color of colonies. Carrying out Gram staining, testing the ability to ferment sugar, catalase, degradation of Urea, and Citrate (Bergey's, 1989).

2.3. Identification method of bacterial by molecular biology techniques

Checking isolated *Rhodobacter* sp. by PCR (Polymerase Chain Reaction)

Primer sequences were used to amplify the 16S rRNA gene region

| Primer | Sequences |
|--------|--------------------------------|
| 27F | 5' — AGAGTTTGATCCTGGCTCAG — 3' |
| 1492R | 5' — GGTTACCTTGTACGACTT — 3' |

PCR products after amplification were sequenced using automated sequencing. After sequencing the 16S rRNA gene, compare the sequence with GenBank published in the NCBI data bank using the BLAST tool to identify the purple photosynthetic bacteria on the similarity of the 16S rRNA gene sequence with the sequences available on the database.

2.4. Survey method for some factors affecting the growth ability of identified bacterial

a) Effect of pH: Prepare the growth medium DSMZ-27 in 100 ml/L cylindrical glass bottles to survey the pH range 4; 4.5; 5; 5.5; 6; 6.5; 7; 7.5; 8; 8.5; 9.

b) Effect of salt concentration: **Prepare the DSMZ-27 medium; the selected strains are grown in 300 ml cylindrical glass flasks, and the salt concentration is investigated in the 0‰ range; ten‰; 15‰; 20‰; 25‰; 30‰; 35‰ and the pH was selected in "a" item.**

The experiment was conducted under lighting conditions, and record the results after seven days.

2.5. Method of building the growth curve of the identified purple photosynthetic bacteria

Construct a correlation curve between OD and log cell density (CFU/ml)

The 7-day culture broth was diluted in DSZM-27 medium to obtain OD660 nm concentrations of 0.1; 0.2; 0.3; 0.4; 0.5; 0.6, respectively. Then proceed to dilute to 10–8 and inoculate on a plate of DSMZ-27 agar at a concentration of 10–6; 10–7; 10–8.

Build growth curve: Measure the OD value every 12 hours from the culture broth using a Jasco V750 spectrometer. Based on the results of the OD value and the correlation equation to build the growth curve.

2.6. Method to evaluate the efficiency of organic compounds treatment of the identified purple photosynthetic bacteria

Create a hypothetical wastewater environment by adding glucose to have organic concentrations of 10, 50, 100, 200, and 400 mgC/l, respectively.

The experiment used 30 cylinders with a volume of 300 ml, added to each flask 2% bacterial solution obtained from section 2.2.6 with pH and salinity determined in section 2.2.8, adding organic matter content is: 10, 50, 100, 200, and 400 mgC/L, respectively.

Controlled experiment: the environment has salinity and pH determined in item 2.2.8 with organic matter content of 10, 50, 100, 200, and 400 mgC/L, respectively, but without adding *Rhodobacter*.

The density of *Rhodobacter* was determined through the cell suspension absorbance on the spectrophotometer. The organic matter content was monitored daily through the permanganate method's COD indicator (QCVN6186–1996).

2.7. Data processing methods

The experiments were repeated three times. The results are calculated and processed by statistics on MS programs — Excel and Rstudio.

3. Research results and discussion

3.1. Isolation of *Rhodobacter* sp. from shrimp wastewater samples

From water samples collected in Truong Dinh Village, Hoa Lien Commune, Hoa Vang District, Da Nang City, and in Hiep Hung Village, Binh Hai Commune, Thang Binh District, Quang Nam Province, four strains of bacteria were isolated. Symbolized bacteria (RH01 → RH04) could grow in liquid DSMZ — 27 medium (Table 1, Figure 1). The two strains of RH02 have round, convex, glossy, spherical, chain-forming cells, are positive for sugars, citrate, and urea, are negative for catalase, and are gram-negative bacteria, which is consistent with the described characteristics of *Rhodobacter* sp. according to Bergey's taxonomy and studies by other scientists on this bacterium (Bergey's, 1989; Brenner et al., 2005; Weaver et al., 1975).

Table 1. Colony morphology characteristics of 4 isolated bacteria

| Name | | RH01 | RH02 | RH03 | RH04 |
|-----------------------------|------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Colony characteristics | Color | Dark Pink, Diameter 3,3µm | Light pink, Diameter 3,1 µm | Light pink, Diameter 2,6µm | Light pink, Diameter 1.9µm |
| | Morphology | Round, wet, convex surface, slimy | Round, convex surface, glossy | Round, convex surface, flat edge | Round, flat surface, inner edge |
| Cell characteristics | Shape | Egg-shaped | Spherical | Egg-shaped | Egg-shaped |
| | Gram | - | - | - | - |
| Biochemical characteristics | Glucose | - | + | - | - |
| | Fructose | - | + | - | - |
| | Mantose | - | + | - | - |
| | Catalaste | + | - | + | + |
| | Urea | - | - | + | + |
| | Citrat | - | + | - | + |

Note: (+) positive (-) negative

3.2. Identification of rh02 bacterial by molecular biology techniques

RH02 bacteria were identified using molecular biology techniques. The results of reading 16s — rRNA sequences were compared to the NCBI gene bank to identify RH02 species. RH02 bacteria has a sequence of 16s — rRNA gene region, which is 97.70% similar to *Rhodobacter capsulatus* species (Figure 2) — allowing the conclusion that RH02 bacteria is a species of *Rhodobacter capsulatus*.

3.3. Investigate some factors affecting the growth and development of *Rhodobacter capsulatus*

3.3.1. pH effects

The results of the investigation of pH affection on the growth and development of *Rhodobacter capsulatus* are shown in Figures 3 and 4.

The results show that the bacterial strain can grow quite well in the pH range of 6–7.5 in both light and dark conditions. Besides, under pH conditions in which less than five microorganisms are inhibited and have a prolonged growth rate and under light conditions, the results

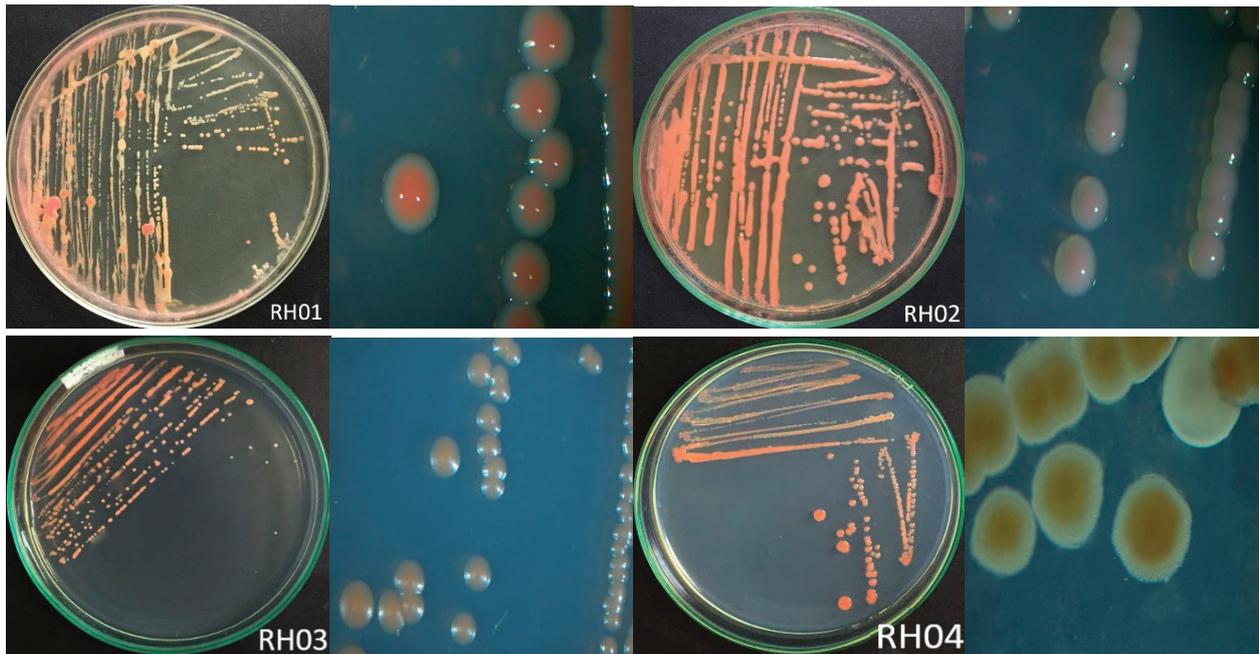


Fig. 1. Colony shapes of 4 strains isolated from wastewater samples

| Description | Scientific Name | Max Score | Total Score | Query Cover | E value | Per. Ident | Acc. Len | Accession |
|--|--------------------|-----------|-------------|-------------|---------|------------|----------|------------|
| <input type="checkbox"/> Uncultured Rhodobacter sp. clone C5B02-2 16S ribosomal RNA gene, partial sequence | uncultured Rhod... | 1722 | 1722 | 99% | 0.0 | 97.70% | 1456 | KP016683.1 |
| <input type="checkbox"/> Rhodobacter capsulatus strain PSB-03 16S ribosomal RNA gene, partial sequence | Rhodobacter ca... | 1722 | 1722 | 99% | 0.0 | 97.70% | 1467 | FJ866782.1 |
| <input type="checkbox"/> Rhodobacter capsulatus strain SDT3S10 16S ribosomal RNA gene, partial sequence | Rhodobacter ca... | 1644 | 1644 | 99% | 0.0 | 96.31% | 1474 | JQ045801.1 |
| <input type="checkbox"/> Rhodobacter capsulatus strain NBY31 16S ribosomal RNA gene, partial sequence | Rhodobacter ca... | 1400 | 1400 | 98% | 0.0 | 92.27% | 1459 | HQ851081.1 |
| <input type="checkbox"/> Rhodobacter capsulatus strain PSB-06 16S ribosomal RNA gene, partial sequence | Rhodobacter ca... | 1349 | 1349 | 98% | 0.0 | 91.27% | 1459 | FJ866784.1 |
| <input type="checkbox"/> Rhodobacter capsulatus strain IARI-NIAW1-9 16S ribosomal RNA gene, partial sequence | Rhodobacter ca... | 920 | 920 | 98% | 0.0 | 83.85% | 1266 | KF054927.1 |
| <input type="checkbox"/> Rhodobacter capsulatus strain MT1131 16S ribosomal RNA gene, partial sequence | Rhodobacter ca... | 920 | 920 | 98% | 0.0 | 83.85% | 1268 | DQ001154.1 |

Fig. 2. Searching for homology sequence of Rhodobacter

are more optimistic than in dark conditions. The experimental results are consistent with domestic and international studies (Brenner et al., 2005; Do Thi Lien, 2016).

Under light conditions, the growth rate of *Rhodobacter capsulatus* was faster than in the dark states. The growth rate was maximum at 0.08 with a cell density of 15x10⁸; in dark conditions, the growth rate was packed at 0.08 with a cell density of 15x10⁸ and peaked at only 0.05 with a cell density of 12x10⁸. *Rhodobacter capsulatus* is a microorganism that can conduct photosynthesis to collect and receive energy to serve the living activities of the cell (CA, 1982). Therefore, growth and development are faster in light conditions than in dark conditions.

To apply the isolated *Rhodobacter capsulatus* strain to test the ability to treat organic compounds in water, pH = 7 was selected.

3.3.2. Salinity effects

The survey results in Figures 5 and 6 show that the *Rhodobacter capsulatus* strain can adapt to an environment with salinity up to 35%. Still, at 25 salinity, the growth rate is the best.

Besides, when comparing the growth rate with light and dark conditions, it was found that this bacterial strain grew better in lighting conditions nine times.

The results above showed that the *Rhodobacter capsulatus* bacteria isolated from shrimp wastewater is salt tolerant. This research result is consistent with the study of Bergey and Tra, 2015; Brenner et al., 2005).

3.4. Survey on the growth curve of the *Rhodobacter capsulatus*

The growth and development of *Rhodobacter capsulatus* are shown by the growth curve and growth rate. The results are presented in Figure 7.

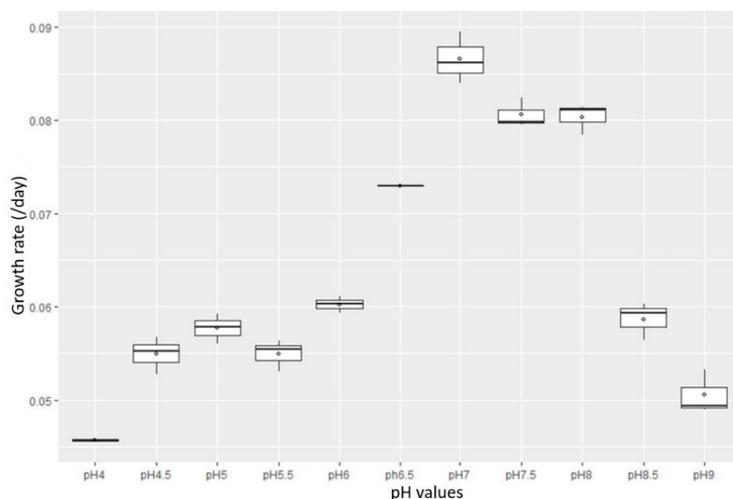


Fig. 3. Growth rate of *Rhodobacter capsulatus* under light conditions

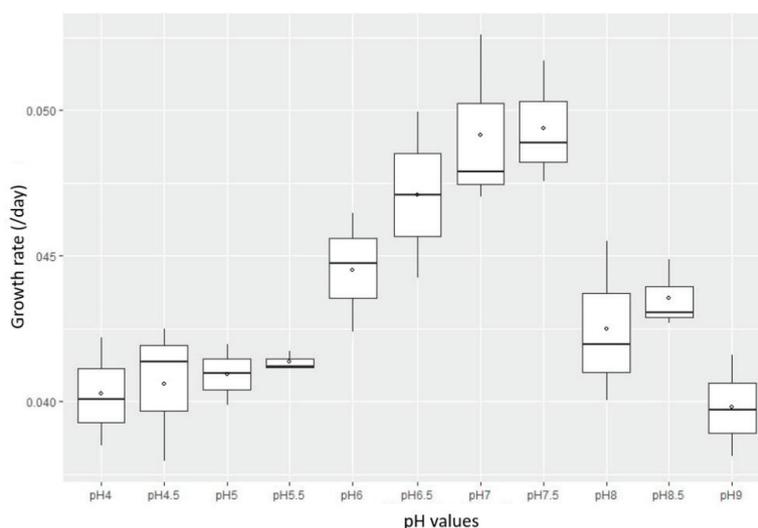


Fig. 4. Growth rate of *Rhodobacter capsulatus* under shading conditions

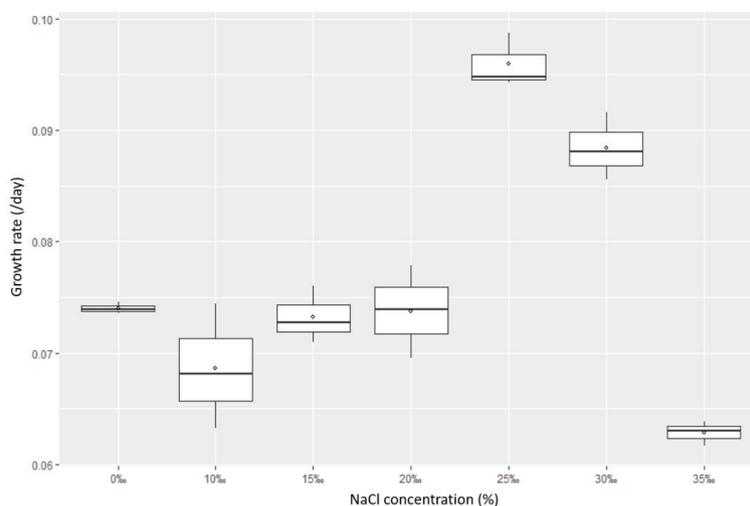


Fig. 5. The growth rate of *Rhodobacter capsulatus* (NaCl was added to determine the concentration 0%; 10%; 15%; 20%; 25%; 30%; 35%, under light conditions) C

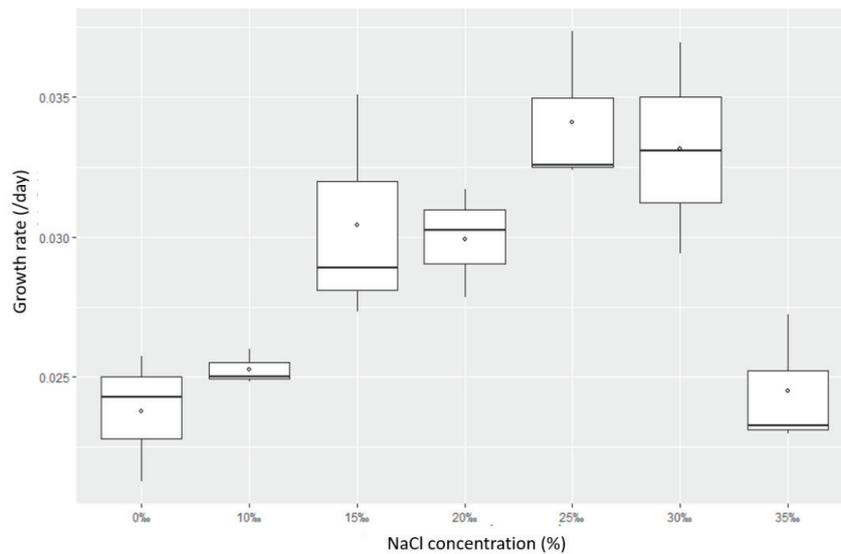


Fig. 6. The growth rate of *Rhodobacter capsulatus* (NaCl was added to determine the concentration 0‰; 10‰; 15‰; 20‰; 25‰; 30‰; 35‰, under shading conditions)

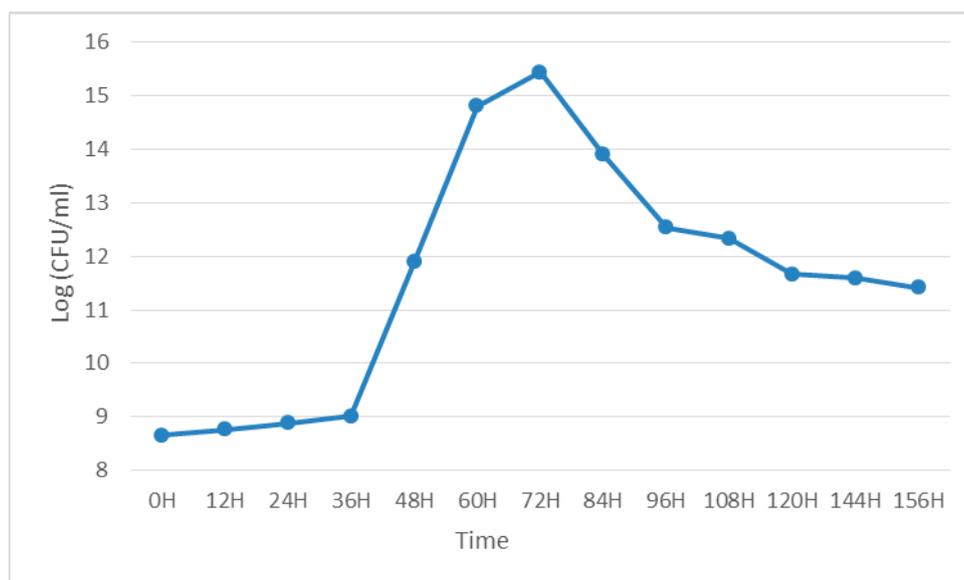


Fig. 7 Growth rate of *Rhodobacter capsulatus*

The results showed that *Rhodobacter capsulatus* had a latent phase lasting about 36h. The exponential phase lasted 24 to 36 hours, corresponding to a maximum growth rate of 0.04 at 72h of culture (15×10^8 CFU/ml). However, as the culture time continues to be prolonged, the cell density gradually decreases and begins to decline due to the depletion of nutrients in the medium; the competition for nutrients by bacteria takes place, together with the products of metabolism inhibiting the growth of bacteria, the number of cells produced is less than the number of cells lost (Costa et al., 2017).

3.5. Evaluating the efficiency of organic compounds processing ability of *Rhodobacter capsulatus*.

To evaluate the ability of organic matter treatment of the *Rhodobacter capsulatus*, an experiment was carried out to grow this strain on wastewater with the assumption of adding glucose to the carbon content of 10 mg/L; 50 mg/L; 100 mg/L; 200 mg/L; 400 mg/L, with salinity 25‰ and pH=7. The experiment was conducted under lighting conditions of 3000 lux. Their biomass accumulation and organic matter treatment were monitored for seven days. The results are shown in Figure 8, Figure 9, and Table 2.

The results from Figure 9 show that the isolated *Rhodobacter capsulatus* could grow at almost all carbon concentrations from 10 mg — 400 mg/L. The content 50mg/L, 100mg/L, 200mg/L, and 400mg/L had better growth rates and ability than those at 10mg/L concentration.

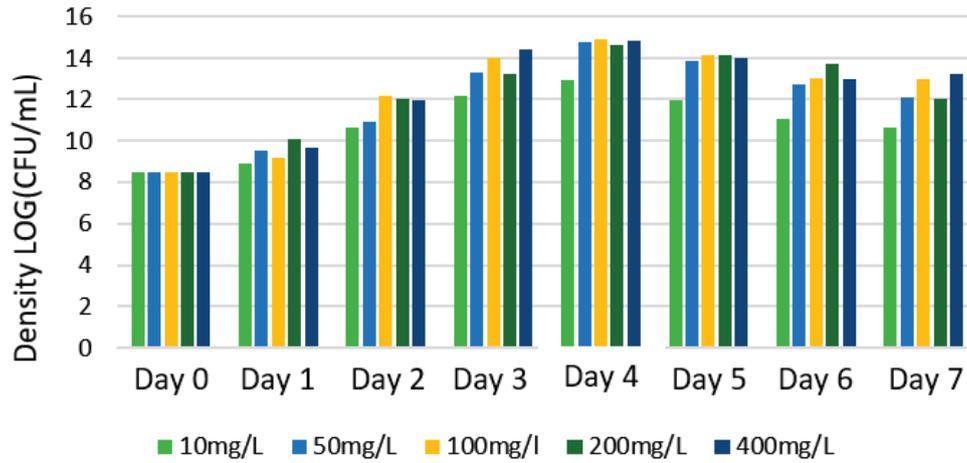


Fig. 8. Growth ability of *Rhodobacter capsulatus* after seven days

The ability to accumulate biomass at concentrations of 50; 100; 200; 400mg/L gave similar results, and both peaked at day 4 with a density of ~ 15x10⁸ (CFU/ml). Meanwhile, at the concentration of 10mg/L, the growth rate was lower; the highest density was only 12x10⁸ (CFU/ml) on day 4.

Table 2. Variation of organic matter content and treatment efficiency after seven days of testing

| Carbon content | Bacterial | | | Non-bacterial | | |
|----------------|----------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------|
| | COD content on Day 0 | COD content on Day 7 | Carbon removal efficiency (%) | COD content on Day 0 | COD content on Day 7 | Carbon removal efficiency (%) |
| 10 mg/L | 65 | 36 | 45% | 65 | 50 | 16.60% |
| 50 mg/L | 176 | 25 | 85.80% | 176 | 126 | 28.40% |
| 100 mg/L | 315 | 40 | 87.30% | 315 | 280 | 11.10% |
| 200 mg/L | 700 | 76 | 89% | 700 | 650 | 7.14% |
| 400 mg/L | 1426 | 219 | 84.60% | 1426 | 1024 | 28.10% |

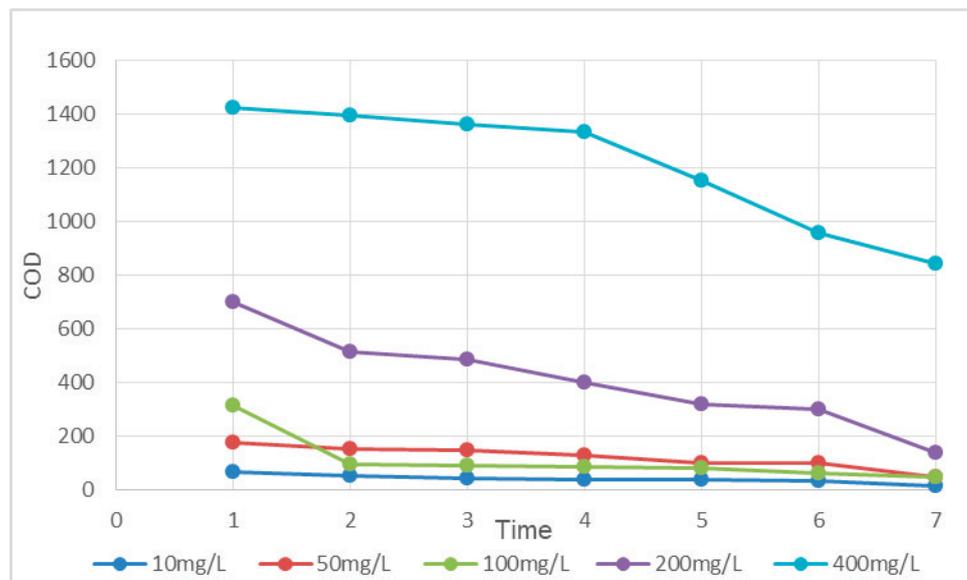


Fig. 9. The ability of *Rhodobacter capsulatus* to remove COD after seven days

The results from Tables 2 and 9 show that *Rhodobacter capsulatus* can process organic compounds at relatively high concentrations. In the survey treatments, the ability to treat the best results at concentrations of 50; 100; 200; 400 mg/L has an efficiency of 80–85%, while at a low

concentration of 10 mg/L, the treatment efficiency is only 45%, through that the higher the organic matter content, the higher the growth and treatment efficiency of the strain. It shows that the isolated *Rhodobacter capsulatus* bacteria can decompose organic substances and use them as a source of substrates for their life activities. This result is entirely consistent with My Tran Huong Tra et al. and the study of Costa et al. (Tra et al., 2015; Costa et al., 2017).

4. Results

Isolation and identification of an RH02 bacteria (*Rhodobacter capsulatus*) from wastewater samples from shrimp ponds in Hiep Hung Village, Binh Hai Commune, Thang Binh District, Quang Nam Province. Determining the optimal culture conditions for this strain are DSMZ — 27 medium at 28–30°C, pH = 7, salinity 25‰, and biomass collection time after 72h of culture. Investigated the ability to process organic compounds of the *Rhodobacter capsulatus* and found that after seven days of testing, the bacteria could process organic compounds at concentrations of 50; 100; 200; 400 mg/L with an efficiency of 80–85%.

References:

1. Bergey's. (2001). Mycoplasma. In Infectious Diseases in Obstetrics and Gynecology, Sixth Edition.
2. Brenner, D. J., Krieg, R., Staley, J. T., & Garrity, G. M. (2005). Manual* of Systematic Bacteriology: Volume Two The Proteobacteria Part C The Alpha-, Beta-, Delta-, and Epsilonproteobacteria. In Bergey's Manual of Bacterial Systematics (Vol. 2, Issue 2).
3. CA, W. (1982). Dynamics of photosynthetic membrane composition and function. Wraight CA (1982) Current Researchs on Photosynthesis, In Godvindjee (Ed), Photosynthesis, Vol.I, Academic Press. New York, London., 1058(2), 87–106.
4. Costa, S., Ganzerli, S., Rugiero, I., Pellizzari, S., Pedrini, P., & Tamburini, E. (2017). Potential of *Rhodobacter capsulatus* grown in anaerobic-light or aerobic-dark conditions as bioremediation agent for biological wastewater treatments. *Water (Switzerland)*, 9(2).
5. Do Thi Lien. (2016). Research on the application of purple photosynthetic bacteria to treat Sulfide in polluted water sources. 1–25.
6. N., Kantachote D., Chaiprapat. S. (2014). Use of *Rhodospseudomonas palustris* P1 stimulated growth by fermented pineapple extract to treat latex rubber sheet wastewater to obtain single cell protein. *Annals of Microbiology*, 64, 1021–1032.
7. Tra, M. T. H. (2015). Research on the culture and use of *Rhodobacteria* to treat organic matter and sulfide in polluted water on a laboratory scale
8. Research Institute for Aquaculture N1 (2013). Project: Controlling environmental pollution in aquaculture (Shrimp, *Pangasius*) until 2020. 2020, 36.
9. Wang, J., Nie, X., Zhang, L., & Zhao, Z. (2016). Optimization of production procedures for coenzyme Q 10 from *Rhodobacter sphaeroides*. 8(7), 924–929.
10. Weaver, P. F., Wall, J. D., & Gest, H. (1975). Characterization of *Rhodospseudomonas capsulata*. *Archives of Microbiology*, 105(1), 207–216.

Иксодовые клещи (Acari: Ixodidae) Краснодара и его окрестностей

Шукурова Гунча, студент магистратуры
Кубанский государственный университет (г. Краснодар)

Краснодар — один из самых жарких городов России. Это любимый многими город. Здесь начинает теплеть очень рано, последние два года в середине марта температура достигала +15...+17 °C. А это значит, что уже в марте в городе начинают просыпаться клещи.

Иксодовые клещи проводят зиму под покровом снега, слоем опавшей листвы и умерших растений. Такое естественное одеяло надежно укрывает их от мороза и ветра. Организм паразита на это время впадает в анабиоз, все процессы в нем замедляются, что позволяет вредителю прожить почти полгода без еды и движения. Если клещ не погибает в силу внешних, не зависящих от него причин, то его жизненный цикл может достигать 7–8 лет с периодическим впадением в анабиоз. Для того чтобы очнуться от длительного сна, паразиту необходимо, чтобы сошел снег, пригрело

солнце, а температура воздуха стала плюсовой. Тепло постепенно ускоряет все процессы в теле клеща, и он просыпается. С этого момента перед ним стоят две главные цели: питание и размножение.

С наступлением весны многие люди из разных городов семьями приезжают увидеть Краснодар, горожане тоже часто выходят в лес отдыхать. Именно в это время года в лесу таится опасность для здоровья и жизни человека, о которой многие не подозревают. Активный контакт жителей с природой обуславливает большую вероятность встречи в лесу, парке, на отдыхе на природе с иксодовыми клещами, являющимися носителями и переносчиками разных инфекций.

Сбор иксодовых клещей проводился в Краснодаре с 17 апреля по 12 июня 2022 года, с 15 сентября по 3 октября 2022 года и с 18 апреля по 10 мая 2023 года.

Численность вредителей в разных районах Краснодара в одно и то же время может сильно различаться. Как правило, теплая погода в Краснодаре устанавливается в начале весны и в середине осени. Именно поэтому пик активности клещей здесь приходится на март — апрель и сентябрь — ноябрь. Осенью постепенное похолодание заставляет паразита найти себе укромное место и впасть в спячку до следующей весны. Пиковые периоды активности клещей напрямую связаны не только с их циклом жизни, но и с погодой. Самая комфортная температура для них — +18...+20 °С, относительная влажность воздуха — 60% и выше. Как только условия приближаются к описанным выше, клещи активизируются.

По данным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Краснодарском крае», в Краснодарском крае было обнаружено 24 вида иксодовых клещей, относящихся к шести родам: *Ixodes*, *Haemaphysalis*, *Voophilus*, *Dermacentor*, *Rhipicephalus*, *Hyalomma*.

В результате данного исследования за период с 17 апреля 2022 года по 10 мая 2023 года в Краснодаре было собрано 320 экземпляров. Выявлено пять видов иксодовых клещей, относящихся к четырем родам (*Dermacentor*, *Ixodes*, *Haemaphysalis*, *Rhipicephalus*).

Большая часть особей, найденных в весенний период, относится к роду *Dermacentor*; следующий по частоте — род *Ixodes*, третий — *Rhipicephalus*. *Haemaphysalis* — самый редко встречаемый род за период исследования.

Летом активность клещей меньше, чем в весенний период, потому что температура воздуха с середины июня, в июле и августе превышает +20 °С, а при температуре свыше названной клещи становятся менее активны. Относящиеся к родам *Rhipicephalus*, *Haemaphysalis* клещи более активны при температуре выше +17 °С, поэтому они встречались в конце мае и начале июня. Все взрослые особи очень активны весной (в массе) и осенью.

По результатам исследования можно заметить, что активность клещей в весенний период больше, чем в осенний, потому что в осенний период температура воздуха начинает снижаться, а это означает, что иксодовые клещи активны при температуре от +13 до +25 °С. При похолодании ниже +10 °С иксодовые клещи впадают в зимнюю спячку. С наступлением весны иксодовые клещи снова выходят наружу.

Можно сделать вывод о том, что представители родов *Dermacentor*, *Ixodes* чаще встречаются в Краснодаре, чем представители родов *Rhipicephalus* и *Haemaphysalis*.

Видовая структура рода иксодовых клещей выглядит следующим образом. Самым широко представленным видом является *Ixodes Ricinus*, затем следуют виды *Dermacentor marginatus* и *Dermacentor reticulatus*, мало встречаемые виды — *Rhipicephalus sanguineus*, *Haemaphysalis punctata*.

Далее рассмотрим динамику численности иксодовых клещей во время исследования Краснодара и его окрестностей (рис. 1).

Температура воздуха 17 апреля 2022 года была +23 °С, солнечно. 21 апреля температура снизилась до +14 °С, погода в этот день была дождливой, влажность — повышенной, численность клещей в этот день была меньше, чем при солнечной погоде. 19 и 30 апреля численность клещей была повышенной, эти дни были солнечными, температура воздуха достигала +18...+20 °С, что является очень благоприятными погодными условиями для активности иксодовых клещей; также сбор в эти дни производился на возвышенной местности. В период со 2 по 11 мая температура воздуха была ниже +14 °С, погода в эти дни была дождливой, и активность клещей резко снизилась. С 15 по 18 мая температура повысилась до +18 °С, влажность воздуха была высокой. Можно отследить закономерное повышение активности клещей в данный период. В период с 31 мая по 12 июня температура воздуха была высокой, достигнув от-

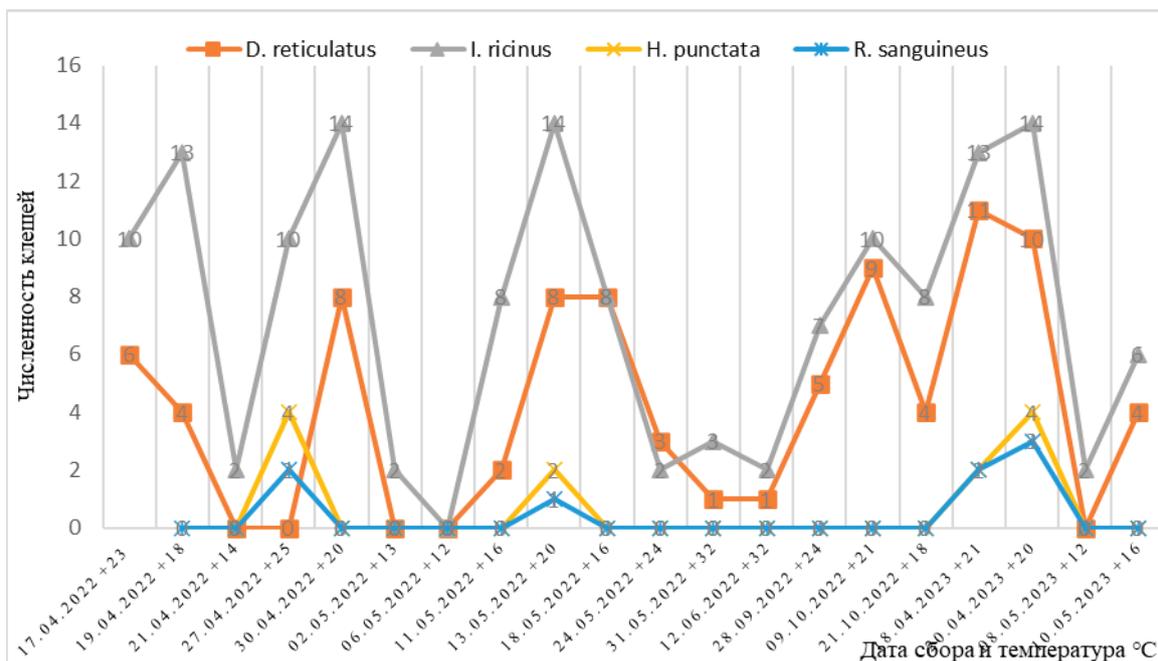


Рис. 1. Динамика численности иксодовых клещей во время исследования Краснодара и его окрестностей

метки +31 °С, поэтому в данный период идет спад активности иксодовых клещей.

Рассмотрим осенний период. Стоит отметить, что с 28 сентября температура была не ниже +24 °С. В период с 9 по 12 октября она держалась в районе +20 °С. В эти дни регистрировалась высокая активность клещей, после чего наблюдался постепенный спад вплоть до 3 ноября, когда температура достигла отметки в +12 °С.

Далее рассмотрим весенний период 2023 года. В этом году температура воздуха в апреле и мае была выше, чем в прошлом году, а это означает, что активность клещей была повышенной. В период с 16 апреля 2023 года температура воздуха была выше +16 °С, влажность тоже была высокой. Такая погода держалась до 6 мая. В тот же период прошлого года погода была дождливой, температура воздуха — ниже +14 °С, и активность клещей была сниженной.

Рассматривая динамику активности иксодовых клещей в данные периоды, можно проследить ее связь с температурным режимом и погодными условиями. Также очень важно обращать внимание на рельеф местности учетной площадки,

где производился сбор иксодовых клещей в конкретный день исследования.

Наиболее благоприятной температурой для иксодовых клещей в Краснодаре является +20 °С, когда клещи проявляют свою наивысшую активность. Можно установить, что наибольшая активность в весенний период исследования 2022 года наблюдалась 17 и 30 апреля и с 15 по 18 мая, а осенью — с 9 по 12 октября. После 2 ноября происходит спад активности иксодовых клещей. С наступлением тепла в период с 16 апреля по 3 мая 2023 года их активность повышается.

По моим исследованиям, местами самого большого распространения клещей являются Краснодарский лесопарк, Большой остров, лес «Красный кут», Всесвятское кладбище. Эти места не обрабатываются, там гуляет меньше людей, чем в других местах; больше животных, а рядом есть водоемы. Это является доказательством того, что для иксодовых клещей это отличное место, чтобы приспособиться. Они прячутся в кустах, на газонах, в траве, на ветках или же в лесных цветочных букетах, там, куда не поступает прямой солнечный свет.

Как я собирала клещей?



Рис. 2. Белый флаг для сборки клещей

Для меня самым простым и эффективным способом собирать клещей был белый флаг (рис. 2). Он изготавливается из белого ворсистого полотна с использованием вафельной или фланелевой ткани. По конструкции он похож на настоящий флаг и делается следующим образом: ткань привязывается к концу и середине длинной палки, чтобы конструкция была похожа на флаг. Процесс сбора подразумевает под собой прохождение участка несколько раз. Я прикладывала флаг так, чтобы он уверенно касался растительной поверхности. Шла медленно и не допускала скручивания. Каждые 50 шагов проверяла флаг на наличие клещей. Обнаруженных клещей я помещала в специ-

альный контейнер с 70-процентным спиртом, чтобы клещ умер, но при этом не высох (чтобы в дальнейшем можно было определить его вид).

В заключение хочу сказать: берегите себя и свое окружение, будьте внимательны. Укус клеща порой приводит к действительно серьезным последствиям. Выбор средств, способных предотвратить его, необычайно широк. Лучше всего сочетать сразу несколько вариантов, ориентируясь на обстоятельства. Дачный участок можно полностью обработать от паразитов. Для себя, семьи, детей можно использовать рекуррентные кремы-гели и аэрозоли. При выходе на природу старайтесь не хо-

диль по высокой траве, так как шанс подцепить там клеща крайне высок. Носите брюки и осматривайте себя на предмет паразитов. Для того чтобы избежать последствий укусов клещей, необходимо прежде всего не надеяться по традиции на то, что как-нибудь обойдется, и сделать все возможное для того, чтобы выявить заболевание на ранних стадиях его проникновения в организм.

По внешнему виду клеща нельзя определить, энцефалитный он или нет, это можно сделать только после лабораторного анализа. Сразу после того, как вы сами извлечете клеща или вам извлекут его, необходимо поместить его в специальный контейнер и отвезти в лабораторию, где специалисты проверят, является ли этот клещ переносчиком каких-либо заболеваний. Клеща необходимо сдать в день его снятия или на следующий день.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Исследование влияния глобального потепления на состояние ледника Туюксу

Аманова Жанел Сабирханкызы, студент магистратуры;
Кузнецова Ирина Анатольевна, кандидат технических наук, ассоциированный профессор
Международная образовательная корпорация (г. Алматы, Казахстан)

В настоящее время в мире назревает экологическая катастрофа — глобальное потепление. С повышением глобальной средней температуры Земли, т.е. глобальным потеплением, различные последствия изменения климата создают риски, которые возрастают. Последствия изменения климата могут быть физическими, экологическими, социальными или экономическими. Свидетельством наблюдаемого изменения климата являются данные инструментальных измерений температуры, повышение уровня моря.

Данная статья направлена на исследование существования решений влияния глобального потепления на ледник Туюксу.

Цель данной работы заключается в вычислении нормализованного индекса снега для картирования площади снега, с последующей оценкой температуры поверхности ледника.

Ключевые слова: глобальное потепление, геодинамический процесс, температура.

Study of the impact of global warming on the state of the Tuyuksu glacier

Currently, an ecological catastrophe is brewing in the world — global warming. With an increase in the global average temperature of the Earth, i.e. global warming, various effects of climate change create risks that increase. The impacts or consequences of climate change can be physical, environmental, social, or economic. Evidence of the observed climate change is the data of instrumental measurements of temperature, sea level rise and decrease in snow cover in the Northern hemisphere.

This article is aimed at investigating the existence of solutions to the impact of global warming on the Tuyukusu glacier.

The purpose of this work is to calculate the normalized snow index for mapping the snow area, followed by an assessment of the glacier surface temperature.

Keywords: global warming, geodynamic process, temperature.

Введение

Глобальное потепление — процесс постепенного увеличения среднегодовой температуры атмосферы Земли и Мирового океана. Помимо повышения уровня Мирового океана и глобальной температуры также приведёт к изменениям в количестве и распределении атмосферных осадков. В результате могут участиться природные катаклизмы, такие как наводнения, засухи, ураганы и другие, понизится урожай сельскохозяйственных культур и исчезнут многие биологические виды.

Некоторые исследователи считают, что глобальное потепление — это миф, часть учёных отвергает возможность влияния человека на этот процесс. Есть те, кто не отрицает факт потепления и допускает его антропогенный характер, но не соглаша-

ется с тем, что наиболее опасными из воздействий на климат являются промышленные выбросы парниковых газов

Существует научный консенсус, что текущее глобальное потепление с высокой вероятностью объясняется деятельностью человека [1].

Есть много геодинамических процессов, которые могут нарушить жизнь на Земле. Такие как, землетрясения, цунами, извержения вулканов, ядерные взрывы и т.д. Все эти силы воздействуют на сушу, даже на континент, но их воздействие довольно локализовано.

Земля уже пережила множество перепадов температур и несколько ледниковых периодов. Температура меняется незначительно, но воздействие очень велико. И это приводит к таким последствиям глобального потепления, как: Таяние ледников, повышение уровня океана, Изменения в экосистеме. Таяние

ледников повышает уровень океана и вызывает наводнения в прибрежных районах.

Материалы и методы исследования

Для исследования глобального потепления на ледник Туюксу было использовано программное обеспечение ArcGIS.

ПО ArcGIS представляет собой полную систему, которая позволяет собирать, организовывать, управлять, анализировать, обмениваться и распределять географическую информацию. Являясь мировым лидером среди платформ для построения и использования геоинформационных систем (ГИС), ArcGIS используется людьми по всему миру для применения географических знаний в практической сфере государственного управ-

ления, бизнеса, науки, образования и СМИ. Платформа ArcGIS позволяет публиковать географическую информацию для доступа и использования любыми пользователями. Система доступна в любой точке, где возможно использование веб-браузеров, мобильных устройств в виде смартфонов, а также настольных компьютеров [2].

Для работы были использованы материалы, взятые из источников геоданных USGS (United States Geological Survey), которые размещены в свободном доступе на сайте <https://www.usgs.gov/>.

USGS является научным учреждением правительства Соединенных Штатов. Ученые USGS изучают ландшафт местности, их природные ресурсы и природные опасности, которые им угрожают [3].

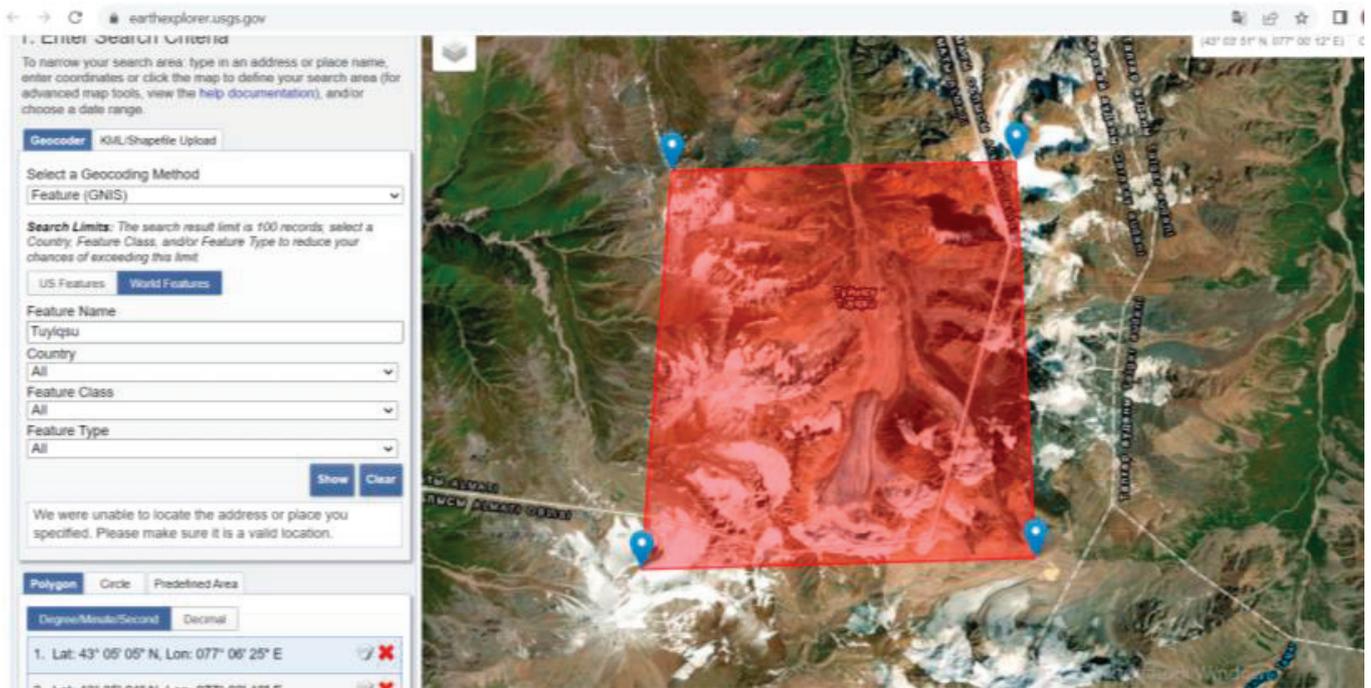


Рис. 1. Процесс скачивания снимков через earthexplorer

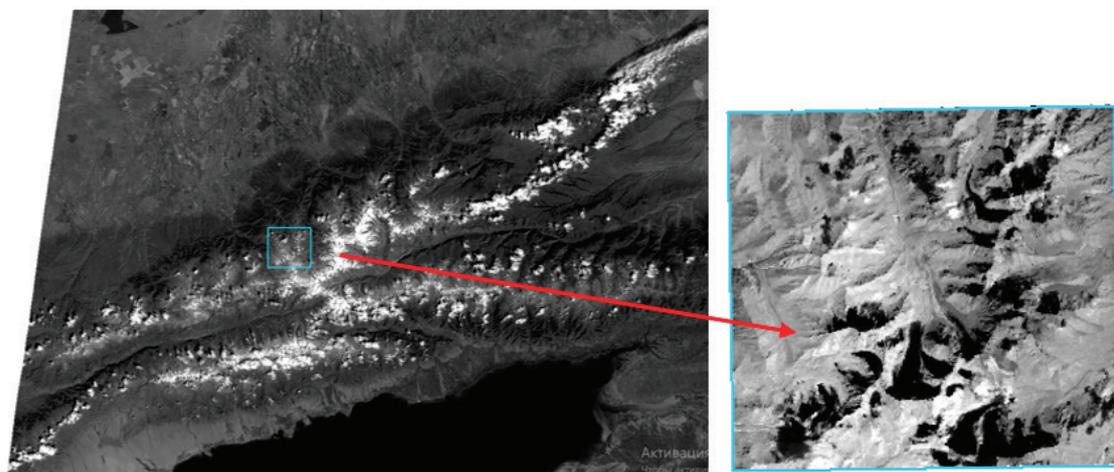


Рис. 2. Граница ледника Туюксу

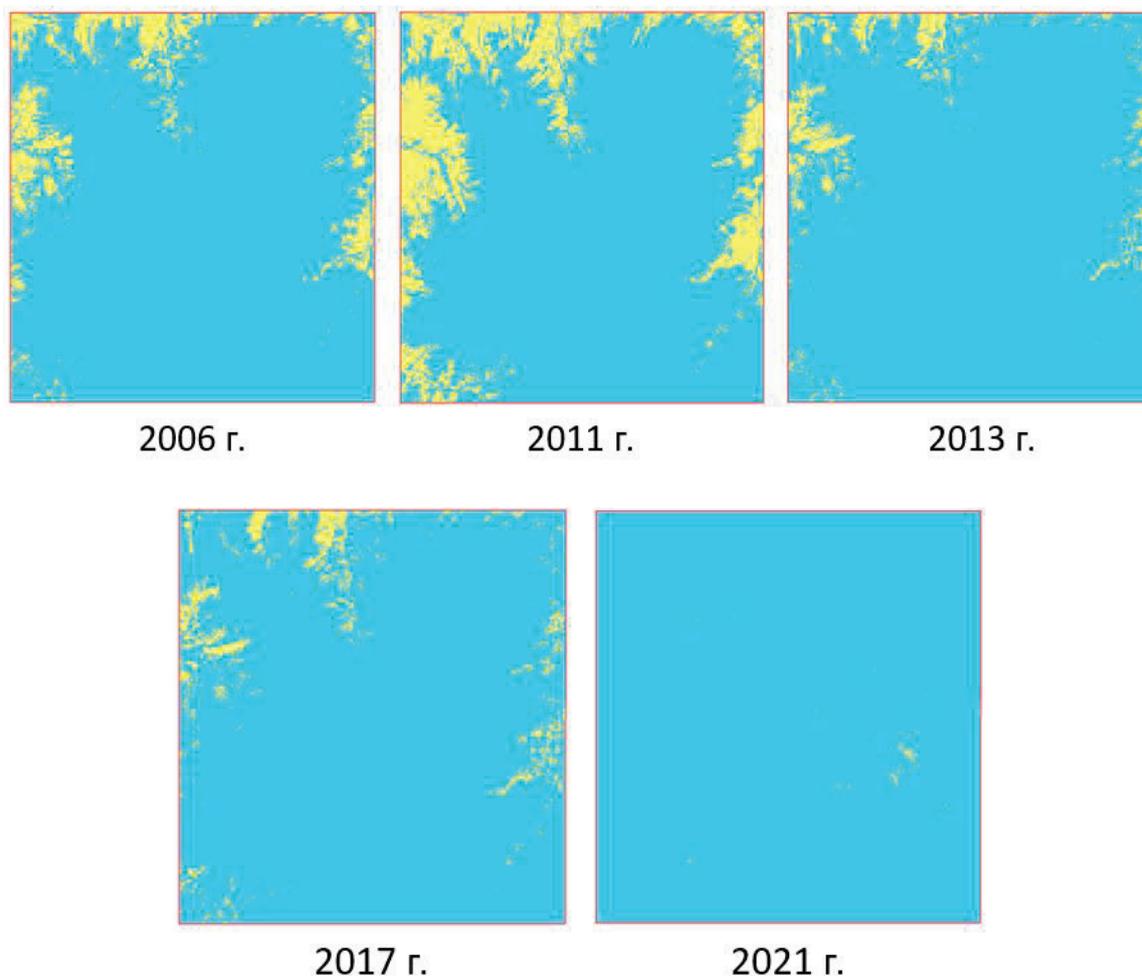


Рис. 3. Результаты вычисления NDSI с 2006 г. по 2021 г.

Таблица 1

| Год | Содержание | Площадь (км ²) |
|------|---------------|----------------------------|
| 2006 | Горные породы | 159,0399 |
| | Снег | 14,5368 |
| 2011 | Горные породы | 144,9504 |
| | Снег | 28,6263 |
| 2013 | Горные породы | 165,4155 |
| | Снег | 8,1612 |
| 2017 | Горные породы | 166,797 |
| | Снег | 6,7797 |
| 2021 | Горные породы | 173,4048 |
| | Снег | 0,1719 |

Большая часть USGS Earth Explorer — это данные, полученные с помощью миссии Landsat. Для исследования был использован американский спутник ДЗЗ Landsat. А если быть точнее, то Landsat 5 и 8.

Программа Landsat — самая продолжительная миссия наблюдения Земли в нашей истории. Его цифровые записи датируются 1970-ми годами. Миссии Landsat дают снимки назад во

времени. Это помогает извлекать уроки из прошлого для будущих поколений. Все, начиная от разливов нефти, вырубki лесов и городского развития — Landsat видел все это [4].

Выбранные снимки позволили вычислить нормализованный относительный индекс снега за 2006 г., 2011 г., 2013 г., 2017 г., 2021 г.

Нормализованный относительный индекс снега (NDSI) — эта мера, которая контролирует дисперсию двух полос (одна

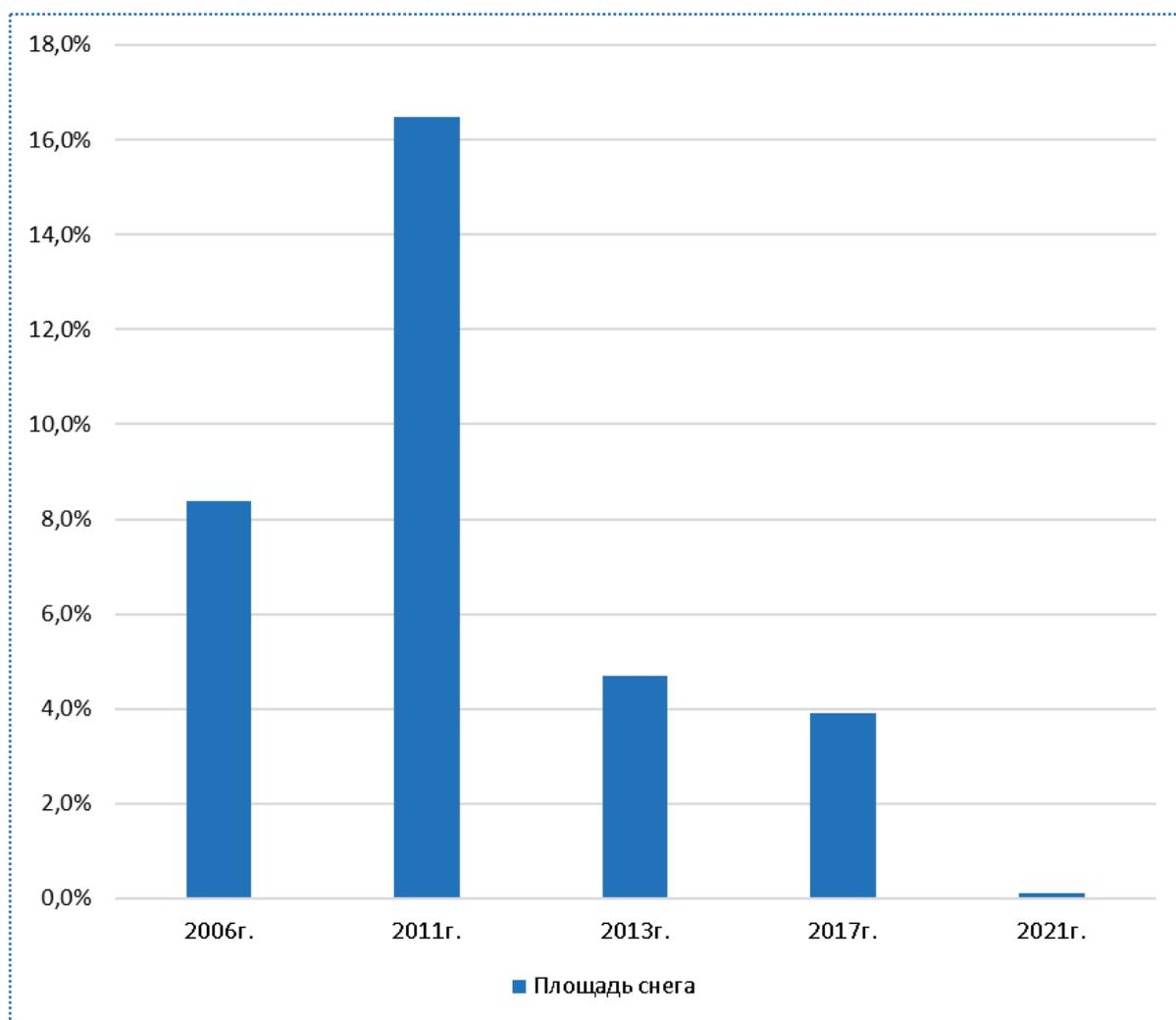


Рис. 4. Диаграмма изменения площади снега по процентам в разные годы



Рис. 5. График изменения площади горных пород в разные годы

в ближней инфракрасной или коротковолновой инфракрасной области спектра, а другая — в видимых частях спектра). Это полезно для картирования снега [5].

После добавления данных снимков в ПО ArcGIS, чтобы определить области снежного покрова при вычислении была использована формула NDSI:

$$NDSI = \frac{Green_{0.53} - SWIR_{1.65}}{Green_{0.53} + SWIR_{1.65}} \dots [4]$$

Затем с помощью инструмента Clip была вырезана нужная область для исследования.

После вычисления NDSI в свойствах снимков были изменены данные классификации (по цветам и классам).

На рисунке 3 показаны результаты вычисления нормализованного относительного индекса снега с 2006 г. по 2021 г. Желтым цветом показана территория снежного покрова, а голубым цветом показана площадь горных пород.

Результаты вычисления показаны в таблице 1.

Общая площадь ледника Туюксу — 173,5767 км². В 2006 г.

Полученные значения показали, что поверхность покрытая снегом в процентном отношении составила:

- 2006 г. — 8,37%;
- 2011 г. — 16,49%;
- 2013 г. — 4,70%;
- 2017 г. — 3,91%;
- 2021 г. — 0,10%.

Используя процентное соотношение была построена диаграмма изменения площади снега (рис. 4).

Использование данных таблиц позволило построить графики изменения площади горных пород и снега по годам. Внизу указанных графиках визуально заметны изменения по площади горных пород (рис. 5) и по площади снега (рис. 6). Например,

с годами площадь снега уменьшалась, а площадь горных пород, наоборот, увеличивалась.

С повышением глобальной средней температуры Земли, т.е. глобальным потеплением, различные последствия изменения климата создают риски, которые возрастают. Для этого была оценена температура поверхности ледника Туюксу. Чтобы оценить температуру поверхности, при вычислении были использованы ниже указанные формулы LST.

Эти формулы для снимков Landsat 5:

- 1) $(L_{max} \lambda - L_{min} \lambda) / (Q_{calmax} - Q_{calmin}) * (Q_{cal} - Q_{calmin}) + L_{min} \lambda$
- 2) $BT = k2 / \ln(k1 / L \lambda + 1)$
- 3) $LST = BT - 273.15$

А эти формулы для Landsat 8:

- 1) $L \lambda = ML * Q_{cal} + AL - Q_i$
- 2) $BT = k2 / \ln(k1 / L \lambda + 1) - 273.15$
- 3) $NDVI = (Band5 - Band4) / (Band5 + Band4)$
- 4) $PV = ((NDVI - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min}))^2$
- 5) $E = 0.004 * PV + 0.986$
- 6) $LST = BT / (1 + (\lambda * BT / c2) \ln E)$

Температура поверхности суши (LST) является фундаментальным аспектом климата и биологии, влияющим на организмы и экосистемы от локальных до глобальных масштабов. Признанный НАСА и другими международными организациями одним из наиболее важных источников данных о системе Земли (King, 1999), LST измеряет излучение теплового излучения с поверхности суши, где поступающая солнечная энергия взаимодействует с землей или поверхностью полога в районах с растительностью и нагревает ее [6].

Ниже показаны результаты вычисления температуры поверхности ледника по разным годам. Визуально можно заметить, что с годами площадь снега из-за температуры всё уменьшается и уменьшается (рис. 7)



Рис. 6. График изменения площади снега в разные годы

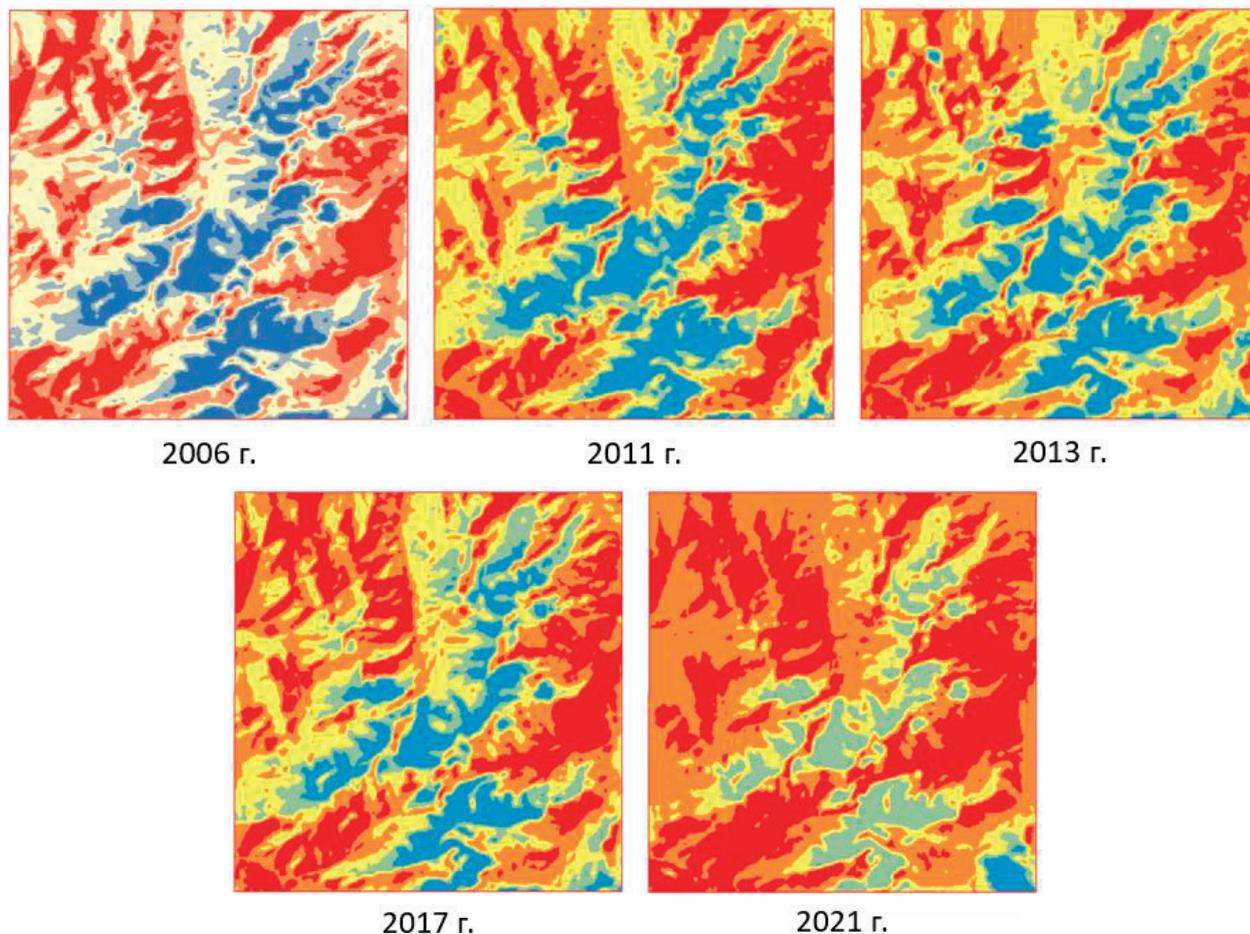


Рис. 7. Обработка снимков по результатам вычисления LST с 2017 г. по 2021 г.

Вывод

В ходе исследования данной работы было рассмотрено глобальное потепление как термин, а на практике были вычислены общая площадь ледника и как менялась площадь горных пород и снега в разные года. А так же была оценена температура поверхности ледника Туюксу.

Проанализировав всю проделанную работу, пришла к выводу, что глобальное потепление несет большую угрозу для человечества, которое отчасти является одной из причиной изменения баланса климата на Земле. Именно деятельность человека приобрела глобальный природообразующий масштаб.

Литература:

1. Дж. Имбри, К. П. Имбри. Тайны ледниковых эпох, М.1988 г.
2. Джонстон К. Руководство 1 пользователя ArcGIS9 Geostatistical Analyst / К. Джонстон и др.. ESRI, 2008. 278 с.
3. USGS [Электронный ресурс] https://en.wikipedia.org/wiki/United_States_Geological_Survey
4. LANDSAT [Электронный ресурс] <https://landsat.gsfc.nasa.gov/>
5. NDSI [Электронный ресурс] <https://www.usgs.gov/landsat-missions/normalized-difference-snow-index>
6. LST [Электронный ресурс] <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/land-surface-temperature>
7. Никитин Д. П., Новиков Ю. В. Окружающая среда и человек, М.1986 г.
8. Страны и народы. Земля и Человечество. Глобальные проблемы. М.1985 г.Абрамов Павел Викторович

Анализ результатов бурения многозабойных скважин с облегченной конструкцией

Божко Кирилл Андреевич, студент магистратуры
Тюменский индустриальный университет

В работе проведен анализ результатов бурения многозабойных скважин с облегченной (трехколонной) конструкцией на месторождениях нефтяной компании, предложены рекомендации и составлены перспективы для дальнейшей разработки темы.

Ключевые слова: трехколонная конструкция скважины, многозабойные скважины.

Строительство горизонтальных скважин

Начало бурения горизонтальных скважин положено в СССР в 1930-х годах. Достаточно много горизонтальных многозабойных скважин (110–120 шт.) пробурено в 50-е годы, из них около половины в Башкортостане.

В мире же первая зарегистрированная горизонтальная нефтяная скважина пробурена в 1929 г. недалеко от Тексона штат Техас. Вторая пробурена в 1944 г. на месторождении тяжелой нефти Франклин, штат Пенсильвания, на глубине 152,4 м.

На месторождениях компании первые скважины с горизонтальным окончанием пробурены в 1992 г. с протяженностью горизонта не более 250 м. Эти скважины, по сути, и являлись первыми скважинами с облегченной (трехколонной) конструкцией, так как состояли из направления (324 мм), кондуктора (245 мм) и эксплуатационной колонны (146 мм), спускаемой в горизонтальную часть скважины.

В период 2002–2016 гг. строительство скважин с горизонтальным окончанием осуществлялось по традиционной конструкции: направление (324 мм), кондуктор (245 мм), экс-

плуатационная колонна (168–178 мм) спускалась в кровлю продуктивного пласта, а в интервале горизонтального участка устанавливался хвостовик (102–114 мм).

В 2009 г. на Д. и К. месторождениях построены первые горизонтальные двухзабойные скважины по традиционной конструкции, а в 2014 г. на П месторождении пробурена скважина с пятью горизонтальными окончаниями.

С целью поиска решений по снижению стоимости строительства скважин в 2014 году филиалом «КогалымНИПИ-нефть» выполнен анализ опыта строительства горизонтальных скважин трехколонной конструкции, пробуренных с начала 90-х гг., обоснована технология и разработана Программа опытно-промышленных работ.

В 2015 г. на Т-Р месторождении была построена первая трехколонная горизонтальная скважина № 4Г, увеличение коммерческой скорости по сравнению со скважиной традиционной (четырёхколонной) конструкции составило 26%.

Массовое внедрение трехколонных горизонтальных скважин на месторождениях компании начато в конце 2017 г.

Первая трехколонная МЗС была пробурена на Н месторождении — скважина № 6Г (рисунок 1).

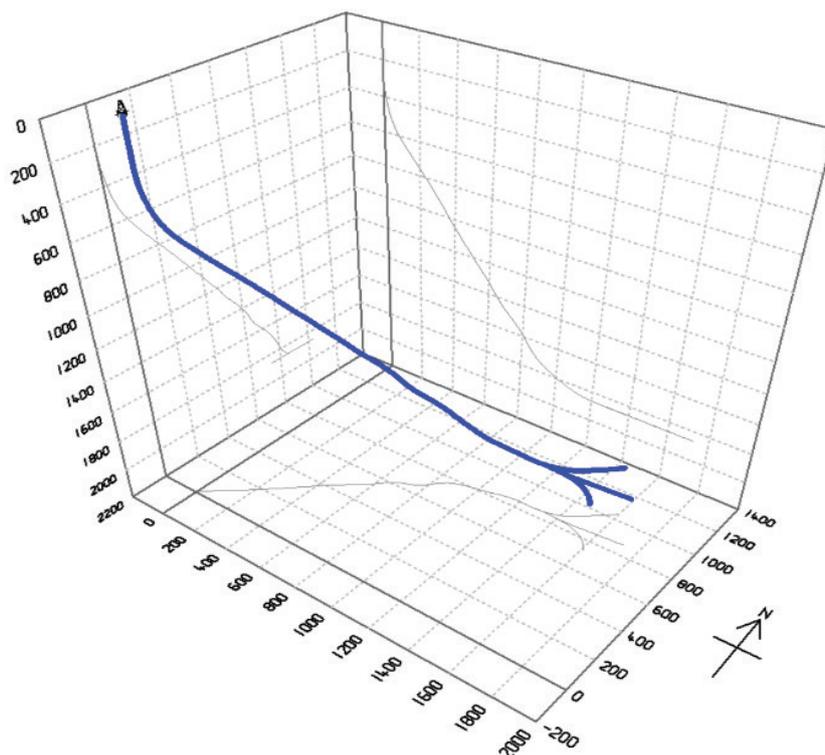


Рис. 1. Профиль ствола скважины № 6Г

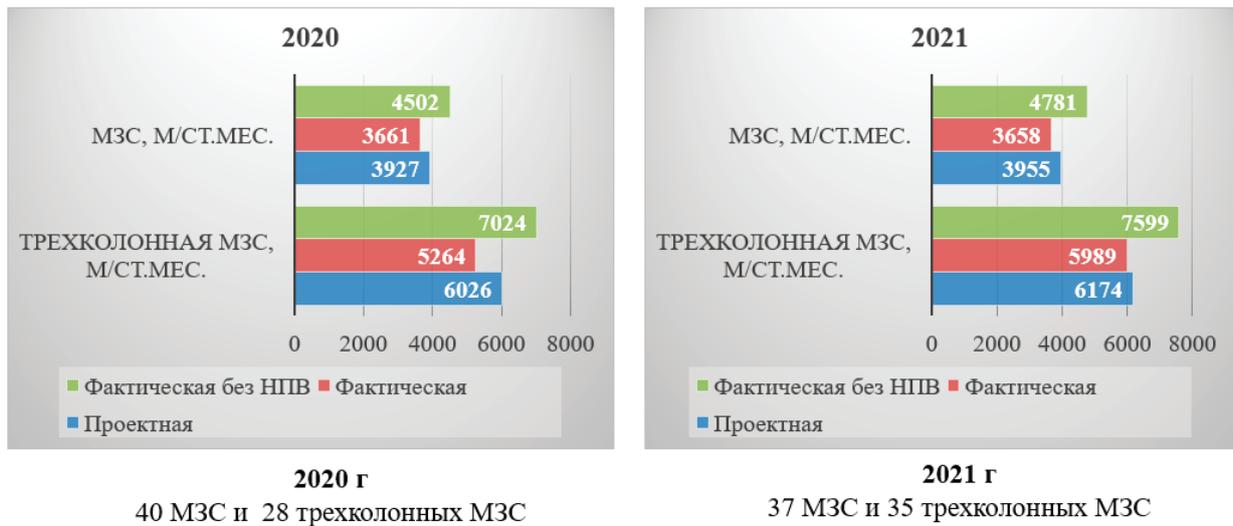


Рис. 2. Сравнение коммерческой скорости бурения

При выполнении работ осложнения отсутствовали. $V_{\text{ком}} = 7754$ м/ст.мес. Общее НПВ по скважине составило 1 час, и не связано с особенностями условий строительства трехколонных ГС. Строительство скважины выполнено с использованием ранее выработанных технико-технологических решений, подтвердившим высокую эффективность. Благодаря этому на этой скважине впервые на месторождениях компании реализовано сложное многозабойное заканчивание в условиях трехколонной ГС. В результате полученных результатов подтверждена возможность безаварийного строительства трехколонных ГС. Техничко-технологические решения, используемые при планировании и строительстве данной скважины, рекомендуется использовать и для последующих скважин в аналогичных условиях.

Проведен анализ сравнения коммерческой скорости в обычной четырехколонной конструкции многозабойных скважин и МЗС с трехколонной конструкцией, результаты представлены на рисунке 2.

Коммерческая скорость в 2020г в трехколонных МЗС составила $V_{\text{ком}} = 7024$ м/ст.мес, в скважинах четырехколонной конструкции $V_{\text{ком}} = 4502$ м/ст.мес. В 2021г в скважинах трехколонной конструкции коммерческая скорость была $V_{\text{ком}} = 7599$ м/ст.мес, в четырехколонной конструкции $V_{\text{ком}} = 4781$ м/ст.мес.

Продолжительность строительства трехколонных МЗС значительно ниже, относительно четырехколонных МЗС, результаты анализа представлены на рисунке 3.

В работе проведен пофакторный анализ непроизводительного времени, результаты представлены в таблице 1.

В 2020 году время НПВ в скважинах трехколонной конструкции на 43% меньше, чем в скважинах с четырехколонной конструкцией, в 2021 году разница составила 46%.

В работе также проведен анализ рейсов, из 21 проанализированных скважин, у 12 скважин эксплуатационная колонна была пробурена более чем одним рейсом. В таких скважинах коммерческая скорость бурения значительно ниже и составляет $V_{\text{ком}} = 5302$ м/ст.мес, в скважинах, которые пробурены

одним рейсом коммерческая скорость составляет $V_{\text{ком}} = 7345$ м/ст.мес. В рисунке 4 представлены причины проведения дополнительных рейсов.

Исходя из проведенного анализа можно сделать вывод, что более 40% подъемов компоновки проводятся из-за отказов работы телесистемы, поэтому своевременное обслуживание телеметрии и РУС сократят количество рейсов, что существенно увеличит коммерческую скорость бурения.

На исследуемых участках проведен анализ времен резки ответвлений, данный анализ показан в таблице 2. Исходя из исследования можно сделать вывод, что показатели времени срезки и наработки желоба лучше у долот с диаметром основных резцов 16 мм.

Анализ режимов бурения показал отсутствие зависимости между механической скоростью и режимами бурения, т.к. с похожими режимами разная мех.скорость, данные представлены в таблице 3.

Выводы:

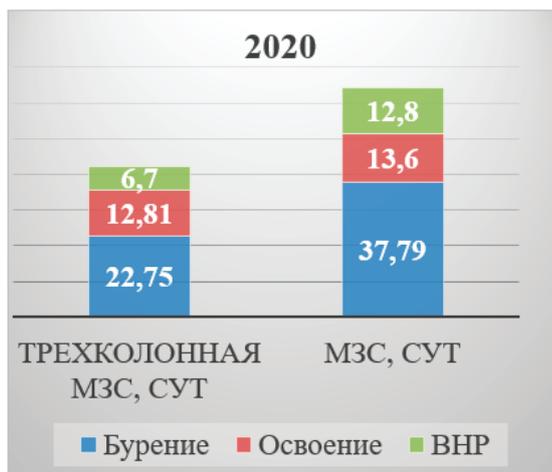
- Проанализированы трехзабойные скважины (21 шт.), пробуренные на пласт АВ;
- На всех скважинах применена технология манжетного цементирования, в интервале ГУ расположены фильтры;
- Более 40% подъемов компоновки происходят из-за отказов работы телесистемы;
- Режим бурения не влияет на время срезки и наработки желоба.

Рекомендации:

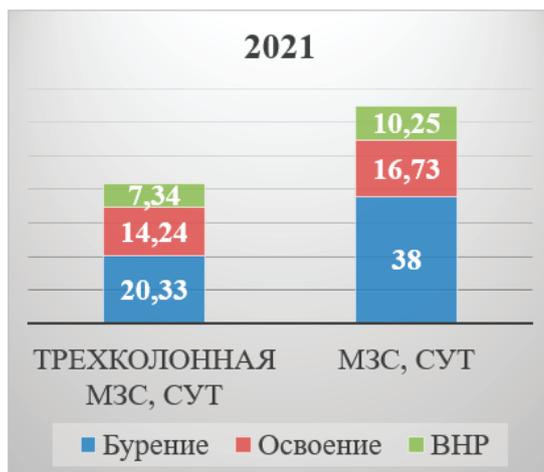
- Применение в КНБК долот с зубьями диаметром 16 мм;
- Бурение горизонтальных участков за СПО;
- Выполнение планово-предупредительного ремонта оборудования.

Задачи на перспективу:

- Изучение фактических режимов бурения по данным ГТИ;
- Анализ проектирования интервала («полки») срезки с ГУ на цель бокового ответвления;
- Расчет индекса сложности профиля (DDI).



Сумма трехколонная МЗС: 42,26 сут
 Сумма МЗС: 64,19 сут
 Разница: 21,93 сут (34%)



Сумма трехколонная МЗС: 41,91 сут
 Сумма МЗС: 64,98 сут
 Разница: 23,07 сут (36%)

Рис. 3. Анализ продолжительности строительства

Таблица 1. Анализ НПВ

| Период | 2020 | | | | 2021 | | | |
|----------------------------|--------------|------------------|------------------|------------------|--------------|------------------|------------------|------------------|
| | МЗС | | Трехколонная МЗС | | МЗС | | Трехколонная МЗС | |
| | Итого НПВ, ч | НПВ на 1 скв., ч | Итого НПВ, ч | НПВ на 1 скв., ч | Итого НПВ, ч | НПВ на 1 скв., ч | Итого НПВ, ч | НПВ на 1 скв., ч |
| Аварии, ч | 83,42 | 2,08 | 147 | 5,27 | 259,33 | 7 | 237,76 | 6,8 |
| Ожидания, ч | 147 | 3,67 | 110,16 | 3,9 | 652,83 | 18 | 93,59 | 2,67 |
| Ремонт, ч | 920,55 | 23,01 | 645,15 | 80,6 | 947,78 | 25,6 | 717,39 | 20,5 |
| Метеоусловия, ч | 75,03 | 1,87 | - | - | 308,08 | 8,32 | 177 | 5,05 |
| Незапланированные СПО, ч | 498,18 | 12,45 | 352 | 12,6 | 806,83 | 21,8 | 389,33 | 11,1 |
| Превышение норм времени, ч | 513,92 | 12,8 | 14,91 | 0,53 | 569 | 15,45 | 273,26 | 7,8 |
| Всего: | 2242,1 | | 1269,22 | | 3543,85 | | 1888,33 | |

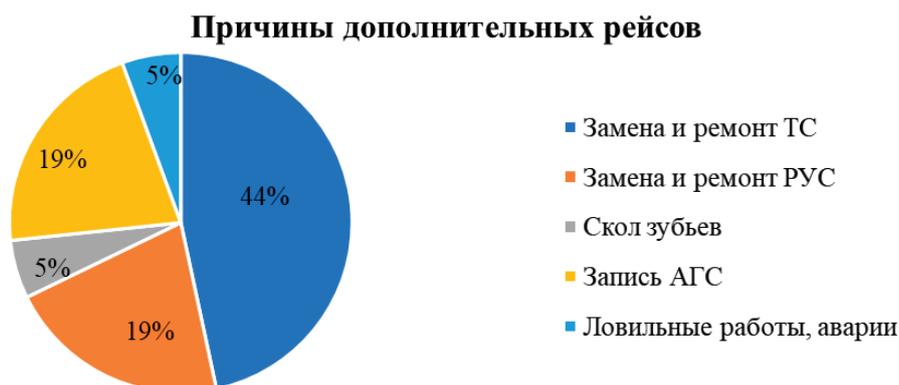


Рис. 4. Анализ проведенных рейсов

Таблица 2. Анализ времени резки ответвлений

| Скважина | Месторождение | Долото | Тип РУС | Время резки, ч | Мех. скорость, м/ч |
|----------|---------------|--------------------|-------------------------------|----------------|--------------------|
| 9Г | П | 220,7 PE 513 SD2 | 6-3/4» Steering Unit.AutoTrak | 21,25 / 10,00 | 37,10 |
| 8Г | Н | 220,7 PE513SD2-202 | | 10,25 / 11,25 | 67,50 |
| 3Г | Л-Ё | 220,7 SKFE516S-A3C | | 13,15 / 11,08 | 42,12 |
| 6Г | Н | 220,7 PE513SD2-202 | | 15,88 / 18,17 | 35,58 |
| 5Г | Н | 220,7 SKFX516S-A3C | | 10,17 / 11,66 | 34,93 |
| 36Г | Л-Ё | 220,7 SKFX516S-A3C | | 7,92 / 8,25 | 35,70 |
| 37Г | Л-Ё | 220,7 SKFE516S-A3C | | 4,42 / 9,00 | 50,74 |
| 4Г | Н | 220,7 SKFE516S-A3C | | 4,92 / 4,00 | 18,95 |
| 1Г | Н | 220,7 SKFX516S-A3C | | 8,17 / 7,67 | 28,30 |
| 64Г | Н | 220,7 SKFE516S-A3C | | 8,42 / 3,92 | 45,28 |

Примечание — Через дробь указана продолжительность работ по срезке на первое/второе ответвления

Таблица 3. Анализ режимов бурения

| Скважина | Месторождение | Механическая скорость, м/ч | Обороты долота | Давление на стояке | Q насоса, л/сек | Момент, кНм |
|----------|---------------|----------------------------|----------------|--------------------|-----------------|-------------|
| 9Г | П | 37,1 | 60 | 145–195 | 40 | 17 |
| 8Г | Н | 67,50 | 80–100 | 165–190 | 38 | 24–30 |
| 3Г | Л-Ё | 42,12 | 100–120 | 135–145 | 38 | 25–32 |
| 6Г | Н | 35,58 | 80–100 | 75–170 | 38–40 | 4–21 |
| 5Г | Н | 35,70 | 100 | 170–175 | 40 | 15–23 |
| 36Г | Л-Ё | 34,93 | 100 | 200–220 | 38 | 20–23 |
| 37Г | Л-Ё | 50,74 | 100–110 | 150–165 | 40 | 24–28 |
| 4Г | Н | 18,95 | 135 | 230 | 38 | 28 |
| 1Г | Н | 28,30 | 110 | 175–185 | 38 | 32–35 |

Разработка рекомендаций по уменьшению потерь легкой нефти от испарения в резервуарах

Валиев Хуршедхон Джамолович, студент магистратуры
Санкт-Петербургский горный университет

Ключевые слова: малые и большие дыхания, газовое пространство, технологическая потеря нефти, расчет потерь нефтепродуктов, испарение, нефтепродукт, резервуар.

Легучий характер нефти является основной причиной разного рода потерь, возникающих в процессе транспортировки, хранения. Постоянное хранение или потеря дыхания (испарение), выброс паров углеводорода происходит в спокойном состоянии из резервуара для хранения нефти. Оценка потерь имеет жизненно важное значение, поскольку она происходит бесконечно и, следовательно, влияет на окружающую среду и экономику страны. В работе предлагаются методы, направленные на снижение потерь нефти.

Возрастающая добыча и переработка нефти на территории России приводят к необходимости значительного расширения резервуарного парка. В процессе транспортировки нефти и нефтепродуктов, заполнения и опорожнения резервуаров, а также их неподвижного хранения, происходят значительные потери от испарения. Это вызывает экономический ущерб предприятиям и приводит к значительному загрязнению атмосферы. В связи с вышесказанным, актуальными являются работы по управлению физическими свойствами нефти и нефтепродуктов, которые определяют объемы потерь. Также важными являются исследования, направленные на расчет потерь нефтетранспортными организациями, разработку новых методик, методов и средств.

Цель исследования заключается в анализе существующих методов сокращения потерь углеводородов, в частности, методов расчета потерь нефти от испарения. Методологической основой работы является системный подход к изучаемым средствам сокращения

потерь нефти в резервуарах, включающий в себя, как теоретический анализ, так и обобщение результатов фундаментальных и прикладных работ отечественных и зарубежных авторов, в том числе методы и теории расчета потерь углеводородов для ее реализации применительно к нефтегазовым месторождениям, включая также многокритериальный анализ и имитационное моделирование.

Первоначальные исследования, основанные на работах Т.С. Алексеева, И.С. Бронштейна, В.А. Бунчука, П.В. Валявского, В.Б. Галеева, В.А. Душина, Н.Н. Константинова, Р.Ш. Латыпова, Г.Д. Теляшевой, Н.М. Фатхиева, Ю.А. Цимблера, Л.Р. Хакимьяновой, В.И. Черникина, А.Д. Прохорова, Н.И. Белокопя и В.А. Мартяшовой, раскрыли теоретические основы определения технологических потерь нефти и нефтепродуктов от испарения. Первым, кто рассчитал потери от «дыхания» резервуаров, был П.В. Валявский. Впоследствии, В.И. Черникин усовершенствовал эту формулу, сделав ее более удобной в использовании.

Однако основным фактором при определении величины потерь легких углеводородов от испарения в вертикальных стальных резервуарах (РВС) является средняя концентрация углеводородов в паровоздушной смеси (ПВС). Н.Н. Константинов предложил использовать коэффициент испарения в качестве постоянного значения для каждой технологической операции. Однако при этом не учитываются влияние других технологических параметров на процесс испарения [1].

Ф.Ф. Абузова предложила использовать коэффициент массоотдачи для решения указанной проблемы, исследовав соответствующие зависимости. Однако эти зависимости имеют свои недостатки.

Существующие уравнения не учитывают все изменения параметров, влияющих на процессы испарения. Например, при больших расходах слива-налива, расчетный коэффициент массоотдачи стремится к нулю, что не соответствует реальности.

Исследования В.А. Мартяшовой показали, что невозможно рассчитать массоотдачу при хранении углеводородов, когда температура газового пространства равна температуре воздуха. Кроме того, для расчета массоотдачи при заполнении РВС нагретым продуктом, коэффициенты массоотдачи меньше, чем при неподвижном хранении холодного продукта.

Другим подходом для расчета потерь нефтепродуктов из вертикальных стальных резервуаров с понтоном можно использовать методику, предложенную Н.Н. Константиновым, которая определяет потери с помощью коэффициента герметичности затвора. Однако этот подход не учитывает влияние геометрических особенностей резервуара и качества монтажа затвора.

В настоящее время все эти подходы, учитывающие особенности процессов испарения и технологических характеристик хранилищ, учтены в методических указаниях по определению технологических потерь нефти на нефтяных предприятиях Российской Федерации (РД 153–39.4–033–98, [2]), которые использовались в данной работе.

Известно, что не всё начальное количество нефти и нефтепродуктов достигает потребителя. Это связано с потерями при перекачке, хранении, опорожнении или заполнении резервуаров, а также при операциях слива-налива в цистернах и других процессах. Эти потери наносят значительный ущерб не только экологии, но и экономике страны. Поэтому важно проводить правильный учет потерь.

В настоящее время наиболее распространенными методиками для определения потерь являются те, которые приняты Министерством энергетики РФ [3] и Уфимским Государственным нефтяным университетом

Методика министерства энергетики РФ не лишена недостатков.

Расчет производится по следующей формуле [3]:

$$P_{рез} = V_{пвс} * P_{рез} * P_{пвп} * \rho_{ср} * K_{об} * K_1 * K_2 * K_{реж} * 10^{-3}$$

где $V_{пвс}$ — объем паровоздушной смеси, вытесняемой из резервуара при его заполнении (освобождении), м³;

$P_{рез}$ — давление насыщенных паров в паровоздушном пространстве при средней температуре паровоздушного пространства, мм.рт. ст.;

$P_{пвп}$ — среднее давление в паровоздушном пространстве резервуара с учётом давления срабатывания дыхательного клапана, мм.рт. ст.;

$\rho_{ср}$ — плотность паров нефти (нефтепродуктов) в паровоздушном пространстве резервуара при средней температуре паровоздушного пространства, кг/м³;

$K_{об}$ — коэффициент, зависящий от оборачиваемости резервуара для каждого периода года;

K_1 — коэффициент, учитывающий наличие технических средств сокращения потерь;

K_2 — коэффициент, учитывающий влияние климатических условий; $K_{реж}$ — коэффициент режима перекачки;

Проанализировав формулу, можно выявить следующие недостатки:

- при расчете принимается, что парциальное давление равно давлению насыщенных паров нефтепродукта в паровоздушном пространстве;

- введенные коэффициенты приводят к большой погрешности в расчетах.

В некоторых случаях парциальное давление паров нефтепродукта в паровоздушной смеси может отличаться от давления насыщенных паров. Поэтому необходимо рассчитывать его для каждого конкретного случая. Это позволяет получить более точные значения потерь, исключая отклонения, связанные с принятыми допущениями.

В методике, разработанной Уфимским Государственным нефтяным техническим университетом [4], потери рассчитываются как сумма потерь от «больших дыханий» и «малых дыханий». Потери от «больших дыханий» определяются по формуле В.И. Черникина:

$$G_{бд} = \left[V_H - V_2 * \left(\frac{P_2 - P_1}{P_2 - P_y} \right) \right] * \frac{P_y}{P_2} * \rho_y,$$

где V_H — объем паровоздушной смеси (ПВС), вышедшей при однократном заполнении резервуара, м³;

V_{Γ} — объём газового пространства (ГП) резервуара перед закачкой нефтепродукта, м³;
 P_1 — абсолютное давление в ГП в начале закачки, Па;
 P_2 — абсолютное давление в ГП в конце закачки, Па; P_y — среднее расчётное парциальное давление паров нефтепродукта в процессе заполнения резервуара, Па;
 ρ_y — плотность нефти, т/м³.

В этой формуле учтено, что паровоздушная смесь сначала сжимается, а затем вытесняется в атмосферу. Также парциальное давление не принимается равным давлению насыщенных паров нефтепродукта в паровоздушной смеси. Это позволяет более точно считать потери от «больших дыханий».

Потери от «малых дыханий» рассчитываются по формуле Н. Н. Константинова:

$$G_{\text{мд}} = * V_{\Gamma} * \ln \left[\frac{(P_a - P_{\text{кв}} - P_{\text{мин}}) * T_{\text{rmax}}}{(P_a + P_{\text{кд}} - P_{\text{max}}) * T_{\text{rmin}}} \right],$$

где — среднее массовое содержание паров нефтепродукта в ПВС, кг/м³;
 V_{Γ} — объём газового пространства (ГП) резервуара перед закачкой нефтепродукта, м³;
 $P_{\text{мин}}, P_{\text{max}}$ — мин. и макс. парциальные давления паров нефтепродукта в ГП резервуара в течение суток, Па;
 $T_{\text{rmin}}, T_{\text{rmax}}$ — мин. и макс. температуры ГП резервуара в течение суток, К;
 P_a — абсолютное давление, Па;
 $P_{\text{кв}}$ — вакуум в ГП, соответствующий нагрузке вакуумного клапана, Па;
 $P_{\text{кд}}$ — избыточное давление в ГП, соответствующее нагрузке клапана давления, Па;
 В отличие от методики Министерства энергетики, здесь учитываются потери от «малых дыханий», что делает расчеты более точными.

Для применения обеих формул необходимо знать концентрации паров нефтепродукта в начале и конце процесса. В методике Уфимского Государственного нефтяного технического университета концентрации в конце процесса рассчитываются с использованием критериальных уравнений массоотдачи [5]:

При простое:

$$K_{\text{тпр}} = 2,17 * 10^{-3} * \Delta\pi^{0,403} * Sc^{0,0932},$$

При закачке:

$$K_{\text{тзак}} = K_{\text{тпр}} (1 + 1,34 * Sc^{1,327} * \Delta\pi^{-0,665} * (Fr * Re)^{0,087}),$$

При откачке:

$$K_{\text{тзак}} = K_{\text{тпр}} (1 + 7,45 * 10^{-3} * Sc^{0,197} * Re_{\text{ср}}^{0,569})$$

где K_t — безразмерная величина критерия подобия;

$\Delta\pi$ — модуль движущей силы процесса испарения;

$Re_{\text{ср}}$ — среднее число Рейнольдса, характеризующее скорость омывания поверхности нефти воздухом при опорожнении резервуара;

Fr, Re — параметр подобия, характеризующий интенсивность перемешивания нефти при заполнении резервуара.

Опыт применения критерия подобия показывает, что среднеквадратичная погрешность не превышает 26,5% [29], что позволяет значительно снизить погрешности при расчете потерь нефтепродуктов.

Таким образом, применение данной методики позволяет устранить недостатки, присущие методике Министерства энергетики РФ. В частности:

- Учитываются потери от «малых дыханий» резервуара.
- Учитывается сжатие ПВС перед вытеснением из резервуара.
- Учитывается, что парциальное давление паров нефтепродукта не всегда равно давлению насыщенных паров.
- Рассматривается каждый конкретный случай, что позволяет избежать использования коэффициентов.

Каждая методика расчета потерь нефтепродуктов имеет свои расхождения и неточности.

Принимая это во внимание, можно предложить следующие шаги для совершенствования методики расчета потерь нефтепродуктов от испарения:

- Учитывать отдельно потери от «больших дыханий» и «малых дыханий».
- Рассчитывать потери от «больших дыханий» по формуле В. И. Черникина (учитывая сжатие паровоздушной смеси перед вытеснением).
- Рассчитывать общие потери как сумму потерь в каждом конкретном случае. Принятие этих предложений позволит устранить неточности в расчетах, что в финансовом плане может представлять значительные суммы.

Литература:

1. Коршак С. А. Совершенствование методов расчета потерь бензинов от испарения из резервуаров типов РВС и РВСП. Диссертация к.т.н. 25.00.19. — М.: РГБ, 2003.
2. РД 153–39.4–033–98 Нормы естественной убыли нефтепродуктов при приеме, транспортировании, хранении и отпуске на объектах магистральных нефтепродуктопроводов — 2002. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200003990> (дата обращения 15.05.2023 г.)
3. Методические рекомендации по определению технологических потерь нефти и нефтепродуктов при транспортировке магистральным трубопроводным транспортом. — Утв. 20.08.2012 г.
4. Сальников А. А. Потери нефти и нефтепродуктов при хранении. / Учебное издание. — Ухта: УГТУ, 2012. — 56–78 с.
5. Коршак С. А. Совершенствование методов расчета потерь бензинов от испарения из резервуаров типов РВС и РВСП. Диссертация к.т.н. 25.00.19. — М.: РГБ, 2003.

Изучение акустических свойств горных пород методом профильного сканирования

Вьюшкина Владлена Владимировна, студент
Государственный университет «Дубна»

В статье предлагается методика профильного сканирования акустических свойств горных пород с целью получения большого массива данных в условиях отсутствия данных ГИС.

Ключевые слова: керн, петрофизические исследования, зонд, продольные и поперечные волны, профилирование.

Введение

В керне, как в зеркале, отражается геологическая история планеты. Керн был предметом изучения геологов на протяжении многих столетий. Изучение керна начинается с поиска, разведки и дальнейшей разработки любого месторождения. Наряду с этим керн дает ценнейшие сведения об истории геологического развития района, его тектоническом строении, истории тектонических движений, а также о вещественном составе пород. А комплексные исследования керна дают надежную информацию о свойствах и составе материала на больших глубинах и являются практически единственным способом объективной проверки и интерпретации исследований. Роль керна сохраняется независимо от того, в каком году он был пробурен, следовательно образцы можно доставать и заново исследовать, в том числе с помощью новых методик. Поэтому усовершенствование методов изучения керна, а также его широкое внедрение в практику разведки месторождений полезных ископаемых — одна из актуальнейших задач современной геологии.

Однако возникает ряд проблем при интерпретации данных ГИС керна старых скважин: большинство скважин либо вообще не содержит материалов ГИС, либо этих данных недостаточно, не могут быть оцифрованы вследствие ветхости носителей или данные низкого качества. Диаметр керна старого фонда исключает возможность массового отбора образцов для петрофизических исследований, в то время как высокая плотность данных керна часто требуется для петрофизического моделирования в рамках региональных геологоразведочных работ.

В условиях недостатка геофизической информации и следующей отсюда сложности петрофизического моделирования необходим поиск альтернативных способов получения или уточнения массивов основных петрофизических данных.

Исходя из вышесказанного, в данной работе предлагается методика получения акустических свойств горных пород методом профильного сканирования на профилометре AutoScan (NER).

Актуальность работы заключается в том, что определение петрофизических свойств методом профильного сканирования, позволяет получать большие массивы петрофизической информации с высокой дискретностью, в том числе на керне, состояние которого не позволяет осуществить массовый отбор стандартных образцов. Результаты исследований керна профильным методом настраиваются в соответствии с результатами петрофизических исследований на ограниченной коллекции образцов и могут быть использованы как для корректировки данных ГИС, так и для частичной замены при их отсутствии.

Система профильных измерений проницаемости по газу, электрических и акустических свойств керна AutoScan-II

AutoScan-II — интегрированная система для профильного изучения полноразмерного керна и цилиндрических образцов керна, обеспечивающая измерения газопроницаемости, электрического сопротивления и скорости продольных и поперечных акустических волн. Объединенные зонды Сопротивления (Z-Probe) вместе с зондом Скорости (V-Probe) и зондом Проницаемости (SS-Probe) обеспечивают уникальную возможность отбора и сортировки керна, калибровки или градуировки каротажной диаграммы и выделения петрофизических фаций [7].

Область применения:

- Детальное изучение образцов керна для калибровки каротажной диаграммы.
- Быстрое сканирование колонки керна с целью выбора образцов для последующего выбуривания.

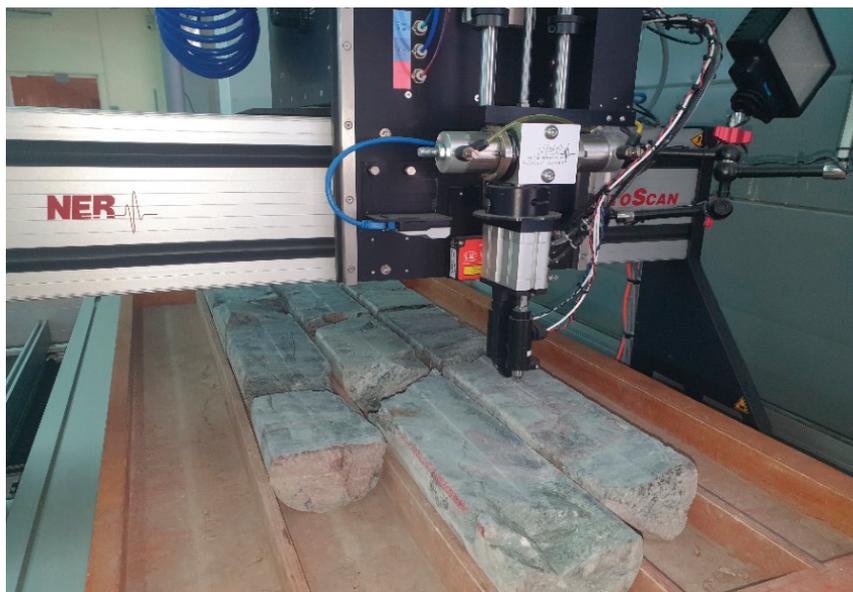


Рис. 1. Установка AutoScanII (NER, США)

— Количественный анализ анизотропии для калибровки индукционных кривых ГИС.

Зонд для определения скорости распространения ультразвуковых волн

Зонд для измерения скорости распространения ультразвуковых волн предоставляет широкие технические возможности. С помощью данного прибора можно определить характеристики пространственной изменчивости скорости распростра-

нения продольных и поперечных волн. Автоматизированный анализ полноразмерного керна и цилиндрических образцов керна также доступны при использовании зонда. Благодаря направлениям распространения ортогональных волн, возможно охарактеризовать анизотропию. Зонд для определения проницаемости входит в состав данного прибора, что позволяет проводить два измерения последовательно и в одном месте.

Скорости продольных и поперечных волн прибор позволяет измерить в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Акустическое профилирование (рисунок 3) проводится



Рис. 2. Объединенный блок зондов для определения скорости распространения волн и проницаемости по газу

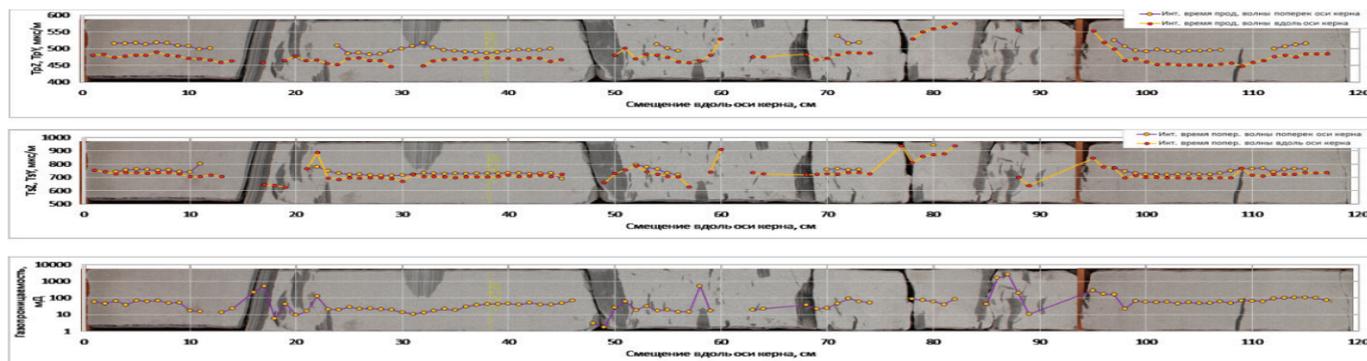


Рис. 3. Акустическое профилирование вдоль оси керна (продольная и поперечная волна)

во взаимно перпендикулярных направлениях: вдоль и поперек оси керна, что позволяет решать сразу несколько задач. Помимо привязки керна к материалам акустического каротажа и выделения коллекторов, акустическое профилирование позволяет рассчитывать динамические механические модули и оценивать анизотропию породы [5].

Обоснование необходимости затрат на проведение исследований кернового материала

Данные, полученные при исследовании керна необходимы для обоснования геологической модели, при количественной интерпретации данных ГИС, при подсчете запасов, а также при анализе разработки.

Благодаря петрофизическим исследованиям изучается диапазон изменения петрофизических характеристик исследуемых образцов, анализируются петрофизические связи [4].

Литолого-петрографические исследования включают макро- и микрописание пород по шлифам и позволяют определить не только литотип исследуемой породы, но и выделить микронеоднородности исследуемой породы.

Стандартные исследования подразумевают определение фильтрационно-емкостных свойств и удельного электрического сопротивления пород в атмосферных условиях [2].

Перечень детальных исследований может различаться в зависимости от поставленных целей и задач, но, чаще всего, включает в себя определение остаточной водонасыщенности, кривых капиллярного давления и определение скоростей продольной и поперечной волн, пористости и удельного электрического сопротивления в условиях, моделирующих пластовые.

Для оценки экономической эффективности предлагаемой методики, была составлена программа исследований, включающая профильное определение газопроницаемости и скоростей продольных и поперечных волн. Количество стандартных исследований при этом может быть уменьшено до 1 обр/метр, исследований в условиях, моделирующих пластовые — до 10,

результаты которых будут использоваться для настройки профильных исследований.

В результате уменьшение стоимости работ относительно стандартного комплекса составило 200 тыс. рублей или 10% стоимости. Кроме того, так как выполнение профильных исследований предполагается с частотой 10 измерений/метр, то плотность данных, полученных в результате исследований керна по предлагаемой программе, возрастает в 4 раза для стандартных исследований и в 16 раз — для детальных.

Наибольшую эффективность предлагаемая методика будет иметь при исследовании керна плохой сохранности, из которого часто невозможно отобрать большое количество стандартных образцов керна.

Вывод

На самом деле керн — это не совсем зеркало. Это скорее микроскоп, который позволяет нам заглянуть внутрь Земли. И в этом смысле он может быть использован как микроскоп для изучения геологических пластов, так и как зеркало для изучения процессов, протекающих в недрах планеты.

В условиях отсутствия данных ГИС или плохой сохранности керна несомненным достоинством метода профилиметрии является получение большого массива данных с необходимой частотой в атмосферных условиях, что существенно сокращает время на пробоподготовку и необходимость в большом количестве детальных петрофизических исследований в пластовых условиях [6].

Получаемые профили акустических свойств могут быть построены в соответствии с результатами петрофизических исследований даже на ограниченной коллекции образцов и использованы для восстановления или корректировки данных ГИС.

С экономической точки зрения затраты на проведения этих исследований вполне обоснованы улучшением изученности месторождения и, в свою очередь, оптимизацией разработки.

Литература:

1. Калмыков Г. А. Петрофизические методы исследования кернового материала. Учебное пособие в 2х книгах. — М, 2008 г. — 113с.
2. Кобранова В. Н. Петрофизика. М.; Недра, 1986 г. — 392с.
3. Макфи, К. Дж. Рид, И. Зубиретта. Лабораторные исследования керна: гид по лучшим практикам. М.-Ижевск, 2018 г.

4. Недоливко Н. М. Исследование керна нефтегазовых скважин. — Томск, 2006 г. — 170 с.
5. Персилье В. И., Порожун В. И., Яценко Г. Г. Методические рекомендации по подсчету геологических запасов нефти и газа объемным методом. ВНИГНИ, НПЦ «Тверьгеофизика». — М.; Тверь, 2003. — 260 с.
6. Плотникова И. Н. Современные методы и инструменты исследования керна: учеб.-метод. пособие для курсов повышения квалификации «Петрофизика и геофизика в нефтяной геологии». — Казань: КФУ, 2014–30 с.
7. New England Research: «AutoScan. Руководство по эксплуатации».

Выбор элементной базы устройства индикации текстовой информации для жестких условий эксплуатации

Гуденко Дмитрий Сергеевич, студент магистратуры
Кубанский государственный университет (г. Краснодар)

В данной статье рассмотрены основные элементы отображения текстовой информации. Целью является проведение анализа и выбор типа отображающего элемента для устройства оптической индикации текстовой информации о технологическом, в том числе аварийном состоянии объекта для жестких условий эксплуатации для использования в разрабатываемом устройстве. Устройство отображения текстовой информации разрабатывается для условий эксплуатации УХЛ4 ГОСТ 15150–69 с учетом механических, климатических, термических ВВФ, а также ВВФ электромагнитных полей ГОСТ 26883–86, стойкостью и надежностью по группе МЗ1 ГОСТ 30631–99.

Ключевые слова: отображающий элемент, жидкокристаллический дисплей, светодиод, газоразрядная лампа.

Следует уточнить, что индикационное поле может быть выполнено на различных элементах [6]:

1. На газоразрядных лампах.
2. На жидких кристаллах (ЖК дисплей).
3. На светодиодах.
4. На вакуумно-люминисцентных индикаторах.
5. На OLED индикаторах.

Далее будут рассматриваться только те характеристики, которые играют важную роль для разработки устройства оптической индикации текстовой информации.

1. Газоразрядная лампа — это источник света, излучающий энергию в видимом диапазоне. Свечение в лампе создается непосредственно или опосредованно от электрического разряда в газе, парах металла или в смеси пара и газа [1].

Среднестатистические характеристики газоразрядных ламп:

- срок службы от 3000 до 20000 часов;
- яркость одной лампы от 40 до 220 кд/м²;
- цветовая температура: от 2200 до 10000 К;
- цветопередача: хорошая;
- диапазон рабочих температур от –40°С до +45°С.

Достоинства:

Высокий КПД; длительный срок службы в непрерывном цикле эксплуатации; сила светового потока; различные цветовые температуры; неприхотливость в эксплуатации и простота ремонта.

Недостатки:

Малый срок службы в прерывистом цикле эксплуатации; линейчатый спектр обуславливает неправильную цветопередачу,



Рис. 1. Устройство газоразрядной лампы

а также повышенную усталость глаз пользователя; трудности работы при экстремально низких температурах; долгое время достижения максимального излучения (до 4 минут); неустойчивость к электромагнитным импульсам; наводки на частотах 30–100 кГц; заметное мигание при перепадах напряжения электросети; невозможность быстрой смены информации; большое потребление электроэнергии.

2. ЖК-дисплей — экран на основе жидких кристаллов. ЖК дисплей представляет собой массив маленьких сегментов, называемых пикселями, которыми можно манипулировать для отображения информации. Дисплей имеет несколько слоев, где ключевую роль играют две панели, сделанные из свободного от натрия и очень чистого стеклянного материала, называемого субстрат или подложка. Слои, собственно, и содержат тонкий слой жидких кристаллов между собой [2].

Среднестатистические характеристики ЖК экранов:

- срок службы от 30000 до 40000 часов;
- яркость от 100 до 300 кд/м²;
- цветовая температура: от 0 до 10000 К;
- цветопередача: отличная;
- диапазон рабочих температур от –25°С до +60°С.

Преимущества:

Компактный, тонкий и легкий; низкое энергопотребление; малое тепловыделение ввиду низкого энергопотребления; отсутствие геометрических искажений; четкое изображение; отсутствие мерцания; может быть выполнен практически любого размера или формы; теоретическое разрешение не ограничено; не подвержен влиянию магнитных полей; ЖК-дисплей может изначально отображать цифровые сигналы.

Недостатки:

Ограниченный угол обзора; неравномерная подсветка на некоторых мониторах; уровни черного могут быть не такими темными,

как требуется; только одно собственное разрешение; фиксированная разрядность; задержка ввода; битые или застрявшие пиксели могут появиться во время изготовления или после периода использования; подвержен эффекту выгорания; потеря яркости и значительно меньшее время отклика в условиях низких температур; потеря контрастности в условиях высокой температуры.

3. Светодиод — полупроводниковый прибор с электронно-дырочным переходом, создающий оптическое излучение при пропускании через него электрического тока в прямом направлении [3].

Среднестатистические характеристики светодиодов:

- срок службы от 50000 до 60000 часов;
- яркость одного светодиода от 20 до 50 кд/м²;
- цветовая температура: от 2700 до 10000 К;
- цветопередача: отличная;
- диапазон рабочих температур от –50°С до +70°С.

Преимущества:

Энергетическая эффективность; надежность и время жизни; малый размер светодиода; быстрое время включения-выключения и возможность управления яркостью; механическая прочность и стойкость к ударам; стабильная работа при низких температурах.

Недостатки:

Малый световой поток от одного элемента; деградация параметров светодиодов со временем; повышенные требования к питающему источнику.

4. Вакуумно-люминисцентный индикатор — относится к активным индикаторам, преобразующим электрическую энергию в световую. По виду отображаемой информации вакуумно-люминисцентные индикаторы различают на единичные, цифровые, буквенно-цифровые, шкальные, мнемонические и графически [4].

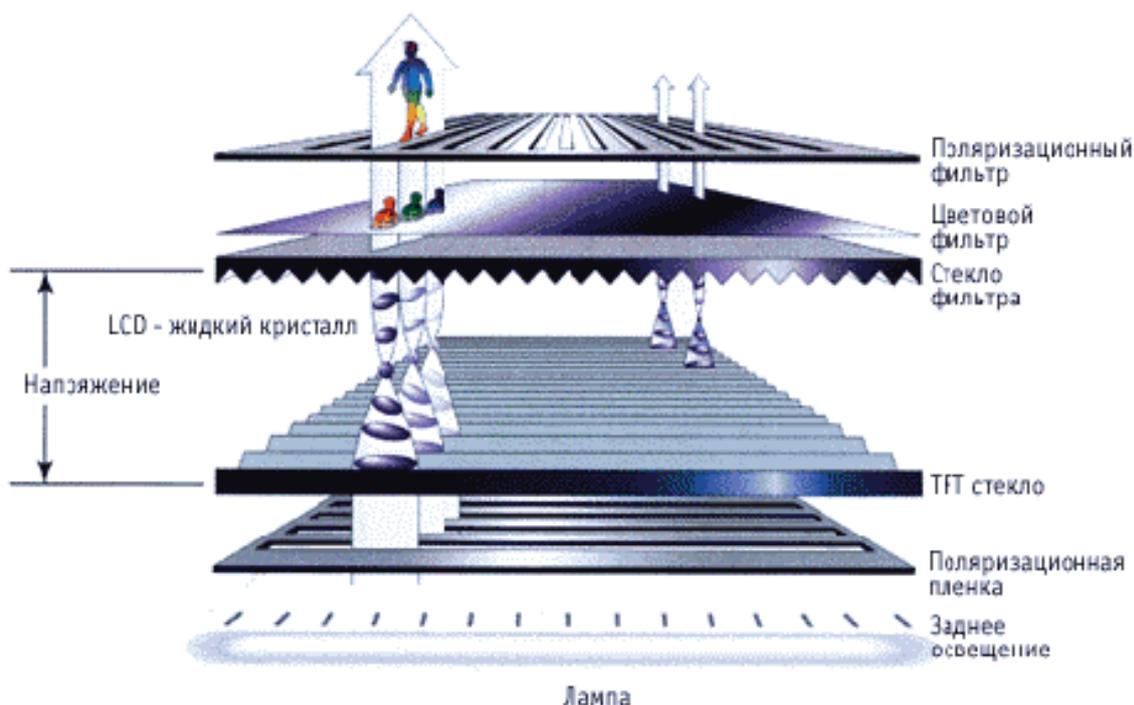


Рис. 2. Устройство ЖК-дисплея

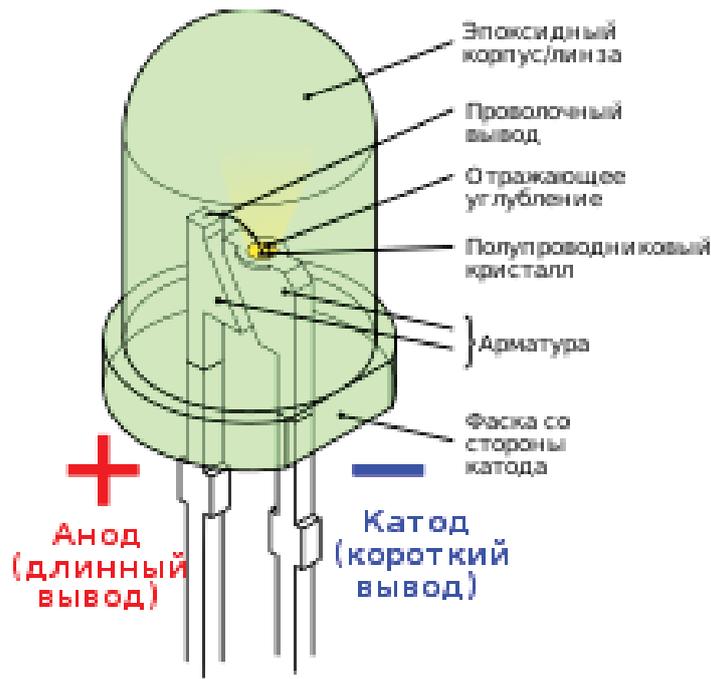


Рис. 3. Устройство светодиода

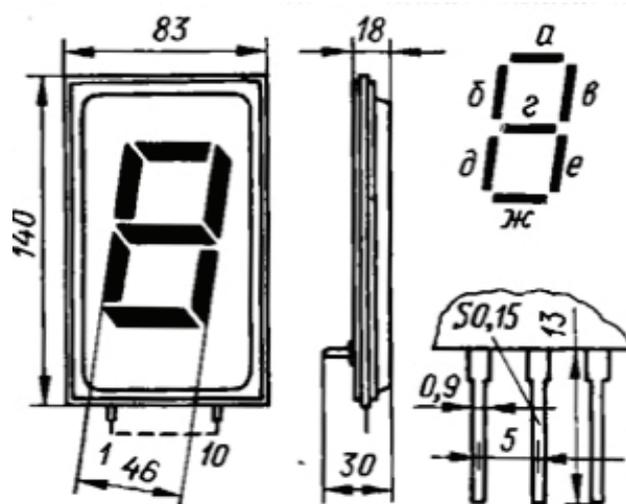


Рис. 4. Устройство вакуумно-люминесцентного индикатора

Среднестатистические характеристики вакуумно-люминесцентного индикатора:

- срок службы от 2000 до 10000 часов;
- яркость одного индикатора 250 кд/м²;
- цветовая температура: от 2200 до 10000 К;
- цветопередача: хорошая;
- диапазон рабочих температур от -60°C до +85°C.

Преимущества:

Высокая яркость; хорошая видимость воспроизводимых знаков; низкие рабочие напряжения; малое потребление энергии.

Недостатки:

Возможны блики, мешающие считыванию информации; необходимость в отдельном источнике питания для цепей накала индикаторов.

5. OLED-индикатор — устройство отображения информации, основанное на органических светоизлучающих диодах. OLED индикаторы являются самосветящимися, поэтому не требуют отдельной подсветки [5].

Среднестатистические характеристики OLED-индикатора:

- срок службы 50000 часов;
- яркость от 50 до 90 кд/м²;
- цветовая температура: от 0 до 10000 К;
- цветопередача: отличная;
- диапазон рабочих температур от -40°C до +60°C.

Преимущества:

Компактный, тонкий и легкий; низкое энергопотребление; высокая контрастность; нет геометрических искажений; четкое изображение; высокий КПД; может быть выполнен практи-

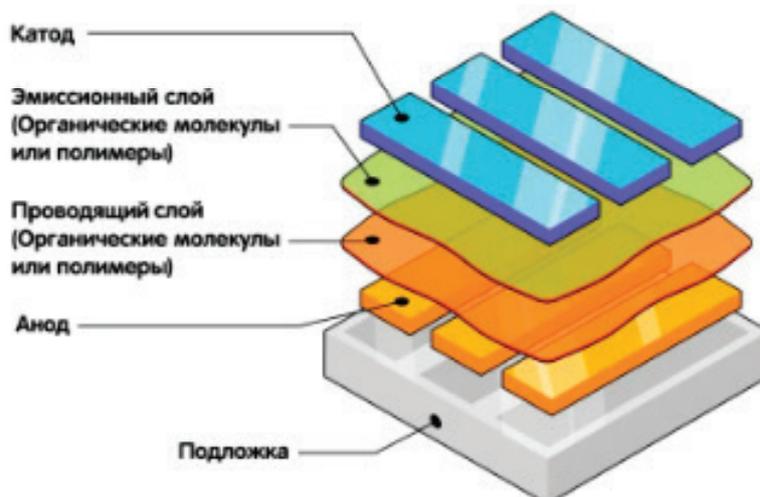


Рис. 5. Устройство OLED-индикатора

чески любого размера или формы; теоретическое разрешение не ограничено.

Недостатки:

Сравнительно маленький срок службы диодов, обеспечивающих некоторые цвета; дороговизна технологии; возможность окисления органических материалов, применяемых для создания органических светодиодов; малая ударопрочность.

На основании проведённого анализа в качестве отображающего элемента был выбран светодиод. Основные параметры, которые повлияли на выбор, это большой срок службы, а также большой диапазон рабочих температур. Большое влияние оказал малый размер светодиода, что позволит обеспечить меньший размер устройства. Также использование светодиодов обеспечивает лучшую ремонтопригодность среди вышеперечисленных индикаторов.

По результатам проведенного исследования было разработано устройство индикации текстовой информации. В качестве отображающего элемента был выбран светодиод ИПД156Б9К.

Данный компонент обладает углом излучения не менее 100°, длинами волн излучения от 450 нм до 630 нм, наработкой на отказ не менее 50000 ч., силой света от 0,2 кд до 1,0 кд, а также полностью удостоверяющими температурами от -60°C до +85°C. Для разрабатываемого устройства, было использовано

288 светодиодов, то есть образовано индикационное поле 8x36, соответствующее экрану 8", которое обеспечивает непрерывную индикацию выводимой текстовой информации, поступающей по интерфейсу RS-232. Обработку информации обеспечивает 8-битный микроконтроллер K1887BE7Г с достаточной для требуемых задач памятью. Устройство способно отображать и производить звуковую индикацию о возникновении проблемы или сообщении информации. Устройство предназначено для жестких условий эксплуатации и должно сохранять работоспособность при температурах от -40°C до +60°C, вибрационных и ударных воздействиях согласно вышеуказанных ГОСТов. Устройство предназначено для оптической индикации текстовой информации о технологическом, в том числе аварийном состоянии объекта с учётом жестких условий эксплуатации.

Литература:

1. Фугенфиров, М. И. Газоразрядные лампы / М. И. Фугенфиров — 2-е издание — Москва: Энергия, 1975–128 с.
2. Томилин, М. Г., Невская, Г. Е. Дисплеи на жидких кристаллах / М. Г. Томилин, Г. Е. Невская — учебное пособие — СПб: СПбГУ ИТМО, 2010–108 с.
3. В. Е. Бугров, К. А. Виноградова Оптоэлектроника светодиодов / В. Е. Бугров, К. А. Виноградова — учебное пособие. — СПб: НИУ ИТМО, 2012–174 с.
4. Вуколов, Н. И., Михайлов, А. Н. Знакосинтезирующие индикаторы / Н. И. Вуколов, А. Н. Михайлов — Москва: 1987–560 с.
5. Юрий Ревич, ЭЛЕКТРОНИКА / Юрий Ревич — 6-е издание. — СПб: БХВ-Петербург, 2021–689 с.
6. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники / Хоровиц П., Хилл У. — 4-е издание. — Москва: Мир, 1993–604 с.

Обзор проекта автоматической сигнализации на МК Arduino с применением модуля гироскопа-акселерометра

Жораев Тимур Юлдашевич, кандидат технических наук, доцент;
 Павлюк Егор Андреевич, студент магистратуры
 Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» (г. Зеленоград)

Данная обзорная статья представляет собой подробный обзор сигнализации на гироскопе-акселерометре Arduino. Систематически описаны возможности, принципы подключения, программирование, тестирование и настройка использованных модулей. Также рассматривается процесс отладки сигнализации для обеспечения корректности ее работы. Проводится анализ областей применения разработанной системы и сферы деятельности человека для прикладного применения проекта.

Ключевые слова: сигнализация, автоматизация, гироскоп, акселерометр, Arduino, антикражная система, мониторинг, роботехника, датчик безопасности, датчик движения.

Сигнализация играет важную роль в обеспечении безопасности и защите имущества. Одним из инновационных способов создания сигнализации является использование гироскопов и акселерометров Arduino. Гироскопы и акселерометры — это электронные компоненты, способные измерять ориентацию и ускорение движения. Arduino — это платформа с открытым исходным кодом, предоставляющая гироскопы

и акселерометры, а также возможности программирования. Одновременно с проведением теоретических исследований был разработан проект, в основу которого лёг МК ArduinoNano, модуль гироскопа-акселерометра и звуковой элемент. Фотография промежуточного этапа моделирования приведена на рисунке 1. Список компонентов используемых в проекте с их кратким описанием приведён в таблице 1.

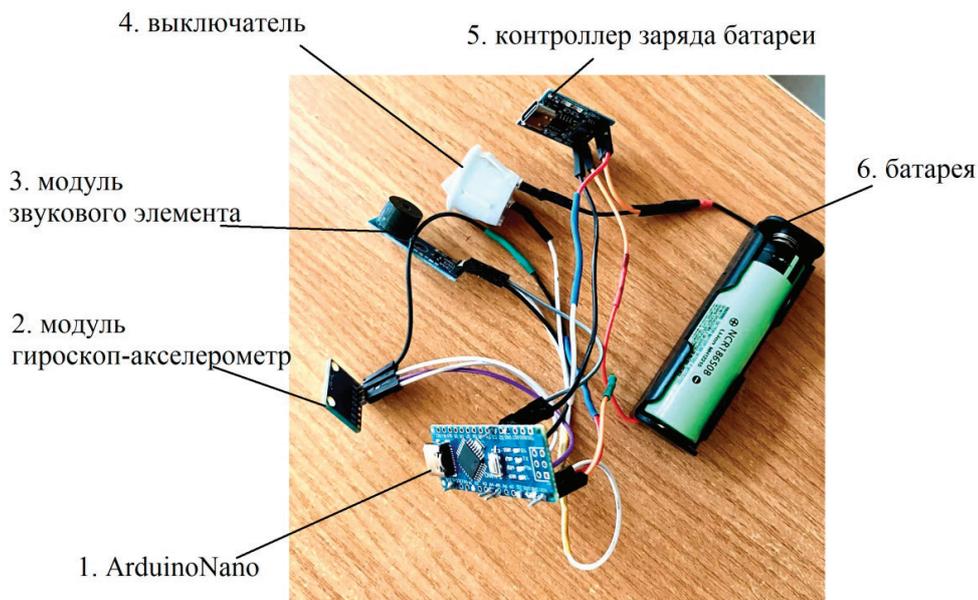


Рис. 1. Сигнализация на МК Arduino с применением модуля гироскопа-акселерометра

Таблица 1. Комплектующие компоненты проекта

| Компонент | Описание |
|------------------------------|--|
| ArduinoNano | полнофункциональное миниатюрное устройство на базе микроконтроллера ATmega328 |
| Модуль гироскоп-акселерометр | 3-х осевой гироскоп и акселерометр GY-521 (MPU6050) |
| Модуль звукового элемента | Пьезопищалка — используется для звукового оповещения. |
| Выключатель | Выключатель клавишный «Micro» круглый 250В 3А черный |
| Контроллер заряда батареи | TP4056 — зарядное устройство для li-ion аккумуляторов, 1А |
| Батарея | Аккумулятор 18650 — представляет собой li-ion-элемент, для питания портативной электроники |
| Соединительные провода | Набор проводов для подключения датчиков и модулей |

Суть проекта заключается в формировании последовательных звуковых импульсов при внесении внешнего возмущения относительно модуля гироскопа-акселерометра.

Далее подробно рассмотрены необходимые аспекты по формированию проекта и информация, которая может быть полезной для повторения и усовершенствования проекта.

Гироскопы и акселерометры Arduino позволяют измерять ориентацию и ускорение объекта. Они основаны на принципах инерциальной навигации и могут быть использованы для различных приложений, включая сигнализацию. Для Arduino доступны различные модели гироскопов и акселерометров: модель X-гироскопа, модель Y-акселерометра, модель Z-гироскопа-акселерометра [1]. Это лишь некоторые из доступных моделей гироскопов и акселерометров Arduino. Выбор модели зависит от конкретных потребностей и задач сигнализации.

Для выполнения проекта необходимо следовать некоторым шагам. К ключевым шагам можно отнести следующие пункты:

1. *Определение пинов.* Первым шагом является определение пинов Arduino, которые будут использованы для подключения гироскопа и акселерометра. В данном случае рекомендуется использование цифровых пинов входа-выхода.

2. *Подключение питания.* Необходимо убедиться, что модуль гироскопа-акселерометра получает на вход необходимое питание.

3. *Проведение «прошивки» МК.* После подключения компонентов необходимо направить скомпилированный программный код в Arduino, чтобы получить данные с гироскопа и акселерометра.

4. *Тестирование и отладка.* После загрузки кода на Arduino и подключения необходимой периферии можно провести тестирование. На этом этапе необходимо убедиться, что данные правильно считываются и интерпретируются.

Важно учесть, что точный процесс подключения может различаться в зависимости от используемой модели датчика, а также от самой платы Arduino, которую вы используете. Поэтому важно обращаться к документации и руководству пользователя для каждого компонента и платформы Arduino [1].

После успешного подключения гироскопа и акселерометра к Arduino необходимо написать программный код сигнализации. Вот некоторые основные шаги, которые могут быть включены в программирование сигнализации на Arduino:

1. *Инициализация.* Необходимо промести инициализацию периферии в программном коде. Используются соответствующие библиотеки и функции, чтобы настроить соединение с компонентами и установить необходимые параметры.

2. *Считывание данных.* Программа должна периодически считывать данные с гироскопа и акселерометра, для этого используются функции чтения, поставляемые с библиотеками периферии, для получения текущих значений ориентации и ускорения.

3. *Обработка данных.* Полученные данные могут быть обработаны для определения определенных событий или условий, указывающих на активацию сигнализации.

4. *Проработка логики программы и подбор алгоритма:* Определите логику работы сигнализации, включая условия активации и деактивации, время задержки и другие параметры. Это позволит настроить сигнализацию согласно конкретным требованиям и ситуациям.

5. *Тестирование и отладка.* После написания программного кода проведите тестирование сигнализации на Arduino, чтобы убедиться, что она работает правильно.

Программирование сигнализации на Arduino требует хорошего понимания языка программирования Arduino для работы с соответствующими библиотеками периферии [2]. После написания программного кода для сигнализации на гироскопе-акселерометре Arduino, необходимо приступить к тестированию и настройке системы.

Необходимо, выполнить калибровку гироскопа и акселерометра для достижения наилучшей точности измерений. В проекте используются алгоритмы усреднения значений для уменьшения влияния случайных колебаний [3].

Далее необходимо настроить параметры сигнализации, такие как уровни чувствительности, время задержки, длительность, что поможет адаптировать сигнализацию под конкретные требования и условия.

Если в процессе тестирования возникают проблемы или ошибки, используйте механизмы отладки Arduino, такие как вывод отладочной информации, через последовательный порт, чтобы идентифицировать и исправить проблемы в программном коде.

Сигнализация на гироскопе-акселерометре Arduino имеет широкий спектр применений и возможностей. Сигнализация может быть использована в качестве антикражной системы для защиты ценных предметов или устройств. При обнаружении аномального перемещения или вибрации система активирует сигнал тревоги, предупреждая о возможной попытке кражи. Также можно создать сигнализацию для автомобиля, которая будет реагировать на движение или попытки вскрытия.

Элементы подобной сигнализации могут быть использованы в различных системах мониторинга и контроля. Например, в медицинских устройствах она может обнаруживать падения или изменения положения пациента и автоматически предупреждать о происшествии медицинский персонал.

Гироскопы и акселерометры Arduino могут быть использованы для отслеживания движения пользователя в виртуальной или дополненной реальности. Это позволяет создать более реалистичный и интуитивный пользовательский опыт.

Сигнализация может быть применена в спортивных приложениях, например, для отслеживания движений во время тренировок или контроля позиции и ориентации во время спортивных мероприятий.

Существует широкий спектр задач по применению подобной технологии, она обеспечивает возможность создания интеллектуальных систем, реагирующих на физические параметры движения и ориентации [4].

Сигнализация на гироскопе-акселерометре Arduino представляет собой мощный инструмент для создания умных и интерактивных систем, основанных на измерении движения и ориентации. В этой обзорной статье мы рассмотрели основные аспекты сигнализации на гироскопе-акселерометре Arduino, начиная с обзора доступных моделей гироскопов и акселерометров, до подключения к Arduino, программирования, тестирования, настройки и применения. Также был рассмотрен пример готового проекта на модулях линейки МК Arduino.

Литература:

1. Сомов А. С., Лыжин И. Г. Методическое пособие «Разработка умных устройств на базе Arduino» / Сомов А. С., Лыжин И. Г. — М: Сколковский институт науки и технологий, 2020. — 80 с.
2. Росляков, А. В. Интернет вещей: учебное пособие [текст] / А. В. Росляков, С. В. Ваняшин, А. Ю. Гребешков. — Самара: ПГУТИ, 2015. — 200 с.
3. Шерстобитова А. С. Датчики физических величин. — СПб: Университет ИТМО, 2017. — 57 с.
4. Иванов И. И., Соловьев Г. И., Фролов В. Я. «Электротехника и основы электроники: учебник для вузов» Издательство «Лань» 2021. — 736 с.

Перспектива применения модульных блоков в энергоснабжении городов и пригородов

Захаров Артем Валерьевич, студент магистратуры
Тверской государственный технический университет

В статье описаны идеи внедрения системы строительных модулей улиц города/пригорода, совмещённых с инженерными коммуникациями для ускорения их строительства и увеличения удобства пользования. Приведены имеющиеся решения и описана перспектива применения модульной системы.

Ключевые слова: перспективные разработки, модульное строительство, урбанизация, инженерные коммуникации, энергоснабжение.

Development of modular units for urban and rural energy supply

Zakharov Artem Valeryevich, student master's degree
Tver State Technical University

The article describes the idea of introducing a system of modular streets of the city/suburb combined with engineering communications to speed up construction, simplify and increase the convenience of using engineering communications, gives the existing solutions and describes the prospects of using this type of modular system.

Keywords: promising developments, modular construction, urbanization, engineering communications, power supply.

Непрерывная общая урбанизация территорий, усложнение и увеличение необходимых коммуникаций для поддержания и улучшения удобства пользования необходимой инфраструктурой, повышение качества жизни населения в развитых и развивающихся странах — главные аспекты, побудившие рассмотреть новый подход к строительству и размещению электрических коммуникаций в городских районах и пригородах.

Рассматриваемый подход в перспективе поможет уменьшить время на реконструкцию или модернизацию городской территории. Будет ускорен ввод в эксплуатацию и оптимизировано обслуживание коммунальной инфраструктуры. Также предлагаемое решение увеличит скорость возведения новых населённых пунктов и районов с перспективой их роста и развития промышленности.

В данный момент городские инженерные коммуникации находятся под землёй, в том числе и большая часть линий энергоснабжения. Прокладка кабельной линии в городской среде не всегда удобна. Часто дело требует специальной техники с обученным персоналом, как, например, машины для горизонтально-направленного бурения (ГНБ), для прокола под автодорогами (Рис. 1).

В случае аварии или неисправности инженерных коммуникаций их приходится раскапывать, что неизбежно приводит к повреждению или деформации дорожного полотна или пешеходной зоны.

Сегодня для решения данной проблемы из существующих способов по смыслу и функционалу ближе всего оказались пластиковые дороги (Рис. 2). Их конструкция разработана компаниями Wavin совместно с KWS. Основные преимущества: лёгкость, быстрота установки, устойчивость к различным погодным условиям и износу, наличие места для прокладки труб небольшого диаметра [5].

Также существуют другие разработки многофункциональных дорожных покрытий. Это могут быть дороги с подогревом, встроенными солнечными панелями или же дороги, способные заряжать электроавтомобили, генерировать электроэнергию [3]. К примеру, восполнить заряд аккумулятора электромобиля предполагается с помощью выдвигаемых зарядных станций [4].

Стоит задача спроектировать модульные блоки таким образом, чтобы непосредственно в них было удобно разместить не только кабельные линии электропередач, но и как можно



Рис. 1. Машина для ГНБ

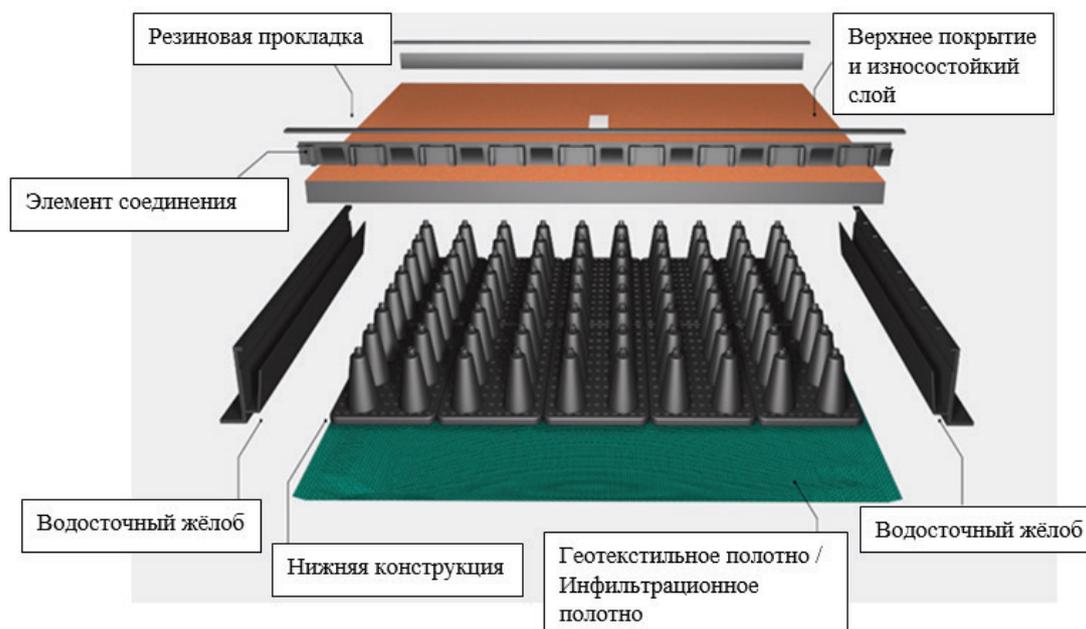


Рис. 2. Пластиковая дорога

большее количество основных городских инженерных коммуникаций.

Предлагаемые модули будут предоставлять быстрый доступ к кабелю, если это необходимо для его обслуживания, уберут необходимость раскопок кабельной трассы. Конструкция модуля предполагается разборной для его полной или частичной замены при повреждении. Помимо упомянутых положительных качеств, конструкция удовлетворит требованиям безопасности не хуже, чем прокладка кабельной линии

в земле. Подобные модули для потребителей могут стать оптимальной платформой для зарядных станций электрических автомобилей, учитывая рост таких транспортных средств, особенно в городской среде.

Структура модулей также обеспечит лёгкость установки и питания встраиваемого в них освещения. Простота и удобство прокладки электрических коммуникаций позволит практически избавиться от воздушных линий электропередач ниже 110 кВ в пределах города и пригорода. Это весьма благоприятно ска-

жется и на внешнем виде городов/пригородов, и будет препятствовать незаконному подключению к сетям электроснабжения.

В перспективе модульные конструкции помогут в цифровизации жизни человека. Установка встраиваемых камер видео-

наблюдения, датчиков, индикаторов позволит превратить модульную систему городского района в умную городскую среду, функционал которой будет ограничен только фантазией и действующим законодательством.

Литература:

1. ГОСТ 31565–2012 Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности. — Дата введения 01.01.2014 г.
2. ГОСТ 31996–2012 Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение 0,66; 1 и 3 кв. Общие технические условия. — Дата введения 01.01.2014 г.
3. Generating power every time you hit the road [В Интернете]. — 1 12 2022 г. — <https://cait.rutgers.edu/generating-power-every-time-you-hit-the-road/>.
4. PlasticRoad: circular, climate-adaptive, and lightweight [В Интернете]. — 1 12 2022 г. — <https://plasticroad.com/en/>.
5. Smart Roads [В Интернете]. — 28 11 2022 г. — <https://compassmag.3ds.com/smart-roads/>.

Цифровая обработка радиолокационных сигналов на фоне комплексов помех

Карпенко Александр Николаевич, студент магистратуры

Научный руководитель: Андреев Владимир Григорьевич, доктор технических наук, профессор
Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина

За несколько последних десятилетий радиолокация превратилась в самостоятельное и развитое техническое направление. В немалой степени это связано с широким внедрением в радиолокационные системы быстродействующей цифровой техники, что вызвано рядом причин. Во-первых, цифровая техника универсальна: используя ограниченный набор микросхем можно реализовать множество различных функций. Во-вторых, с ее помощью оказалось возможным достичь очень высоких точностей радиолокационных станций путем простого увеличения разрядности чисел. В-третьих, быстродействие современных цифровых микросхем способно удовлетворить жестким требованиям, предъявляемым к ним радиолокационными системами. Наконец, в-четвертых, цифровые системы экономически более выгодны [1, с. 268].

Современная радиолокация широко использует цифровую обработку сигналов (ЦОС), о чём свидетельствуют многие литературные источники, рассмотренные и изученные автором статьи. Отметим, что несмотря на введение принципиально новых цифровых систем обработки и анализа сигналов, общие принципы радиолокации остаются теми же. Основные методы получения радиолокационной информации могут быть сформулированы в виде следующих положений.

1. При обнаружении наличие цели устанавливается по факту приёма станцией сигнала от цели. Способ получения такого сигнала определяет вид локации.

2. При измерении координат и параметров движения целей используются закономерности распространения радиоволн в пространстве, основными из которых являются: постоянство скорости распространения радиоволн ($c = 3 \cdot 10^8$ м/с); прямолинейность распространения радиоволн; направленность излучения и приёма радиоволн, в основе которой лежит явление интерференции радиоволн; эффект Доплера.

3. Выделение слабых сигналов, приходящих от цели, и разрешение целей обеспечиваются за счет различий сигналов и помех, а также сигналов от разных целей между собой.

4. Информация о целях получается параллельно или последовательно во времени и выдается в виде информационных потоков.

В общем случае можно выделить три основные операции, выполняемые при обработке сигналов в современном радиолокаторе:

- 1) сжатие сигнала (или согласованная фильтрация);
- 2) снижение скорости поступления данных (пороговый анализ);
- 3) формирование метрики цели (оценка углового положения, дальности и скорости цели).

Выделение радиолокационных сигналов на фоне естественных и искусственных помех осуществляется путём цифровой фильтрации. Наиболее широко используются линейные фильтры с дробно-рациональными передаточными функциями. Рассмотрим подобные фильтры.

Цифровые фильтры

Типовая структура линейного цифрового фильтра (ЦФ) базируется на таких элементах, как линии задержки, весовые множители, сумматоры (накопители) и может быть описана следующим математическим выражением:

$$H(z) = \frac{B(z)}{A(z)} = \frac{\sum_{i=0}^Q b[i]z^{-i}}{\sum_{i=0}^P a[i]z^{-i}},$$

где $H(z)$ — передаточная функция ЦРФ; $B(z)$ и $A(z)$ — полиномы порядков Q и P прямой и обратной (авторегрессионной)

связей соответственно с коэффициентами $b[i]$ и $a[i]$; z — оператор задержки, описывающий работу запоминающего устройства (ЗУ).

На рисунке 1 представлена структурная схема ЦФ.

Входные отсчёты $x[n]$ поступают на вход схемы (см. рисунок 1) и, последовательно задерживаясь на один такт в задерживающих устройствах ЗУ, играющих роль линий задержки, перемножаются с весовыми коэффициентами $b[i]$, а далее попадают на вход накопителя Н, который реализуется в виде сумматора. В нём осуществляется накопление взвешенных отсчётов $x[n]$ входного сигнала с взвешенными отсчётами $y[n]$ выходного сигнала, которые поступают из цепи обратной связи. В накопителе Н происходит суммирование взвешенных входных и выходных отсчётов. Однако, если быть точным, коэффициенты обратной связи (они же — коэффициенты авторегрессии) имеют отрицательные знаки, следовательно, на вход накопителя Н отсчёты выходного сигнала поступают со знаком «минус», то есть вычитаются из входных [2].

Разностное уравнение подобного фильтра может быть записано следующим образом:

$$y[n] = b[0]x[n] + b[1]x[n-1] + \dots + b[Q]x[n-Q] - (a[1]y[n-1] + a[2]y[n-2] + \dots + a[P]y[n-P])$$

или в эквивалентной векторной форме:

$$y_n = b^T x_n - a^T y_{n-1}, \quad (1)$$

где y_n — формируемый фильтром выходной отсчёт; b и a — векторы-наборы коэффициентов фильтра размерности $(Q+1)$ и P соответственно; x_n — $(Q+1)$ -мерный вектор входных отсчётов вплоть до n -го; y_{n-1} — P -мерный вектор выходных отсчётов вплоть до $(n-1)$ -го.

При работе цифровыми линейными фильтрами матрично-векторные формы записи в виде (1) дают возможность суще-

ственно упростить математическое описание функционирования систем обработки радиолокационных сигналов, и сделать их компьютерный анализ в современных программных средах более удобным.

Перспективы развития цифровых радиолокационных систем

Совершенствование радиолокационной техники тесно связано с развитием цифровой обработки экосигналов.

Следующие направления представляются перспективными:

- комплексное развитие радиолокационных систем различного назначения, в том числе с другими средствами наблюдения (тепловыми, оптическими, акустическими и др.) на одном носителе и в системах наведения;
- глобализация и коммерциализация процессов разработки и производства отдельных подсистем в радиолокаторах различного назначения;
- ускорение внедрения новейших разработок в области обработки радиолокационной информации;
- применение при производстве новой электронной элементной базы;
- интеграция различных систем в сеть на основе обмена данными в едином цифровом информационном пространстве;
- комплексирование радиолокационных систем различных классов и назначения;
- создание многофункциональных систем, обеспечивающих выполнение одновременно нескольких задач;
- повышение точности синхронизации всех технических средств, в том числе радиолокационных, до пикосекундного уровня;
- создание интеллектуальных систем обработки радиолокационной информации;

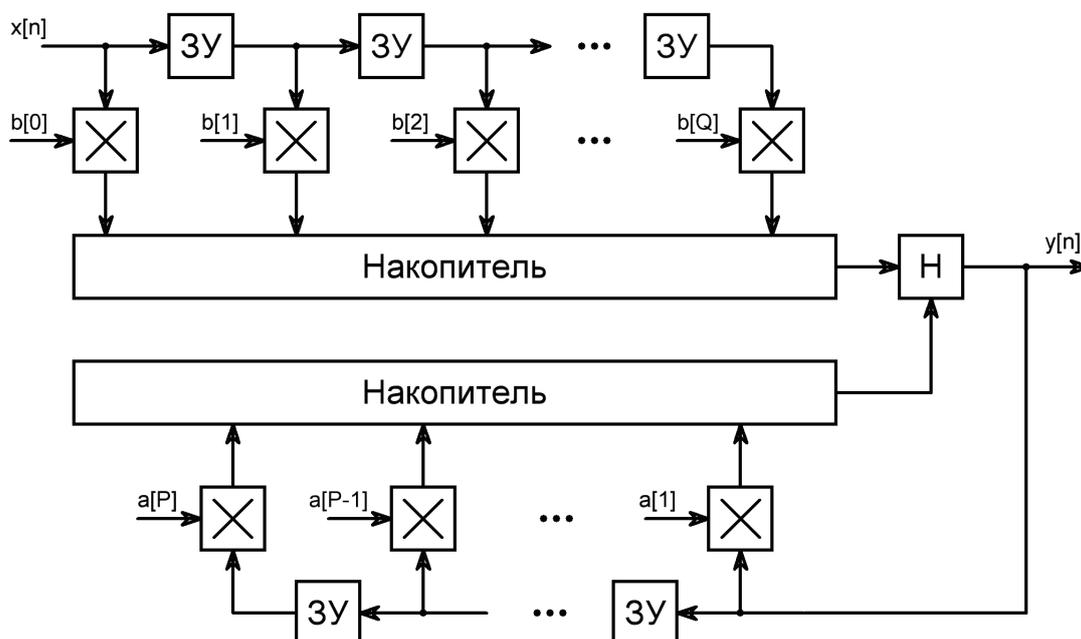


Рис. 1. Типовая схема цифрового фильтра

— повышение живучести локационных систем по отношению к кинетическим, электромагнитным и кибернетическим воздействиям [3].

Отметим, что радиолокация также стала широко использоваться в астрономии, при исследовании космического про-

странства. Так, с помощью локаторов наблюдают метеоры не только в верхних слоях атмосферы Земли, но и в окружающем нашу планету космическом пространстве, что расширяет возможности по противодействию астероидно-кометной опасности [4, с. 73, 126].

Литература:

1. Макклеллан Дж. Х., Пудри Р. Дж. Применение цифровой обработки сигналов в радиолокации. — Научная библиотека избранных естественно-научных изданий [Электронный ресурс]. URL: https://scask.ru/m_book_acos.php?id=88 (дата обращения: 19.10.2023).
2. Марпл-мл. С. Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения: пер. с англ. — М.: Мир, 1990. — 584 с.
3. Перспективы развития радиолокационных станций вооружённых сил (2018). — Fact Military [сайт]. — URL: http://factmil.com/publ/vooruzhenie/rls/perspektivy_razvitija_radiolokacionnykh_stancij_vooruzhjonnykh_sil_inostrannykh_gosudarstv_2018/148-1-0-1290 (дата обращения: 20.10.2023).
4. Астероидно-кометная опасность: вчера, сегодня, завтра / Б. М. Шустов, Л. В. Рыхлова, Н. А. Артемьева и др. — М.: ФИЗМАТЛИТ; 2010. — 372 с. — URL: https://phti.tj/phti_tj/ozmun_ifm/Astronomy_books/asteroidnaya_opasnost.pdf (дата обращения: 28.05.2023).

Анализ проведенных работ в области определения модуля деформации для слабых глинистых грунтов

Корниенко Катерина Валентиновна, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

На сегодняшний день развитие исторического города нереально без освоения подземного пространства. До последнего времени глубоких котлованов в среде сложившейся городской застройки не строилось. Причиной этого являются специфические геологические условия Санкт-Петербурга, а именно, наличие до глубины 20–30 м слабых глинистых отложений. Подвижки грунта, избежать которых невозможно, особенно в условиях слабых и рыхлых грунтов, должны быть ограничены до такого уровня, чтобы исключить нанесение вреда окружающим строениям. В статье собраны данные о существующих методах лабораторных испытаний грунтов на разгрузку. Рассмотрены работы, затрагивающие аналогичную тему. В заключение сформулирована рабочая гипотеза для научно-исследовательской работы.

Ключевые слова: НДС грунта, компрессионные испытания, трехосные испытания, модуль деформации, модуль разгрузки.

Analysis of the work carried out in the field of determining the deformation modulus for weak clay soils

Korniyenko Katerina Valentinovna, student master's degree
Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

To date, the development of the historical city is unrealistic without the development of underground space. Until recently, no deep pits were built in the environment of the existing urban development. The reason for this is the specific geological conditions of St. Petersburg, namely, the presence of weak clay deposits up to a depth of 20–30 m. Ground movements, which cannot be avoided, especially in conditions of weak and loose soils, should be limited to such a level as to exclude harm to surrounding structures. The article contains data on existing methods of laboratory testing of soils for unloading. The works dealing with a similar topic are considered. In conclusion, a working hypothesis for research work has been formed.

Keywords: Soil VAT, compression tests, triaxial tests, deformation modulus, unloading modulus.

1. Введение

Развитие исторического города на сегодняшний день нереально без освоения подземного пространства. Нужны под-

земные транспортные развязки, парковки, подземные объекты инфраструктуры. Все, что искажает восприятие исторического облика города, должно быть спрятано под землю. Эта задача является самой сложной в геотехнике: необходимо не только

спроектировать и построить подземное сооружение с надлежащим уровнем надежности, но и обеспечить сохранность окружающей исторической застройки [1].

Целью научно-исследовательской работы является формирование программы испытаний на разгрузку. Для достижения данной цели необходимо провести ряд лабораторных испытаний на компрессионном и трехосном приборах, учитывая разную величину вертикального напряжения.

2. Методы

2.1 Компрессионное сжатие

Испытания методом **компрессионного сжатия** проводят в компрессионных приборах (одеметрах), исключающих возможность бокового расширения образца при его нагружении вертикальной нагрузкой.

Метод компрессионного сжатия включает в себя компрессионные и консолидационные испытания грунтов [2].

2.2 Трехосное сжатие

Испытания методом **трехосного сжатия** в условиях осесимметричного нагружения проводят для определения характеристик прочности и деформируемости дисперсных грунтов.

Конкретный состав определяемых характеристик указывается в задании.

Указанные характеристики определяют по результатам испытаний образцов в камерах установки трехосного сжатия (стабилометра) типа А, обеспечивающих возможность бокового расширения образца грунта в условиях трехосного осесимметричного статического нагружения при:

$$s_1 \geq s_2 = s_3,$$

где s_1 — наибольшее главное напряжение (вертикальное);

s_2, s_3 — наименьшее и промежуточные главные напряжения (горизонтальные). Принципиальная схема камеры стабилометра типа А приведена на рисунке 1.

Испытания проводят путем увеличения вертикального полного напряжения вплоть до разрушения образца при фиксированном значении горизонтального полного напряжения.

Испытания проводят по неконсолидированно-недренированной (НН), консолидированно-недренированной (КН) и консолидированно-дренированной (КД) схемам [3]. Ступени вертикального давления на образец грунта представлены в таблице 1.

3. Анализ литературы

1. «Анализ параметров модели слабого грунта для котлованов под фундамент на основе скоростей сдвига в бухте Шэньчжэнь, Китай» [4].

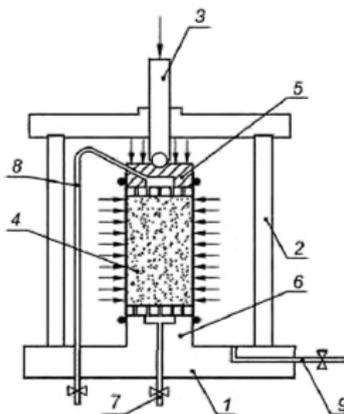


Рис. 1. Принципиальная схема камеры стабилометра: 1 — основание камеры; 2 — корпус камеры; 3 — шток;

4 — образец грунта в оболочке; 5 — верхний штамп; 6 — нижний штамп;

7,8 — магистрали системы дренажа, измерения перового давления и противодействия; 9 — магистраль давления в камере

Таблица 1. Ступени вертикального давления на образец грунта

| Грунты | Ступень вертикального напряжения на образец грунта в% от среднего эффективного напряжения консолидации при номерах ступеней | | |
|---|---|-------|-------------|
| | 1-я | 2–6-я | 7-я и далее |
| Пески | 30 | 30 | 15 |
| Супеси | 10 | 20 | 10 |
| Суглики с $I_L \leq 0,5$ | 10 | 20 | 10 |
| Суглики с $I_L > 0,5$ | 8 | 15 | 8 |
| Глины с $I_L \leq 0,5$ | 6 | 15 | 6 |
| Глины с $I_L > 0,5$ | 5 | 10 | 5 |
| Органоминеральные и органические грунты | 5 | 10 | 5 |

TABLE 3: Physical parameters of soil samples.

| Soil samples | Depth (m) | Water content (%) | Density (g·cm ⁻³) | Specific gravity | Void ratio |
|--------------|-----------|-------------------|-------------------------------|------------------|------------|
| T1 | 2.2~3.4 | 48.3 | 1.67 | 2.70 | 1.40 |
| T2 | 4.0~5.5 | 47.5 | 1.74 | 2.71 | 1.31 |
| T3 | 6.5~7.8 | 48.4 | 1.64 | 2.69 | 1.42 |

TABLE 4: Analytical results of partial parameters based on different shear rates in CU tests.

| Soil sample | Shear rates (mm/min) | q_f (kPa) | $0.5q_f$ (kPa) | q_a (kPa) | E_{50}^{ref} (MPa) | R_f |
|-------------|----------------------|-------------|----------------|-------------|----------------------|-------|
| T1 | 0.05 | 59.5 | 29.8 | 61.7 | 5.61 | 0.96 |
| | 0.15 | 107.8 | 54.0 | 113.6 | 7.40 | 0.95 |

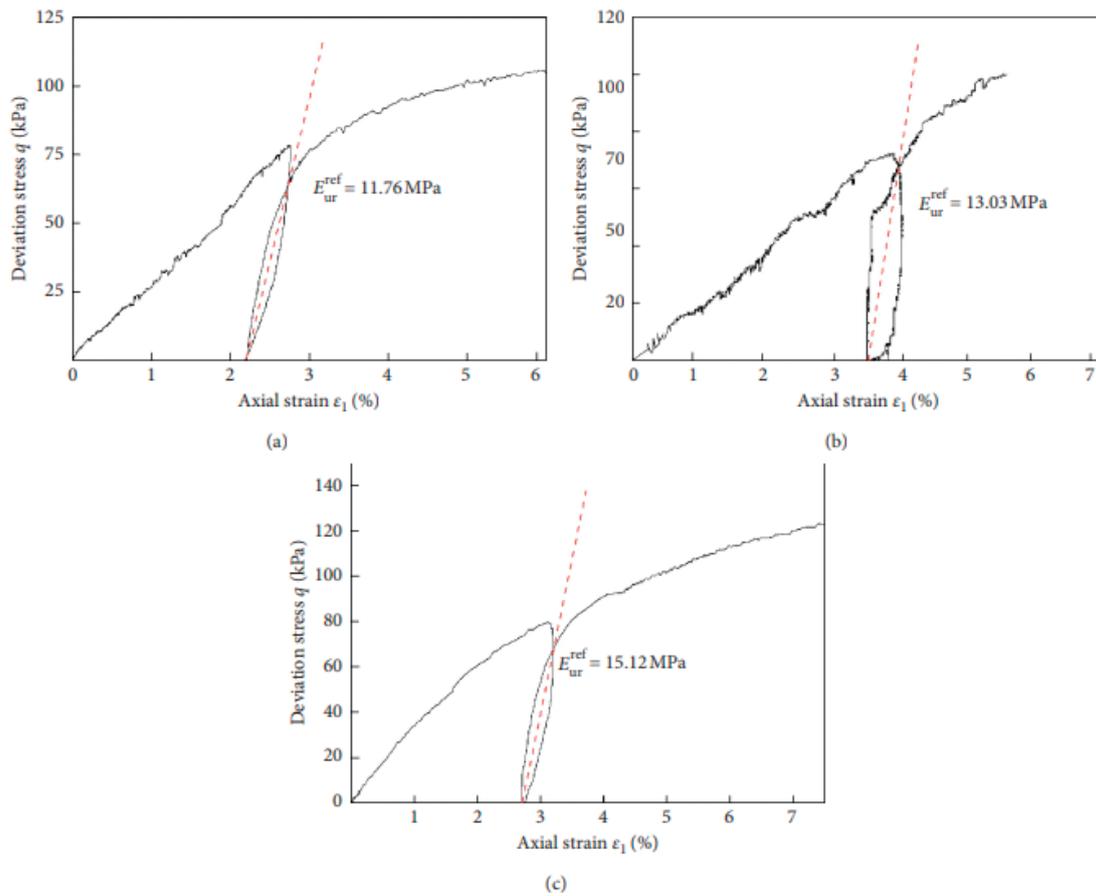


FIGURE 11: $\epsilon \sim q$ curves under loading-unloading-reloading under CD tests. (a) T1. (b) T2.

TABLE 5: Relationship of stiffness parameters of soil samples.

| Soil sample | E_{s1-2} (MPa) | E_{oed}^{ref} (MPa) | E_{50}^{ref} (MPa) | E_{ur}^{ref} (MPa) | Relationship of stiffness parameters |
|-------------|------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|---|
| T1 | 2.26 | 1.99 | 1.71 | 11.76 | $E_{oed}^{ref} = 0.88E_{s1-2}$ $E_{50}^{ref} = 0.76E_{s1-2}$ $E_{ur}^{ref} = 5.20E_{s1-2}$ |
| T2 | 2.34 | 2.09 | 1.86 | 13.03 | $E_{oed}^{ref} = 0.89E_{s1-2}$ $E_{50}^{ref} = 0.79E_{s1-2}$ $E_{ur}^{ref} = 5.57E_{s1-2}$ |
| T3 | 2.16 | 2.06 | 2.08 | 15.12 | $E_{oed}^{ref} = 0.95E_{s1-2}$ $E_{50}^{ref} = 0.96E_{s1-2}$ $E_{ur}^{ref} = 7.00E_{s1-2}$ |

Рис. 2. Результаты исследования

В этой статье соответствующие параметры модели HS в бухте Шэньчжэнь в Китае были изучены с помощью компрессионных испытаний на консолидацию и испытаний на трехосный сдвиг. Были систематически изучены аналитические ме-

тоды секущего модуля деформации (E_{50}^{ref}) и коэффициента разрушения (R_f) слабого грунта, проанализировано влияние скоростей сдвига на E_{50}^{ref} и R_f , и установлена взаимосвязь между параметрами жесткости и одометрическим модулем (E_o -

edref) слабого грунта. Результаты показали, что секущий модуль деформации (E50ref) и коэффициент разрушения (Rf) слабого грунта, полученные различными аналитическими методами, были совершенно разными, и ошибки секущего модуля деформации (E50ref) и коэффициента разрушения (Rf) слабого грунта, полученные по кривым напряжения-деформации, были наименьшими, а стабильность была наилучшей; в то же время, с увеличением скоростей сдвига, пиковое девиаторное напряжение и (E50ref) увеличились, но коэффициент разрушения Rf не сильно изменился. Результаты исследования могли бы послужить основой для анализа параметров слабого грунта для модели HS при численном анализе и аналогичных условиях работы котлованов. Они показаны на рисунке 2.

2. «Механические свойства слабого грунта с учетом влияния траекторий напряжений разгрузки» [5].

В данной статье в качестве объекта исследования взят слабый грунт в Шэньчжэне, Китай, и проведена серия испытаний на консолидированно-недренированной схеме при разгрузке. Сначала проводится консолидация K0, затем проводятся испытания на разгрузку с различными коэффициентами разгрузки

для имитации различных траекторий напряжений при разгрузке (рис. 3). Результаты испытаний показывают, что характеристики деформации слабого грунта тесно связаны с траекторией напряжений и коэффициентом разгрузки. При различных коэффициентах разгрузки слабый грунт будет подвергаться деформации сжатия или отскока. В условиях разгрузки кривая напряжения-деформации отклонителя удовлетворяет гиперболической функции и может быть нормализована с учетом среднего давления, ограничивающего уплотнение. С увеличением коэффициента разгрузки начальный модуль касательной сначала уменьшается, а затем увеличивается, сцепление уменьшается, а угол внутреннего трения существенно не изменяется. механические параметры загрузки не подходят для численного расчета при проектировании разгрузки. В этой статье рассматриваются дополнительные пути разгрузки, такие как UU1.0 и UU0.5. Результаты исследования обеспечивают теоретическую основу для расчета численного анализа грунтового массива на разных глубинах в карьерах с богатым слабым грунтом.

3. «Компрессионные испытания грунта как способ определения параметров модели Hardening Soil» [6].

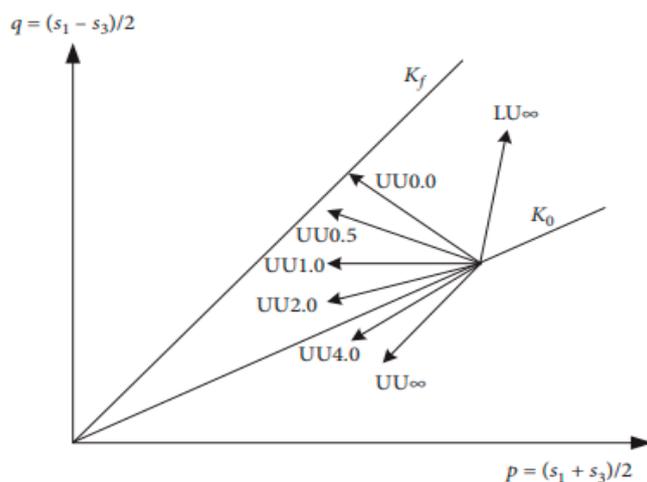


Рис. 3. Траектории напряжений при разгрузке

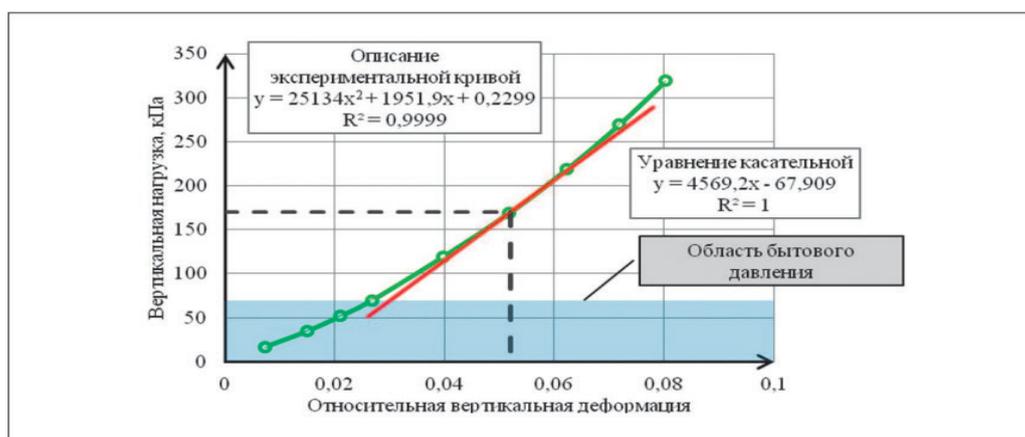


Рис. 4. Определение параметра одометрического модуля для модели грунта Hardening Soil по результатам компрессионного испытания

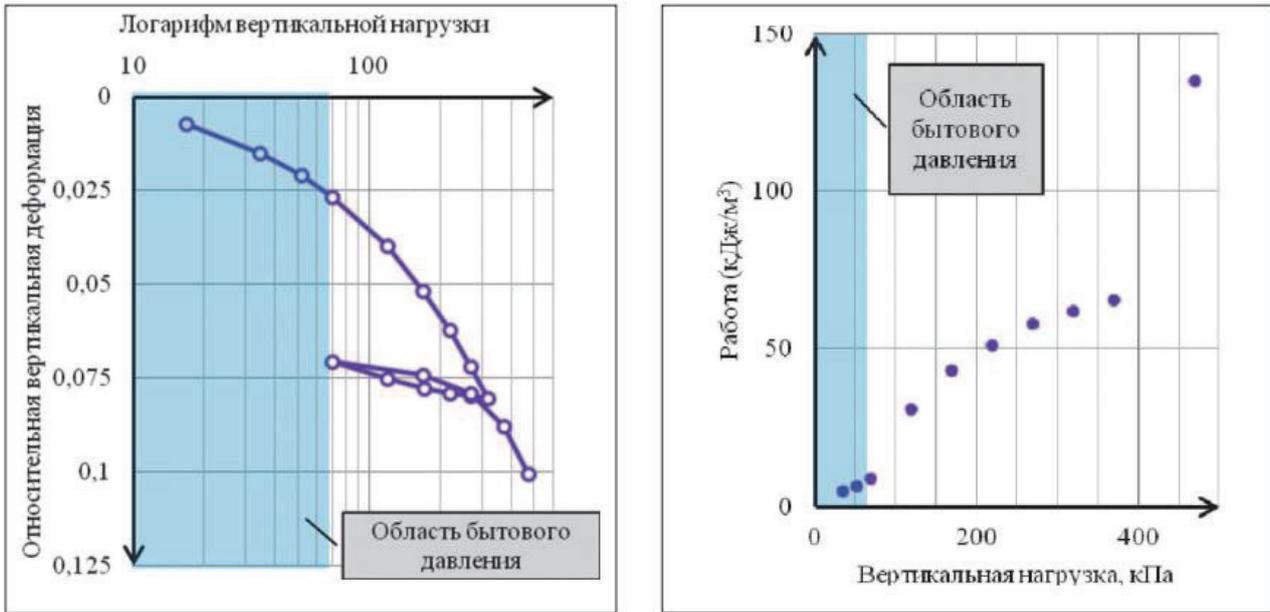


Рис. 5. Определение давления предварительного уплотнения методами Казагранде и энергии деформации

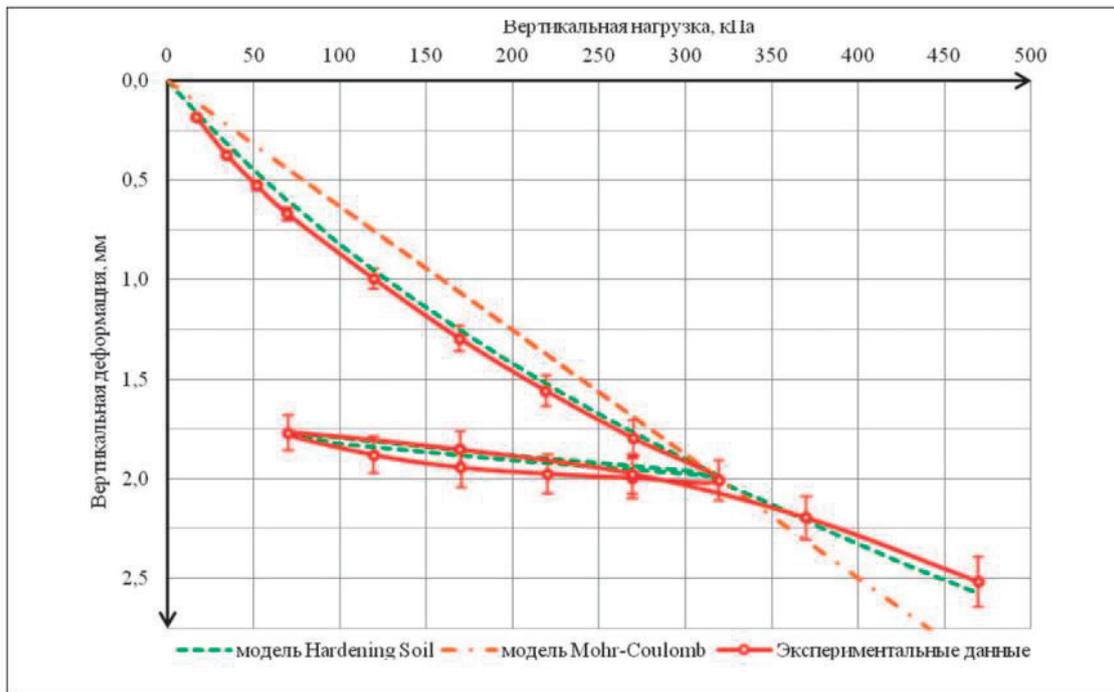


Рис. 6. Калибровка параметров моделей грунта Hardening Soil и Mohr-Coulomb

В работе рассматривается процесс определения деформационных параметров модели Hardening Soil на основе имитации расширенных компрессионных испытаний грунта численным методом. Установлено, что назначение параметров модели без их последующей калибровки недостоверно описывает реальную работу грунта при проведении численного моделирования.

4. «Расчет касательного модуля упругости грунтов при различных траекториях напряжений» [7].

Во время выемки котлована грунты разных участков могут проходить по разным путям разгрузки. Это исследование фокусируется на E_{oed} грунта при различных траекториях напря-

жений и обеспечивает теоретическую основу для расчета деформации грунта. В этой статье были проведены обычные испытания на трехосное сжатие и испытание на разгрузку при уплотнении К0 с илистым грунтом и илистой глиной для получения деформационных характеристик грунтов при различных траекториях напряжений. Результаты эксперимента показывают, что образцы почвы демонстрируют различные характеристики напряженно-деформированного состояния при различных траекториях напряжений, но все они демонстрируют нелинейность. Начальный одометрический модуль E_{oed} увеличивается по мере усиления давления, ограничивающего уплот-

нение. Затем, основываясь на данных испытаний, была проверена зависимость степенной функции между начальным E_{oed} и ограничивающим давлением при разгрузке. Одновременно была предложена и доказана функция гиперболы для выражения соотношения напряжений и деформаций грунтов в условиях уплотнения K_0 . Наконец, были установлены формулы E_{oed} при охлаждении и разгрузке K_0 , относящиеся к получению этого модуля в модели Дункана-Чанга. Результаты теоретических расчетов хорошо согласуются с результатами испытаний. Это может расширить использование модели Дункана-Чанга и улучшить ее применение в инженерной практике.

4. Рабочая гипотеза. Предлагаемая программа испытания

Я считаю, что величина q_B — вертикальное напряжение в точке В, соответствующее пересечению ветвей разгрузки

и повторной нагрузки, значение которой на 60% больше бытового вертикального давления (как прописано в ГОСТ), может быть не универсальным значением и привести к разрушению грунта раньше времени. [8].

Для оценки необходимо провести ряд лабораторных испытаний на компрессионном и трехосном приборах, учитывая разную величину вертикального напряжения.

При изотропной консолидации девиатор в начале опыта отсутствует, и $q_{zg} = 0$. Вторая точка диапазона q_B на 60% больше бытового вертикального давления (Рис. 7); данная величина принята для удобства сопоставления испытаний с кинематическим и ступенчатым приложением нагрузки. Разгрузка выполняется до величины девиатора 10кПа (или вычисляют по сумме двух первых ступеней вертикального напряжения, определяемых по таблице 2 [2]), чтобы при использовании более распространенной камеры типа А сохранялся контакт штока и штампа. При

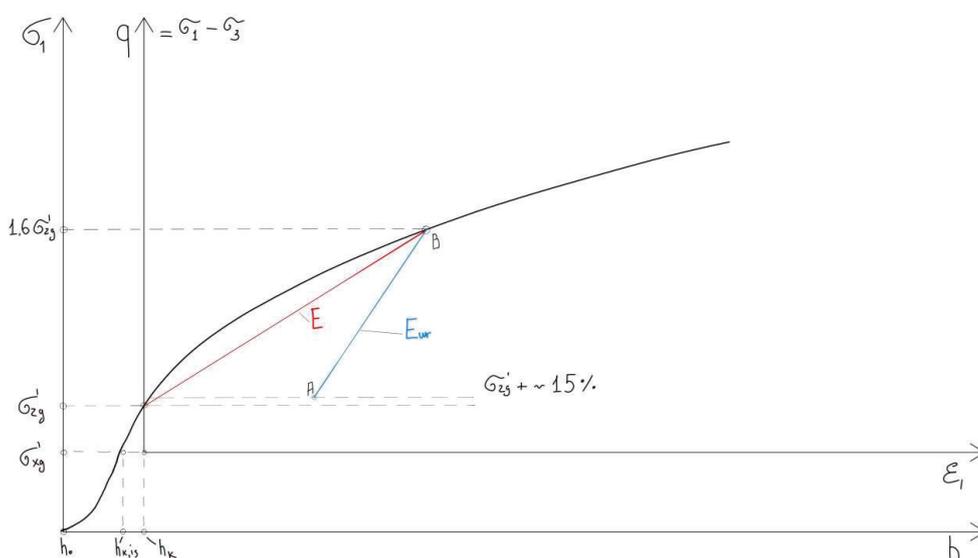


Рис. 7. Образование модуля деформации E и модуля разгрузки E_{ur} на схеме

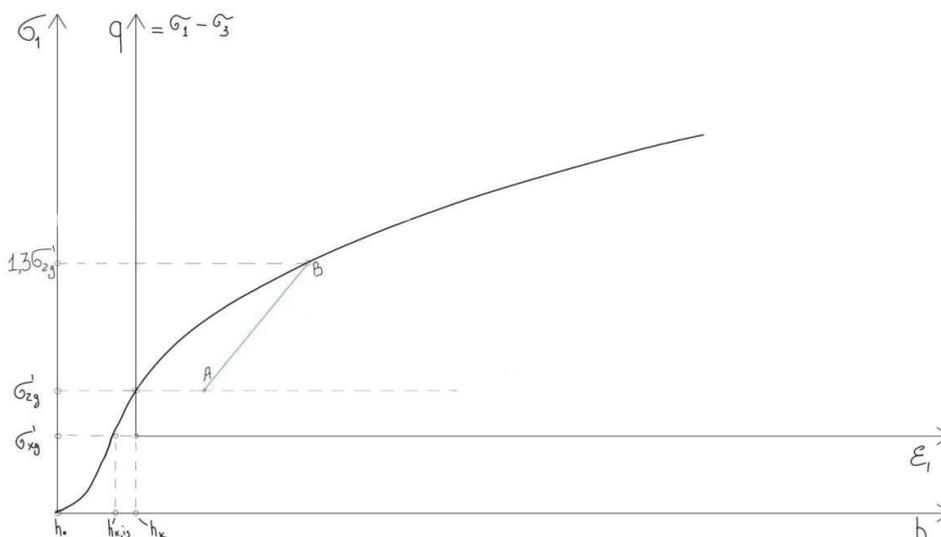


Рис. 8. Изменение граничных показателей для разгрузки

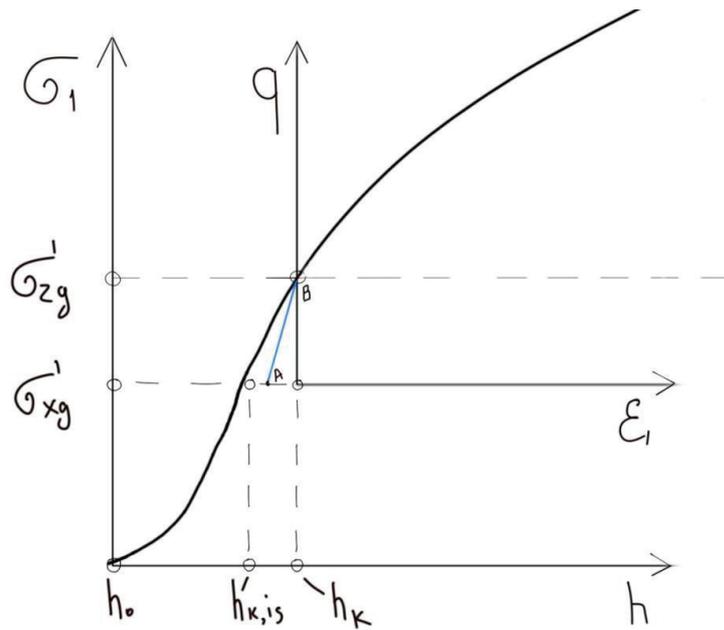


Рис. 9. Разгрузка на этапе завершения анизотропной консолидации

анизотропной консолидации девиатор в начале опыта не равен 0, но диапазон определения модуля все равно на 60% больше бытового вертикального давления. Разгрузка в этом случае выполняется до величины девиатора также 10 кПа, то есть уходит ниже точки бытового напряженного состояния.

Модуль разгрузки и повторного нагружения E_{ur} определяется аналогично, но на ветви разгрузки. Экспериментальным методом мы можем проследить, как будет реагировать грунт при изменении граничных показателей для разгрузки. Например, для точки В, взять не на 60% больше бытового вертикального давления, как прописано в ГОСТ, а на 30%, а еще уменьшить и значение точки А до 0 (Рис. 8). Так же можно

рассмотреть поведение грунта при разгрузке на этапе анизотропной консолидации (Рис. 9)

5. Вывод

Из произведенного анализа существующих методов лабораторных испытаний грунтов на разгрузку можно сделать вывод, что, до настоящего времени вопросам расчета осадок с учетом их разгрузки и последующих повторных нагружений уделялось недостаточно внимания и в рамках научной работы необходимо формирование программы испытаний на разгрузку.

Литература:

1. Коптилова А.С. Особенности строительства в условиях плотной городской застройки // Молодой ученый.— 2017.— № 49.— С. 59–61.— URL <https://moluch.ru/archive/183/46924/> (дата обращения: 14.11.2022).
2. ГОСТ 1248.4–2020
3. ГОСТ 1248.3–2020
4. «Parameter Analysis on Hardening Soil Model of Soft Soil for Foundation Pits Based on Shear Rates in Shenzhen Bay, China»
5. «Mechanical Properties of Soft Soil considering the Influence of Unloading Stress Paths»
6. «Компрессионные испытания грунта как способ определения параметров модели Hardening Soil»
7. «Calculation of Tangent Modulus of Soils under Different Stress Paths». Hua Huang, Min Huang, and Jiangshu Ding
8. Определение модулей деформации при трехосном сжатии. URL: <https://geoinfo.ru/product/mirnyj-anatolij-yurevich/opredelenie-modulej-deformacii-pri-trekhosnom-szhatii-42897.shtml> (дата обращения: 15.11.2022).

Правовой аспект становления таможенного контроля заделяющимися и радиоактивными материалами

Никишин Дмитрий Николаевич, студент;

Панышева Лариса Геннадьевна, студент

Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (г. Москва)

В статье представлен анализ развития таможенного контроля заделяющимися и радиоактивными материалами (далее — ТКДРМ). Дана оценка неоднозначных тенденций по различным этапам развития ТКДРМ в Российской Федерации и уровням контроля радиоактивных материалов. В результате исследования сделан вывод, что ТКДРМ развивается неоптимально в связи с отсутствием актуального законодательства и ряда организационных проблем.

Ключевые слова: радиационный контроль, технологии таможенного контроля, технические средства таможенного контроля, радиоактивные материалы.

Современное устройство мира, его политическая, экономическая и социальная ситуация требуют того, что создание системы защиты от ядерного и радиологических угроз необходимо и актуально. В современных реалиях именно таможенный контроль является одним из важнейших инструментов противодействия незаконной транспортировке и перемещения через границы радиоактивных материалов. Для Российской Федерации проблема радиационного контроля за радиоактивными материалами важна не только экономическим аспектом, но и историческим, технологическим и географическим. Именно на территориях бывшего СССР было многократно испытано ядерное оружие и построены множественные атомные электростанции. Также у границ России находятся две атомных энергетических электростанции, которых находятся в аварийном состоянии: это Чернобыльская АЭС на Украине и «Фукусима-1» в Японии на Дальнем Востоке, и связанный с этим огромный объем импорта в российское Приморье японских товаров и автомобилей, в том числе и зараженных из префектуры «Фукусима».

Важно сказать, что защита жизни и здоровья человека — это прямая компетенция таможенных органов. В нее также входят защита окружающей среды, растительного и животного мира. В таком механизме таможенным органам России выпала важная роль контролировать радиационную безопасность страны, проверяя каждый прибывающий в Российскую Федерацию груз, а также убывающий из нее.

Излучающие радиоактивные элементы материалы уже сами по себе являются составными элементами группы товаров с высоким риском. Эта причина одна из основных, почему перемещение радиоактивных товаров и делаящихся материалов вызывает строгий контроль и проверку за оформлением и транспортировкой таких грузов. Еще одна весомая причина такого пристального внимания — это то, что радиационный контроль — самый главный барьер к распространению атомного и ядерного оружия, а также оружия массового поражения и товаров, способных причинить вред окружающей среде наличием в себе радиации и людям в силу превышения своего естественного радиационного фона.

В последнее время увеличилось количество частных, не связанных с государством структур, которые заняты в сфере перемещения радиоактивных материалов, и также, ведущих свою экономическую деятельность в сфере, связанной с радиоактивными элементами и радиацией в целом.

Именно возросшее количество участников и стало катализатором и способствовало росту незаконного роста радиоактивных товаров, а также подготовило почву для снижения качества заделяющимися и радиоактивными материалами, а еще хищений и сокрытий. Еще одним фактором стало возрастание стоимости в результате недостоверного декларирования.

Сложность работы в сфере таможенного контроля заделяющимися и радиоактивными материалам состоит в противоречии между недостаточной эффективностью такого вида контроля и необходимостью его повышения, а также технически, технологически и морально устаревших нормативно-правовых актов в области ТКДРМ, которые перемещаются через границы России.

Подойти к вопросу изучения ситуации с ТКДРМ в России необходимо с исторических аспектов. Новейший этап истории развития и существования таможенного контроля за ДРМ берет свое начало в конце прошлого столетия, в 1995 году. В самом начале до 1995 года ТК за ДРМ был в ведении и компетенции Главного командования Погранвойск РФ, а позднее Федеральной Пограничной Службой России. В сентябре 1994 года после издания указа № 1923 Президента Российской Федерации «О первоочередных мерах по совершенствованию системы учета и сохранности ядерных материалов» [7]. Президентом РФ Борисом Николаевичем Ельциным эта функция перешла к Государственному таможенному комитету Российской Федерации. В 1995 году для организации обеспечения радиационной безопасности Российской Федерации была создана служба таможенного контроля заделяющимися и радиоактивными материалами.

С 1995 года российские таможенные органы начали активное осуществление новой для себя функции — таможенный контроль делаящихся и радиоактивных материалов, перемещаемых через таможенную границу России.

Внести новые технологии таможенного за ДРМ в практику работу таможенных органов позволил комплекс специальных технических средств, который был создан в России по заказу для Государственного Таможенного Комитета.

Применение нового созданного комплекса спецсредств позволило реализовать проведение досмотра, заявленных в таможенных декларациях, веществ с присутствующим уровнем радиации, а также пресечь незаконное перемещение такого рода товаров в багаже, товарах и на транспорте.

Эффективность контроля за радиационными товарами, транспортными средствами и веществами удалось повысить более в чем 50 раз в ближайшие десять лет, в период с 1995 по 2004 годы, за счет применения специальных мер контроля и использования современных технических средств радиационного контроля. Например, в 1995 году при отсутствии эффективных и актуальных ТС ТК за радиоактивными элементами на постах выявили всего четыре факта перемещения через границу товаров и транспортных средств с высоким уровнем радиационного загрязнения. Спустя десять лет статистика по такому показателю будет в районе 200 случаев.

В настоящее время, на современном этапе развития Российской Федерации, существует специальный закон 09.01.1996 № 3-ФЗ (ред. от 11.06.2021) «О радиационной безопасности населения» [3]. Цель создания данного Федерального закона — обеспечение радиационной безопасности в Российской Федерации и закрепление соответствующего определения «радиационной безопасности». Определение объясняет радиационную безопасность как состояние защищенности настоящего и будущего поколений людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения».

Государственный надзор в области обеспечения радиационной безопасности возлагается на уполномоченные федеральные органы исполнительной власти при осуществлении ими федерального государственного надзора в области использования атомной энергии, а также федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

В сфере таможенного контроля за делящимися и радиационными материалами, перемещаемыми через государственную границу Российской Федерации участниками внешнеэкономической деятельности технология ТКДРМ предусматривает проверку представленных документов, необходимых для перемещения такого рода товаров на данном этапе контроля. А также сопоставления заявленных сведений фактическим при помощи применения ТС ТК.

Также важно учесть, что в практике реализации ТК за ДРМ встречаются случаи, когда и отдельные физические лица имеют высокий уровень содержания дозы гамма-излучения. Как правило, такие случаи — это физические лица, прошедшие или проходящие лечение радиофармпрепаратами.

С целью организации, повышения качества и эффективности технологии таможенного контроля за ДРМ у российских органов таможни имеется в наличие комплекс технических средств радиационного контроля. Это поисковый микропроцессорный дозиметр, спектрометрический комплекс с полупроводниковым детектором, стационарная таможенная система обнаружения ДРМ «Янтарь» и др. Например, сейчас система «Янтарь» присутствует практически на всех таможенных пунктах пропуска и используется для обнаружения незаконного перемещения делящихся и радиоактивных материалов в грузах, багаже, ручной клади и транспортных средствах (автомобильных, железнодорожных, и др.). В случае обнаружения высокого уровня ионизирующего излучения система предупредит сотрудников таможенных органов о наличии радиоактивных гамма-частиц путем звуковой и световой сигнализации, а также передачей информации на носители.

В соответствии с нормативно-правовой базой технология ввоза и/или вывоза на территорию России товаров с повышенным уровнем ионизирующего излучения, помимо Федерального закона «О радиационной безопасности населения» от 09.01.1996 № 3-ФЗ также определена в:

— ТК ЕАЭС [1];

— Федеральный закон от 03.08.2018 № 289-ФЗ «О таможенном регулировании в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [6];

— Федеральный закон от 11.07.2011 № 190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [5];

— Федеральный закон от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [4].

Положения о порядке проведения таможенного контроля, в основном, закреплены в главе 45 ТК ЕАЭС, который ссылается на основные законодательные акты государств-членов Союза, конкретно в России — в 42 главе Федерального Закона № 289-ФЗ.

Несмотря на то, что в России на сегодняшний день главный орган, занимающийся таможенным делом — Федеральная таможенная служба Российской Федерации, существуют различные акты Государственного таможенного комитета Российской Федерации, которые регламентируют таможенную деятельность и являются не утратившими силу и по сей день. Одним из таких актов является Приказ ГТК России от 4 февраля 2004 г. N154 [8], который предписывает инструкции о действиях должностных лиц таможенных органов, осуществляющих ТКДРМ. На основании Таможенного кодекса Российской Федерации данный приказ определяет порядок действий должностных лиц таможенных органов при проведении таможенного контроля делящихся и радиоактивных материалов, а также товаров и транспортных средств с повышенным относительно естественного радиационного фона уровнем ионизирующего излучения.

Одно из основных правил при проведении таможенными органами таможенного контроля за радиоактивными материалами и элементами с высоким уровнем ионизирующего излучения — отсутствие возможности работы с источниками такого излучения должностных лиц таможенных органов, не имеющих допуска к таким работам. Возможность работы, согласно данному закону, предусматривает проведение таможенного осмотра или таможенного досмотра ДРМ, а также товаров и транспорта при высоком уровне радиационного загрязнения.

Также в данном Приказе основным критерием отнесения объекта на проверку, будь то транспортное средство, упаковка с товарами, багаж и т.п.) к имеющим повышенный уровень радиационного излучения является постоянное и технически верное срабатывание ТС ТКДРМ, которое было подтверждено при еще одном замере.

Выделяя проблемы ТКДРМ, стоит начать с основной из них. Основная проблема — это отсутствие закрепления понятия и технологии радиационного контроля в основных источниках таможенного права в Российской Федерации — Таможенном кодексе Евразийского экономического союза и Федеральном законе от 03.08.2018 «О таможенном регулировании в Россий-

ской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации № 289-ФЗ».

Во-первых, данная проблема говорит о недостаточной унификации и регламентации правил у государств-членов ЕАЭС, что влечет отсутствие понимания у участников ВЭД понимания о характере и технологии таможенного контроля за делимыми и радиоактивными материалами. Это может зачастую приводить к последствиям в виде административных и уголовных правонарушений.

Также положения о применении ТК в области ДРМ изложены и закреплены в относительно старых нормативно-правовых актах. Так, например, дата утверждения Приказа ГТК России № 154–4 февраля 2004 года [8]. Однако Приказ все еще является действующим и сохраняет свою силу. Более современные, в свою очередь, инструкции по применению ТК делимых и радиоактивных материалов основаны именно на нем.

В Приказе содержится уже недействительная устаревшая информация. К примеру, таможенное наблюдение, которое является мерой, обеспечивающей проведение таможенного контроля, в соответствии со ст. 349 ТК ЕАЭС, в Приказе № 154 указано в качестве формы таможенного контроля, ссылаясь на прекративший действие Таможенный кодекс Российской Федерации и статью 370 ТК РФ. [2, ст. 370].

Также в Приказе говорится не о таможенной границе ЕАЭС, а о таможенной границе Российской Федерации.

Некоторые органы, на которые возлагаются полномочия по обеспечению радиационной безопасности, были расформированы, а выполнение их было передано другим органам исполнительной власти. Например, во втором абзаце второго пункта говорится об «обучении должностных лиц таможенных органов по программам ГТК России и Госатомнадзора». Однако ни од-

ного органа сейчас не действует. Функции ГТК выполняет ФТС России, а полномочия Госатомнадзора — Ростехнадзор.

В Главе III говорится о таможенном режиме таможенного транзита. Однако таможенные режимы из подраздела II главы II ТК РФ ушли с введением в силу ТК ТС, который также уже не действует, как и его предшественник.

Такая устаревшая информация приводит к непониманию у участников ВЭД, осуществляющих деятельность в сфере перемещения радиоактивных материалов, и, как следствие, к правонарушениям. Количество правонарушений, а также количество возбужденных уголовных дел по перемещению через таможенную границу радиоактивных элементов и объектов с высоким ионизирующим излучением представлено в таблицах 1 и 2.

Отметим, что в отношении трех случаев проводится доследственная проверка по статье 226.1 УК РФ. [11]

В 2022 году в согласованном взаимодействии с органами Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека в 12 случаях принималось решение о запрете перемещения радиационно-опасных объектов через таможенную границу Евразийского Экономического Союза, в то время как в 2021 году эта цифра была равна 12, в 2020–42 случая, в 2019 году — 70, в 2018–45. [12]

Так, на примере статистики о возбужденных уголовных делах и делах об административных правонарушениях видно, что их количество не только остается достаточно высоким, но и возрастает. В первую очередь это связано с более тщательным подходом к контролю за ДРМ, а также с улучшением и модификацией технических средств таможенного контроля. Статистика дел об АП а также результативность работы подразделений ТКДРМ представлена в таблице 3.

Таблица 1. Количество возбужденных таможенными органами уголовных дел по статье 226.1 УК РФ (контрабанда сильнодействующих, ядовитых, взрывчатых, радиоактивных веществ, стратегически важных товаров и ресурсов, культурных ценностей, огнестрельного оружия, боеприпасов, иного вооружения, иной военной техники, особо ценных диких животных и водных биологических ресурсов) [9] [10] [11]

| Год | Количество возбужденных УД |
|------|----------------------------|
| 2017 | 661 |
| 2018 | 586 |
| 2019 | 679 |
| 2020 | 832 |
| 2021 | 742 |
| 2022 | 704 |

Таблица 2. Случаи выявления объектов с повышенным уровнем ионизирующих излучений, приостановления таможенных операций и возбуждения уголовных дел и дел об АП [9]

| Год | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|--|------|------|------|------|
| Совершение таможенных операций было приостановлено по причине наличия признаков нарушения законодательства в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения. | 242 | 122 | 313 | 213 |
| Возбуждено уголовных дел | 2 | 4 | 10 | 0 |
| Возбуждено дел об АП | 0 | 2 | 4 | 10 |

Таблица 3. Сравнение результатов деятельности подразделений таможенного контроля делящихся и радиоактивных материалов за 2019–2021 год [10]

| Год | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Выявление объектов с повышенным уровнем ионизирующих излучений. | 129000 | 101000 | 85000 | 69000 |
| Осуществлена безаварийная эксплуатация генерирующих источников ионизирующего излучения. | 1300 | 1300 | 1300 | 1300 |
| Осуществлена безаварийная эксплуатация закрытых радионуклидного источника. | 887 | 879 | 771 | 745 |
| Осуществлен индивидуальный дозиметрический контроль должностных лиц таможенных органов (персонал группы А, должностные лица, допущенные к работам с источниками ионизирующего излучения) | Более 4600 человек | Более 4200 человек | Более 4200 человек | Более 4600 человек |

Также важно отметить, что ФТС России организует проверочные мероприятия по радиационному контролю в рамках взаимодействия и помощи Пограничной службе ФСБ России и правоохранительным органам на границах ЛНР, ДНР, а также Херсонской и Запорожской областей Российской Федерации. ТКДРМ осуществляется также с применением стационарной и переносной аппаратуры радиационного контроля. В 2022 году на границах этих областей и Республик РФ было выявлено 426 случаев превышения допустимого уровня ионизирующего излучения. [9]

Резюмируя вышесказанное, важно отметить, что главной проблемой в сфере контроля за ДРМ есть и остаются документы

с устаревшими, неактуальными сведениями. А учитывая факт того, что радиационная безопасность — одно из основных направлений деятельности и политики любого государства, такие правонарушения влекут за собой очень опасные последствия, а неактуальная нормативная база лишь увеличивает возможность и подготавливает почву для таких правонарушений, ведь лица, перевозимые такие радиоактивные товары могут даже не знать о том, что они совершают правонарушения, основываясь на устаревших фактах. Однако возрастающее количество выявленных правонарушений свидетельствует о том, что опасные, радиоактивные транспортные средства, грузы и товары не попали на территорию ЕАЭС.

Литература:

1. Таможенный кодекс Евразийского экономического союза» (приложение N1 к Договору о Таможенном кодексе Евразийского экономического союза)
2. Кодекс Российской Федерации от 28.05.2003 г. № 61-ФЗ «Таможенный кодекс Российской Федерации» // Собрание законодательства № 22, 2003 г., ст. 2066
3. Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения» // Собрание законодательства № 3, 1996 г., ст. 141
4. Федеральный закон от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» // Собрание законодательства № 14, 1999 г., ст. 1650
5. Федеральный закон от 11.07.2011 № 190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // Собрание законодательства № 29, 2011 г., ст. 4281
6. Федеральный закон от 03.08.2018 № 289-ФЗ «О таможенном регулировании в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // Собрание законодательства № 32, 2018 г., ст. 5082
7. Указ Президента РФ от 15.09.1994 № 1923 «О первоочередных мерах по совершенствованию системы учета и сохранности ядерных материалов» // «Собрание законодательства РФ» № 48, 2000 г., ст. 4678
8. Приказ ГТК РФ от 04.02.2004 № 154 (ред. от 09.09.2005) «Об утверждении Инструкции о действиях должностных лиц таможенных органов, осуществляющих таможенный контроль делящихся и радиоактивных материалов»
9. Ежегодный сборник «Таможенная служба Российской Федерации» // Таможенная служба Российской Федерации в 2022 году. [Электронный ресурс]. URL: <https://customs.gov.ru/activity/results/ezhegodnyj-sbornik-tamozhennaya-sluzhba-rossijskoj-federaczii> (Дата обращения: 04.04.2023)
10. Ежегодный сборник «Таможенная служба Российской Федерации» // Таможенная служба Российской Федерации в 2021 году. [Электронный ресурс]. URL: <https://customs.gov.ru/activity/results/ezhegodnyj-sbornik-tamozhennaya-sluzhba-rossijskoj-federaczii> (Дата обращения: 03.04.2023)
11. Ежегодный сборник «Таможенная служба Российской Федерации» // Таможенная служба Российской Федерации в 2020 году. [Электронный ресурс]. URL: <https://customs.gov.ru/activity/results/ezhegodnyj-sbornik-tamozhennaya-sluzhba-rossijskoj-federaczii> (Дата обращения: 17.03.2023)

12. Ежегодный сборник «Таможенная служба Российской Федерации» // Таможенная служба Российской Федерации в 2019 году. [Электронный ресурс]. URL: <https://customs.gov.ru/activity/results/ezhegodnyj-sbornik-tamozhennaya-sluzhba-rossijskoj-federaczii> (Дата обращения: 17.03.2023)
13. Ежегодный сборник «Таможенная служба Российской Федерации» // Таможенная служба Российской Федерации в 2018 году. [Электронный ресурс]. URL: <https://customs.gov.ru/activity/results/ezhegodnyj-sbornik-tamozhennaya-sluzhba-rossijskoj-federaczii> (Дата обращения: 17.03.2023)

Разработка программы геодезического мониторинга за деформационным состоянием канатно-кресельной дороги

Олексюк Наталья Игоревна, студент магистратуры;

Байгурин Жаксыбек Джакупбекович, доктор технических наук, профессор

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Satbayev University) (г. Алматы, Казахстан)

В статье рассматривается вопрос по составлению проекта геодезического мониторинга линейных опор канатно-кресельной дороги, проводится анализ материалов инженерно-геологических изысканий и нормативно-технической документации, определяются факторы возникновения деформаций, цели проведения мониторинга, контролируемые параметры деформаций, точность измерений, методы и средства наблюдений, предельные значения параметров деформаций, периодичность циклов наблюдений, проводится оценка точности измерений.

Ключевые слова: геодезический мониторинг, деформации, канатная дорога, программа наблюдений.

Целью данной работы является составление проекта наблюдений за развитием негативных процессов на исследуемом объекте, которым является пассажирская канатно-кресельная дорога на территории горного курорта Oi-Qaragai.

Актуальность темы исследования продиктована рядом следующих особенностей:

1. Проявление в районе проведения исследовательских работ сейсмической активности, селевых и оползневых явлений, склоновой эрозии.
2. Круглогодичная эксплуатация объекта, повышенные требования к безопасности пассажироперевозок и неравномерность пассажирского потока приводят к необходимости контроля за деформационным и техническим состоянием исследуемого объекта.
3. Отсутствие в нормативной литературе указаний по методике разработки проекта геодезического контроля за деформационным состоянием сооружений.

Геодезический мониторинг заключается в исследовании кинематических составляющих деформационных процессов путем проведения комплекса систематических наблюдений за конструктивными элементами сооружения в пространстве и времени в соответствии с программой мониторинга.

На рисунке 1 приведены факторы возникновения деформаций.

На рисунке 2 показано расположение опор канатной дороги, их нумерация и геолого-литологический разрез площадки, исходя из которого на объекте выделяют три основных инженерно-геологических элемента (ИГЭ): суглинок просадочный полутвердой консистенции, гранит сильнотрещиноватый, сильновыветрелый и гранит слаботрещиноватый, слабывветрелый.

Цели наблюдений:

1. Своевременное выявление отклонений контролируемых параметров от первоначального положения, превышающих установленный допуск.
2. Обеспечение безопасности на эксплуатируемом объекте.
3. Фиксация величины, направления и скорости протекания деформационных процессов.

Регулярные наблюдения ведутся за грунтовым массивом, фундаментами и металлоконструкциями. При этом контролируются вертикальные и горизонтальные перемещения, крены, относительные прогибы.

Согласно [2] выбран II класс точности измерений, в соответствии с которым допускаемая погрешность измерения вертикальных перемещений принимается 2 мм, горизонтальных — 5 мм.

По результатам анализа методов измерения осадков, сдвигов и кренов сооружения был выбран метод тригонометрического нивелирования короткими лучами визирования (до 100 м) способом из середины для фиксации высотных перемещений и полярный способ определения координат для фиксации плановых перемещений и кренов.

Предельные значения параметров деформаций установлены нормативно-технической документацией и приведены в источниках [7], [8] и [9].

Периодичность циклов наблюдений установлена 4 раза год в середине каждого квартала.



Рис. 1. Факторы возникновения деформаций

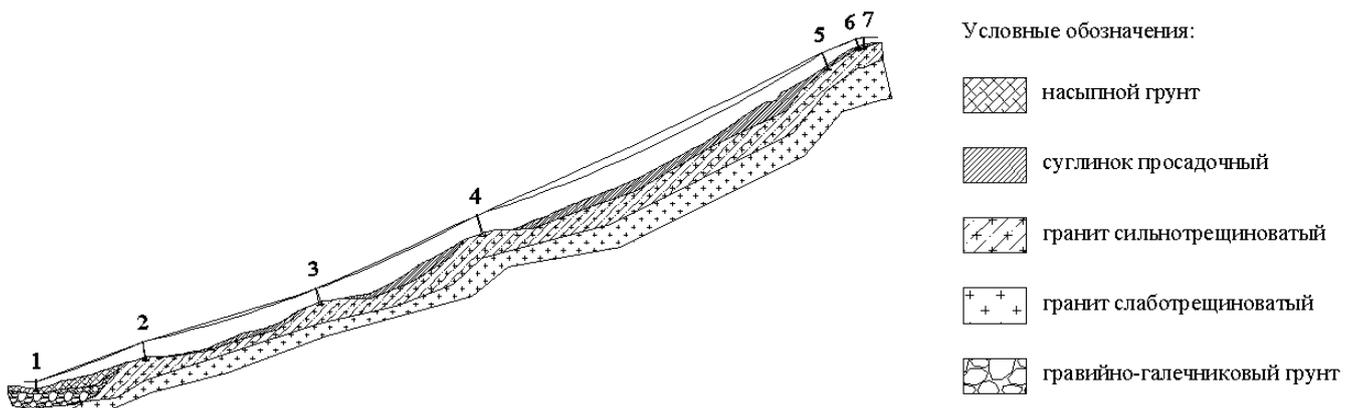


Рис. 2. Геолого-литологическое строение исследуемой площадки

Для проведения геодезического мониторинга был выбран электронный тахеометр Leica TCR803ultra, обладающий набором технических характеристик, приведенных в таблице 1, где для сравнения приводится пример электронного тахеометра из другой серии.

Как видно из таблицы 1, технические характеристики электронных тахеометров Leica TCR403ultra и Leica TCR803ultra отличаются только дальностью линейных измерений в безотражательном режиме.

Средняя квадратическая ошибка превышений тригонометрическим нивелированием рассчитывается по формуле:

$$m_h^2 = m_s^2 \cdot \cos^2 z + S^2 \cdot \sin^2 z \cdot \frac{m_z^2}{\rho^2} + m_i^2 + m_l^2 + m_\delta^2 + m_{\text{виз}}^2, \tag{1}$$

Таблица 1. Основные технические характеристики электронных тахеометров Leica TCR403ultra и Leica TCR803ultra

| Наименование характеристик | Leica TCR403ultra | Leica TCR803ultra |
|--|----------------------------|----------------------------|
| СКО горизонтальных и вертикальных углов | 3» | 3» |
| Точность линейных измерений: • в режиме IR-Точный • в режиме RL-Ближний | 2мм + 2 ppm 3мм + 2 ppm | 2мм + 2 ppm 3мм + 2 ppm |
| Дальность линейных измерений: • стандартная призма • безотражательный режим | 3500 м 170 м | 3500 м 500 м |
| Увеличение зрительной трубы | 30 ^x | 30 ^x |
| Автоматическая коррекция: • коллимационная ошибка • место нуля • кривизна Земли • рефракция • наклон оси вращения инструмента | + + + + + | + + + + + |

где $m_s, m_z, m_p, m_l, m_\delta, m_{\text{виз}}$ — средние квадратические погрешности измерения наклонного расстояния S , зенитного расстояния Z , высоты инструмента i , высоты визирной цели l , ошибка за наклон визирной цели δ и ошибка визирования соответственно.

В случае проведения измерений с одной точки стояния прибора средней квадратической ошибкой определения высоты инструмента можно пренебречь. При использовании в качестве визирной цели мини-призмы из комплекта тахеометра ее высота принимается стандартной и ошибку m_l можно также не учитывать.

Ошибка за наклон визирной цели вычисляется по формуле:

$$m_\delta = \frac{l\varepsilon^2}{2S\rho} \cos^2\alpha + \frac{l\varepsilon}{2S} \sin 2\alpha + \frac{a\varepsilon}{S} \cos^2\alpha, \tag{2}$$

где l — высота визирования;

ε — угол наклона рейки;

α — угол наклона визирного луча;

a — величина несовпадения высотной точки с осью отражателя.

Принимаем $l = 100$ мм, $\varepsilon = 900$ », $a = 2$ мм.

Ошибка визирования находится по формуле:

$$m_{\text{виз}} = \frac{20'' \cdot S}{\Gamma^x \cdot \rho''} \tag{3}$$

где Γ^x — увеличение зрительной трубы.

Средняя квадратическая погрешность определения положения деформационной марки способом полярных координат вычисляется по формуле:

$$m_{xy}^2 = m_s^2 + m_z^2 \cdot S^2 / \rho^2 \tag{4}$$

Подставляя величины m_s, m_z, Γ^x из таблицы 1 и результаты полевых измерений S и Z , приведенных в таблице 2, в вышеуказанные формулы и получаем оценку точности определения превышений методом тригонометрического нивелирования и планового положения способом полярных координат.

Таблица 2. Расчет средней квадратической погрешности измерения превышений и планового положения наблюдаемых точек

| № опоры | m_s , мм | Z , ° | S , м | m_δ , мм | $m_{\text{виз}}$, мм | m_p , мм | m_{xy} , мм |
|---------|------------|-----------|---------|-----------------|-----------------------|------------|---------------|
| 1 | 2,1 | 97,40342 | 50,507 | 0,065 | 0,163 | 0,797 | 2,225 |
| 2 | 2,067 | 57,52308 | 33,617 | 0,205 | 0,109 | 1,207 | 2,124 |
| 3 | 2,184 | 109,45595 | 92,003 | 0,146 | 0,297 | 1,493 | 2,561 |
| 4 | 2,2 | 57,42443 | 99,807 | 0,205 | 0,323 | 1,745 | 2,636 |
| 5 | 2,02 | 73,49122 | 10,227 | 0,128 | 0,033 | 0,606 | 2,025 |
| 6 | 2,045 | 46,35216 | 22,252 | 0,223 | 0,072 | 1,450 | 2,070 |
| 7 | 2,053 | 52,09170 | 26,661 | 0,218 | 0,086 | 1,319 | 2,089 |

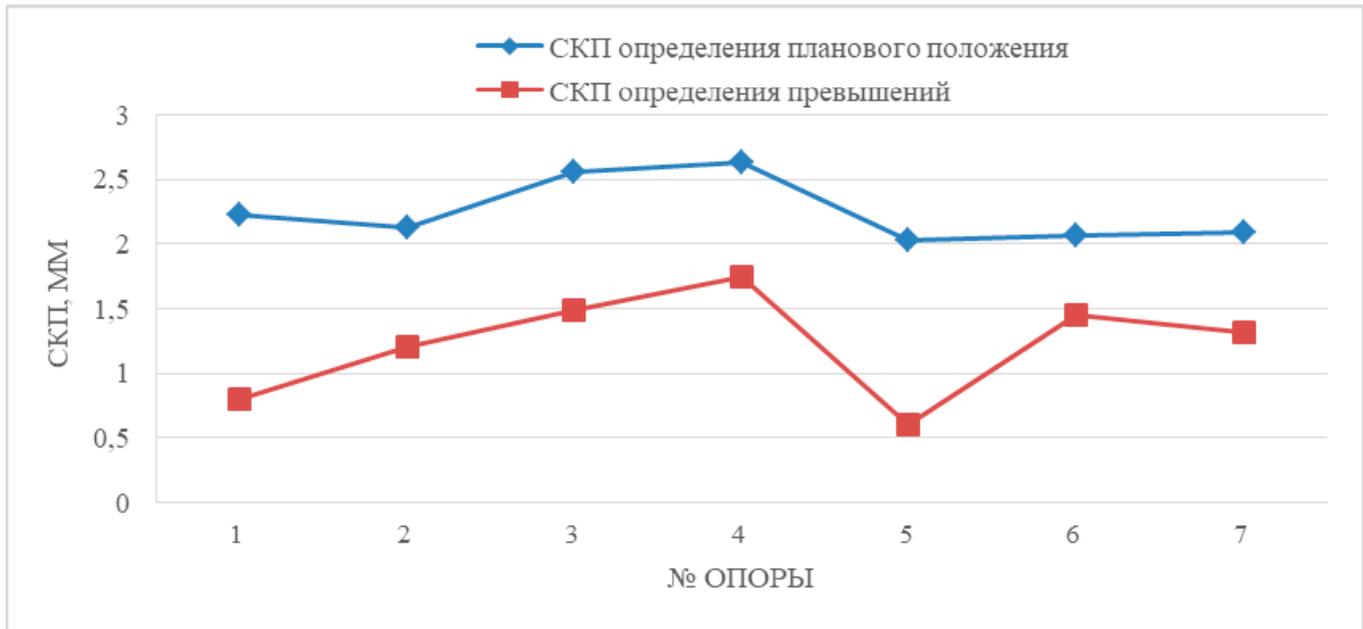


Рис. 3. График средних квадратических погрешностей превышений и планового положения деформационных марок на каждой из опор канатной дороги

Иллюстрируем полученные результаты в виде линейного графика, представленного на рисунке 3.

Как видно из графика на рисунке 3 и таблицы 2, инструментальная ошибка минимальна либо при короткой дальности измерений, либо при приближенном к 90° зенитном расстоянии.

Выводы:

1. Деформационные процессы могут развиваться в результате воздействия сил земного тяготения, природных или антропогенных факторов, изменения структуры грунта.
2. Согласно геолого-литологическому строению площадки просадочные основания обнаружены в районе опор № 1 и 5. Остальные основания относятся к непросадочным грунтам.
3. Наблюдения за деформациями проводят в случае изменения условий работы объекта или в случае появления трещин и раскрытия швов для обеспечения безопасности жизнедеятельности в период эксплуатации сооружения.
4. Грунтовый массив на склоне подвержен эрозионной и оползневой опасности в результате поверхностного стока дождевых вод, весеннего снеготаяния, тектонических процессов, что было зафиксировано визуальными методами наблюдений.
5. Средняя квадратическая ошибка определения превышений и плановых координат прямо пропорциональна расстоянию от точки стояния прибора до наблюдаемой точки, поэтому наблюдения было решено проводить короткими лучами визирования, не превышающими 100 м.
6. В условиях больших перепадов высот зенитное расстояние измеряется в пределах от 45° до 120° .

Литература:

1. СНиП 2.01.07–85. Нагрузки и воздействия. — М.: ФГУП ЦПП, 2005. — 44 с.
2. ГОСТ 24846–81. Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений. — М.: Изд-во стандартов, 1981. — 26 с.
3. Руководство по наблюдениям за деформациями оснований и фундаментов зданий и сооружений. — М.: Стройиздат, 1975. — 156 с. (Науч.-исслед. ин-т оснований и подземных сооружений им. Н.М. Герсеванова Госстроя СССР, Гос. проектный ин-т Фундаментпроект Минмонтажспецстроя СССР).
4. Марфенко С. В. Геодезические работы по наблюдению за деформациями сооружений: учебное пособие. — М.: МИИГАиК, 2004. — 36 с.: ил.
5. Геодезические методы исследования деформаций и сооружений / А. К. Зайцев, С. В. Марфенко, Д. Ш. Михелев и др. — М.: Недра, 1991. — 272 с.: ил.
6. Михелев Д. Ш., Рунов И. В., Голубцов А. И. Геодезические измерения при изучении деформаций крупных инженерных сооружений. — М.: «Недра», 1977. — 152 с.
7. СНиП 3.03.01–87. Несущие и ограждающие конструкции / Госстрой России. — М.: — ФГУП ЦПП, 2007. — 192 с.
8. СНиП II-23–81. Стальные конструкции / Госстрой СССР. — М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1990. — 96 с.

9. Правила устройства и безопасной эксплуатации пассажирских подвесных и буксировочных канатных дорог (ПБ 10–559–03). Серия 10. Выпуск 27. / Колл. авт.— М.: Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2004.— 112 с.
10. Методика геодезического мониторинга технического состояния высотных и уникальных зданий и сооружений. МДС 13–22.2009 / ООО «ТЕКТОПЛАН».— М.: ОАО «ЦПП», 2010.— 76 с.
11. Leica TPS800 Series. Руководство по эксплуатации.
12. Руководство пользователя ТС(R)403/405/407/410С.
13. Береговой Д. В. Исследование и разработка методики тригонометрического нивелирования повышенной точности / Международный научно-исследовательский журнал № 12 (54). Часть 1. С. 77–79.
14. Уставич Г. А., Никонов А. В., Мезенцев И. А., Олейникова Е. А. Совершенствование методики веерообразного тригонометрического нивелирования // Вестник СГУГиТ. Геодезия и маркшейдерия, 2021.— № 6.— С. 33–47.

Криптоанализ и реализация потокового шифра RC4

Сафарьян Ольга Александровна, кандидат технических наук, доцент;

Дедиченко Дарья Валентиновна, студент;

Свистун Никита Олегович, студент;

Найденова Юлия Игоревна, студент магистратуры

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

Статья посвящена алгоритму RC4, который является одним из популярных алгоритмов шифрования в сетевых протоколах. В статье описываются основные принципы работы алгоритма и его реализации. Однако, статья также обращает внимание на уязвимости алгоритма и возможные атаки на него. Авторы подробно рассматривают и реализуют демонстрационную RC4 атаку, которая позволяет злоумышленнику получить доступ к зашифрованным данным. В заключении авторы предлагают рекомендации по усилению защиты при использовании алгоритма RC4.

Ключевые слова: RC4, алгоритм шифрования, сетевые протоколы, уязвимости, атаки, RC4 атака, зашифрованные данные, усиление защиты.

Введение

Rivest Cipher 4 (RC4) — это один из распространенных алгоритмов шифрования, который используется в различных областях, включая интернет-безопасность. Однако, несмотря на свою популярность, RC4 подвержен различным видам атак, которые могут позволить злоумышленникам получить доступ к зашифрованным данным.

Цель статьи — рассмотреть метод атаки на потоковый шифр RC4, представить реализацию этого алгоритма на языке программирования Python. В статье будут рассмотрены особенности RC4 шифрования, принцип работы атаки на RC4, а также подробное описание алгоритма атаки с использованием Python. Основываясь на этой информации, читатели смогут более полно понимать методы криптоанализа поточных шифров и сам алгоритм RC4, а также научиться использовать Python для решения задач криптографии.

Потоковый шифр и RC4

Потоковый шифр — это метод шифрования данных, при котором данные шифруются побитово с использованием генератора псевдослучайных чисел (PRNG), который создает поток битов, который затем комбинируется с исходными данными для получения зашифрованного потока. Этот метод шифрования используется в различных системах связи и защите информации.

Он обеспечивает высокую скорость шифрования и дешифрования, а также высокую степень защиты от криптоанализа.

RC4 — это потоковый шифр, который использует ключевое слово для генерации псевдослучайной последовательности битов, которая затем используется для шифрования данных. Ключевое слово может быть любой длины, но обычно оно составляет от 40 до 256 бит. RC4 использует операцию XOR для шифрования данных. Для этого каждый байт данных XOR-ится с байтом из псевдослучайной последовательности.

RC4 является алгоритмом шифрования, который был использован в различных сетевых протоколах, таких как WEP (Wireless Equivalent Privacy) и SSL (Secure Sockets Layer). Однако, в ходе эксплуатации RC4 в качестве криптографического алгоритма, были выявлены несколько уязвимостей:

1. Статистический анализ потока ключей. Ключевой поток, генерируемый алгоритмом RC4, статистически неслучайный, что означает, что для определенных значений ключа можно вычислить поток ключей. Одна из проблем заключается в том, что ключи, которые предназначены для использования для шифрования больших объемов данных, часто генерируются с использованием ограниченного набора значений, что позволяет атаковать использовать статистический анализ потока ключей для взлома алгоритма.

2. RC4 имеет слабые защитные свойства. Поскольку шифр RC4 по сути генерирует псевдослучайный поток ключей, слабо защищенный против взлома, существует возможность для зло-

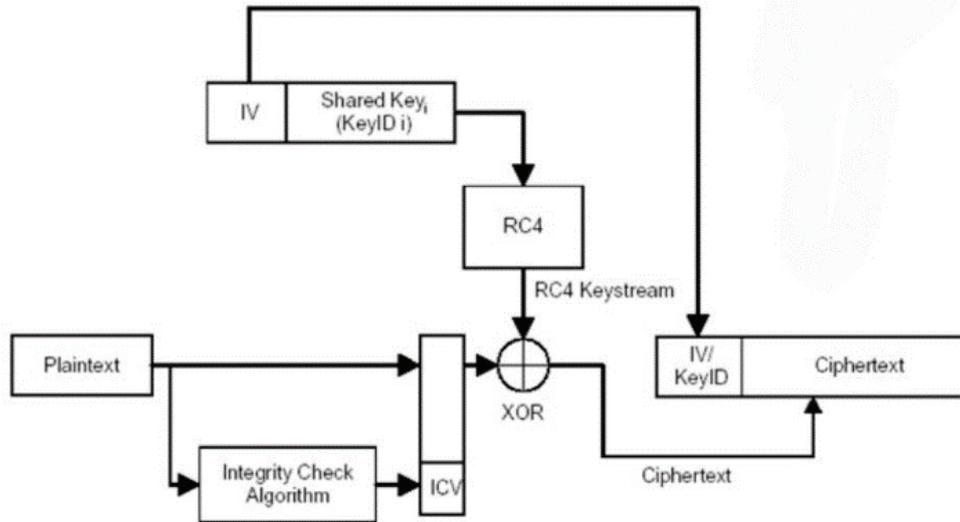


Рис. 1. Процесс шифрования алгоритма RC4

умышленников использовать статистические анализы и другие методы для расшифровки перехваченных сообщений.

3. Уязвимость вначале сгенерированных байтов. В начале генерации ключевого потока при использовании одного ключа для нескольких сообщений, первые несколько байт могут демонстрировать некоторые статистические закономерности. Это может привести к созданию уязвимостей, используемых для атаки на множество протоколов, на которых используется RC4.

Атаки на алгоритм RC4

RC4-атака — это процесс расшифровки зашифрованных данных с использованием уязвимостей в RC4. Существует несколько типов RC4-атак, таких как атака на ключевое расписание, корреляционная атака и статистическая атака на сессию.

Атака на ключевое расписание (Fluhrer, Mantin и Shamir — FMS) — это атака на процесс генерации ключевого расписания в RC4. Эта атака была представлена в 2001 году и основана на том, что некоторые байты ключа RC4 могут быть предсказаны с помощью статистического анализа. Эта атака может быть использована для расшифровки данных, которые были зашифрованы с использованием того же ключа.

Атака FMS начинается с того, что злоумышленник выбирает некоторое количество байтов из ключа RC4 и заменяет их на другие байты. Затем он генерирует большое количество потоковых шифротекстов, используя измененный ключ. Затем злоумышленник анализирует полученные шифротексты и использует статистические методы, чтобы определить, какие байты ключа были изменены. Зная эти байты, злоумышленник может использовать методы перебора, чтобы найти оставшиеся байты ключа.

Атака FMS довольно сложна и требует большого количества шифротекстов для ее выполнения. Однако она может быть успешно использована для взлома RC4, если злоумышленник имеет достаточно ресурсов и времени на ее выполнение.

Статистическая атака на сессию — это атака на использование статистических данных для генерации ключевого расписания в RC4. Эта атака может быть использована для расшифровки

данных, которые были зашифрованы с использованием того же ключа. Злоумышленник может использовать статистические данные, такие как длина сообщения или количество повторяющихся байтов, для вычисления ключа.

Допустим, злоумышленник перехватил несколько зашифрованных сообщений, которые были зашифрованы с использованием RC4. Злоумышленник знает, что ключ RC4 используется для генерации потокового шифра, который затем используется для шифрования сообщений. Злоумышленник начинает анализировать полученные шифротексты и замечает, что некоторые байты в каждом шифротексте повторяются чаще, чем другие. Используя статистические методы, злоумышленник определяет, какие байты в ключе были изменены.

Злоумышленник может использовать следующий алгоритм для проведения статистической атаки на сессию RC4:

1. Заменить первые 10 байт ключа на случайные значения.
2. Сгенерировать миллионы потоковых шифротекстов, используя измененный ключ.
3. Анализировать полученные шифротексты и определить, какие байты в ключе были изменены.
4. Перебирать оставшиеся 118 байтов ключа, используя методы перебора, чтобы найти правильный ключ.
5. Расшифровать все сообщения, которые были зашифрованы с использованием найденного ключа.

RC4 также подвержен атаке на основе времени. Эта атака основана на том, что время, необходимое для генерации каждого байта псевдослучайной последовательности, зависит от значения ключа. Злоумышленник может использовать эту информацию для восстановления ключа.

Еще одна уязвимость RC4 — это корреляционная атака. Эта атака основана на том, что если два байта данных XOR-ятся с одним и тем же байтом псевдослучайной последовательности, то результат XOR-а будет иметь определенную корреляцию. Допустим, злоумышленник перехватил 5 зашифрованных сообщений, которые были зашифрованы с использованием RC4. Первые 3 байта потокового шифротекста в каждом сообщении имеют одинаковое значение: 0xBA, 0x7D, 0xF0. Злоумышленник предпола-

гает, что это может быть связано с использованием одинаковых байтов в ключе RC4. Он затем генерирует миллионы случайных ключей RC4 и зашифровывает небольшие данные с каждым ключом. Затем он анализирует первые 3 байта потокового шифротекста для каждого зашифрованного сообщения и определяет, какие байты ключа были использованы для их генерации.

Например, если первые 3 байта потокового шифротекста были сгенерированы с использованием байтов ключа 0x12, 0x34, 0x56, то злоумышленник отмечает это в таблице. После анализа шифротекстов злоумышленник может определить значения байтов ключа, которые были использованы для генерации первых 3 байт потокового шифротекста в каждом сообщении. Например, он может увидеть, что байты ключа 0x12 и 0x56 были использованы во всех 5 сообщениях. Затем злоумышленник

может перебирать оставшиеся байты ключа, используя методы перебора, чтобы найти правильный ключ. Например, он может перебирать все возможные комбинации байтов ключа вместо 0x12 и 0x56, чтобы найти правильный ключ. Корреляционная атака на RC4 может быть успешно использована на слабых ключевых расписаниях RC4, но не будет работать на более сильных ключевых расписаниях. Поэтому важно использовать современные протоколы безопасности, которые используют более сильные ключевые расписания, чтобы защитить от таких атак.

Ниже представлен демонстрационный код, разработанный в учебных целях на языке python, который реализует алгоритм шифрования RC4 и атаку корреляционного типа на шифротекст, которая может использоваться для восстановления ключа шифрования.

```
import numpy as np

def KSA(key):
    keylength = len(key)
    S = list(range(256))
    j = 0
    for i in range(256):
        j = (j + S[i] + key[i % keylength]) % 256
        S[i], S[j] = S[j], S[i]
    return S

def PRGA(S):
    i = 0
    j = 0
    while True:
        i = (i + 1) % 256
        j = (j + S[i]) % 256
        S[i], S[j] = S[j], S[i]
        K = S[(S[i] + S[j]) % 256]
        yield K

def RC4(key):
    S = KSA(key)
    return PRGA(S)

def encrypt(key, plaintext):
    keystream = RC4(key)
    res = []
    for c in plaintext:
        val = c ^ next(keystream)
        res.append(val)
    return bytes(res)

def correlation_attack(plaintext, ciphertext, key):
    if not isinstance(plaintext, bytes):
        plaintext = plaintext.encode('utf-8')
    if not isinstance(ciphertext, str):
        ciphertext = ciphertext.hex()
    if not isinstance(key, bytes):
        key = bytes.fromhex(key)

    keystream = [0] * len(plaintext)
    corr = np.zeros(256, dtype=np.float32)
    for i in range(256):
        prga = RC4(bytes([i]) + key)
        for j in range(len(plaintext)):
            keystream[j] = next(prga)
            xor = np.bitwise_xor(keystream,
np.frombuffer(bytes.fromhex(ciphertext), dtype=np.uint8))
            corr[i] = np.abs(np.corrcoef(xor, np.fromstring(plaintext,
dtype=np.uint8)) [0, 1])
```

```

guessed_key_hex = [f'\x{i:02x}' for i in key]
guessed_key_str = ''.join([chr(i) for i in key])
print("Guessed key (hex): ", ''.join(guessed_key_hex))
print("Guessed key (str): ", guessed_key_str)

return guessed_key_hex

# Example usage:
key =
b'\x73\x75\x70\x65\x72\x5f\x73\x65\x63\x72\x65\x74\x5f\x74\x65\x73\x74\x5f\x6
b\x65\x79\x5f\x66\x6f\x72\x5f\x6e\x69\x72'
plaintext = 'While walking down the street, I saw a dog that reminded me
of a childhood memory, ' \
            'which then made me think of my old house, where I used to
have a room with a window ' \
            'that overlooked the garden, and in that garden there was a
tree that my father planted ' \
            'when I was born, and now that tree has grown so much that
it towers over the entire house, ' \
            'casting a shadow that stretches across the lawn and beyond,
like a veil that hides secrets and ' \
            'mysteries that only the tree knows.'
ciphertext = encrypt(key, plaintext.encode('utf-8'))

print("Plaintext: ", plaintext)
print("Ciphertext: ", ciphertext.hex())

guessed_key_hex = correlation_attack(plaintext.encode('utf-8'),
ciphertext.hex(), key)

```

После запуска программы в терминале отображается исходный текст, зашифрованный текст, секретный ключ в фор-

мате байтовой и текстовой строки, которые отображены на рисунке 2.

```

Plaintext: While walking down the street, I saw a dog that reminded me of a childhood memory, which then made me think of my old house, where I used to have a room with a window that
overlooked the garden, and in that garden there was a tree that my father planted when I was born, and now that tree has grown so much that it towers over the entire house, casting a
shadow that stretches across the lawn and beyond, like a veil that hides secrets and mysteries that only the tree knows.
Ciphertext: 16c239c6c51856a7c699c23156f1d842b3df7dc439d71c93a0379602dc607344715fa3492f30d9e01eb1c54c6bb4fd442983a910a10c005a05a3eab83cc10923a142388f7f0699bc25147a43c3d2d71537f421150cb
04202a0a0bebff3f4c750f7bdf784018c324543c8792faa58a4870ee7797beb7df73c573454d426d7afb33be27e76ccfd98897be9533f3e066dd4b88cba1341c2689eb637e138ad8d17a47ad6e74a6874eb8e92c67254ba6127300
582a797cb057a5bbc635c617aa0db34789a7f85e72485ac8277dcf23bb16eb2e6cf54ce052be00b71ae90ac8b18544f01919efb999916c91f22ab709fb9dcbcd3fda97638e845785a6b32e82177f14bb095917eaa4527cd776f8231
1843defe05efe6dce3c66eb4200af35ee4a2a631889217c3907c65fc6c68f6a9e0d6236ba7a9dc1f46ba76d18ba2b1c5efe4bff2df3b3db36b5492507a5626e03e4a8c1b4718d5cadb9be067954d461678de7adb4404246f9837fa56
ce68bb6df984a93b0fd81d832e782edf118a052da19b1201181595f40c9162ee4671dc1f3e2db4cb95f9a4fb86db2031943b27acf87f9584444d40309cc16eeb65608c4d5fdfacf3129c176b4af9947bb535b0bb133ea01a7e05e1f1
b905e75cb2504c45238dbae714bf4e109891d799a04
c:\aarp\руки\Test (1).py:49: DeprecationWarning: The binary mode of fromstring is deprecated, as it behaves surprisingly on unicode inputs. Use frombuffer instead
  corr[i] = np.abs(np.corrcoef(xor, np.fromstring(plaintext, dtype=np.uint8)))[0, 1])
Guessed key (hex):  \x73\x75\x70\x65\x72\x5f\x73\x65\x63\x72\x65\x74\x5f\x74\x65\x73\x74\x5f\x66\x6f\x72\x5f\x6e\x69\x72
Guessed key (str):  super secret test key for nir

```

Рис. 2. Вывод в терминале после запуска программы

Функции RC4, KSA и PRGA используются для шифрования сообщения. Они находятся в верхней части блок-схемы и не связаны с корреляционной атакой.

Функция `encrypt` используется для шифрования исходного сообщения. Она принимает ключ и текст в качестве аргументов и возвращает зашифрованный текст.

Функция `correlation_attack` используется для поиска ключа шифрования с помощью корреляционной атаки. Она принимает исходный текст, зашифрованный текст и ключ в качестве аргументов, а затем вычисляет корреляцию между исходным текстом и расшифрованным текстом, используя различные значения байтов ключа.

Функция `guessed_key_hex` используется для вывода догадки о найденном ключе в виде последовательности байтов в шестнадцатеричном формате.

Таким образом, функции `encrypt` и `correlation_attack` имеют прямое отношение к шифрованию RC4, в то время как функция

`guessed_key_hex` используется только для вывода догадки о найденном ключе.

Рекомендации

Для повышения защиты от RC4-атак рекомендуется:

1. Используйте более сильные алгоритмы шифрования, такие как AES, вместо RC4.
2. Обновляйте свои системы и программное обеспечение, чтобы использовать последние версии и исправления безопасности.
3. Используйте SSL/TLS для защиты своих сетевых соединений и избегайте использования устаревших протоколов, таких как SSLv3 и TLSv1.0.
4. Ограничьте доступ к вашим сетевым ресурсам только для авторизованных пользователей, чтобы предотвратить возможность атаки извне.

5. Используйте многофакторную аутентификацию, чтобы защитить свои учетные записи от взлома.
6. Проводите регулярные проверки на наличие уязвимостей и исправляйте их незамедлительно.
7. Обучайте своих сотрудников правилам безопасности и предупреждайте их о возможных угрозах.
8. Внедряйте системы мониторинга и обнаружения атак, чтобы быстро реагировать на возможные угрозы.
9. Используйте инструменты, такие как Wireshark, для обнаружения атак на RC4 и другие уязвимости.

10. Сотрудничайте с ведущими поставщиками безопасности, чтобы получать последние обновления и рекомендации по обеспечению безопасности.

Вывод

Реализация алгоритма RC4 может быть выполнена на различных языках программирования, таких как C++, Java, Python и других. Однако при реализации RC4 необходимо учитывать его уязвимости и принимать меры для защиты от возможных атак.

Литература:

1. Searan S. M., Sagheer A. M. Modification of RC4 algorithm by using two state tables and initial state factorial/ Searan S. M., Sagheer A. M. // International journal of computer network and information security. — 2016. — Т. 8. — С. 1–8.
2. Дорошенко С. А., Лубкин А. М., Монарев В. А., Рябко Б. Я., Фионов А. Н. Атака на потоковые шифры rc4 и zk-схем с использованием теста «стопка книг»/ Дорошенко С. А., Лубкин А. М., Монарев В. А., Рябко Б. Я., Фионов А. Н. // ВЕСТНИК СИБГУТИ— 2007. — № 1. — С. 31–34.
3. Ляхов А. В., Касьяненко Н. Г. Уязвимости протоколов SSL/TLS. / Ляхов А. В., Касьяненко Н. Г. // Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского — 2018. — С. 185–188.

Types of transverse deformations in asphalt concrete pavements

Urokov Aslidin Khushvaktovich, doctor of technical sciences, professor;
 Narmanov Akbar Quziboyevich, doctoral student
 Tashkent State Transport University (Uzbekistan)

The article describes the reasons for the appearance of wheelbase deformations that occur on roadways with asphalt concrete pavement, their types and methods of their elimination, which are theoretically hit and analyzed.

Keywords: asphalt concrete pavement, roadbase, operation, loads, deformation, wheel track deformations.

The main element of the road construction on which the vehicle will move is the road surface. The road structure consists of several layers, including the roadway, the multi-layer base part of the roadway, which receives cargo from road transport and transfers it to the ground, and the lower part of the road cover. As a result of the action of forces on the surface of the asphalt concrete coating through the wheels of the car during the movement of the vehicle on the highways, the formation of elastic deformations and the subsequent appearance of irreversible deformations on the pavement.

The problem of the formation of wheelbase deformations on the pavements and its elimination has long been considered one of the most important issues for road engineers in many countries of the world. The analysis of data shows that the formation of wheel track deformation is 20%-35% of all reasons for the decrease in the transport performance of highways. The formation of wheel track deformations on highways occurs within 3–5 years after the highways are put into operation. As a result of high-speed and long-term movement of cars on highways, road traffic accidents are more likely to occur on roads with wheel track deformations of 15–17 mm [1, 2].

The pressure applied to the asphalt concrete pavements by the wheels of heavy-duty vehicles causes the deterioration of the pave-

ment surface, which leads to the appearance of stresses in the road surface layers, and also depends on the specific pressure of the wheel and the size of the car wheel, which leads to excessive loading of the road surface section, and the formation of longitudinal stress, i.e., wheel marks [3].

Deformations in asphalt concrete pavements can appear in several forms: on the surface of the asphalt concrete pavement, it can be seen in the form of wheel track deformations caused by the movement of cars (Fig. 1), as well as in the appearance of deformations (depths) and cracks caused by deformations in the upper part of the road surface (Fig. 2).

As a result of the impact of loads from heavy vehicles moving for a long time on asphalt concrete pavements and high summer temperatures, various types of deformations are formed on highways, and this indicator is more often observed in the southern regions. In recent years, the deformations formed on highways, primarily due to the strong impact of heavy vehicles and the wear of this coating, lead to the appearance of wheel track deformations on the pavements (Fig. 1) [3].

The service life of the pavements can be reduced to 2–2.5 times due to the occurrence of deformations and breakdowns as a result of high intensity of heavy vehicles on asphalt concrete pavements [5].



Fig. 1. Deformations of wheel tracks formed on pavements as a result of vehicle movement



Fig. 2. Disruptions (depth) and cracks caused by deformations in the base layers of the road surface



Fig. 3. A device for testing asphalt concrete pavements for rutting

On newly built and reconstructed highways, the following types of formation of deformations on automobile roads are observed based on the data collected during the operation of roads caused by mechanical loads from automobiles and the influence of other forces:

- residual deformation (formation of wheel tracks);
- the appearance of cracks due to wear of the pavements;
- the appearance of cracks as a result of an increase in temperature;
- unroughness of pavement (IRI) [7].

When testing asphalt concrete pavements resistant to wheel track deformations in the laboratory, test processes are performed on the pavement in the operational process, not on the newly laid asphalt con-

crete pavement. Standard test methods for asphalt concrete pavements exposed to high vehicular loads often do not show a positive effect on the use of additives that increase the erosion resistance of asphalt concrete. In the assessment of erosion resistance, modeling of the passage of heavy-duty vehicles on a single pavement surface is tested by wheel action through repeated pulls for asphalt-concrete pavements (Fig. 3).

Increasing the deformation resistance of asphalt concrete pavements can be done in two ways: by calculation and by improving the composition of asphalt concrete. The development of the methodology for calculating road structures for resistance to deformations allows to develop the types of road surfaces resistant to the formation of wheel track deformations and the methods of repair activities [3].

Optimizing the properties of fillers in asphalt concrete, improving the properties of binders, and using temperature-resistant asphalt concrete types by using mineral additives, as well as using materials such as crushed mastic asphalt concrete and polymer-dispersed asphalt concrete, contribute to the reduction of possible deformations and breakdowns and increase the service life of the pavement [8].

The analysis of methods of asphalt concrete pavements to combat damage shows that there are currently new effective materials science

solutions for the development of asphalt concrete compositions resistant to the formation of wheel track deformations and are currently being actively developed.

In order to develop complex measures to control the formation of wheel tracks, it is necessary to plan repair measures in time, develop a repair strategy and improve the condition of road structures in regulatory documents, and implement a methodology for predicting the formation of wheel track deformations using existing models.

References:

1. Карпов Б. Н., Клековкина М.П., Мещеряков К.Г. О совершенствовании технических решений устройства дорожных одежд // Журнал Дорожная Держава. 2010. № 26. с. 18–20.
2. Пахаренко Д. В. Внимание — колея! // Журнал Дорожная Держава. 2010. № 25. с. 28–30.
3. Костельков М. П., Перевалов В. П., Пахаренко Д. В. Практика борьбы с колеиностью асфальтобетонных покрытий может быть успешной // Журнал Дорожная Техника. 2011, с. 54–70 с.
4. Илиополов с. К., Селезнев М.Г. Уточненный метод расчета напряженно-деформированного состояния системы «дорожная одежда — грунт». Ростов-на-Дону: Новая книга, 1997. 142 с.
5. Guide for Mechanistic-Empirical Design Of New And Rehabilitated Pavement Structures ARA / Inc., ERES Division 505 West University Avenue Champaign, Illinois 61820. 1999. pp. 20.
6. Николенко М. А., Бессчетнов Б. В. Повышение длительной трещиностойкости асфальтобетона дорожных покрытий // Инженерный вестник Дона, 2012, № 2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/856.
7. Cundill M. A. The Merlin Low-Cost Road Roughness Measuring Machine. TRRL Research report 301. 1991. pp. 1–20.
8. Нарманов А.Қ., М. Т. Маматкулов «Асфалтбетон қопламалариндағы гилдирак изи деформацмасыяларининг пайдо бўлиш сабаблари» The 21st Century Skills for Profrrsional Activity 163–165 б Т: 2021 й.

Повышение надежности системы электроснабжения Жезказганской обогатительной фабрики путем совершенствования системы автоматического ввода резерва

Шахарилаева Севда Гусеновна, студент магистратуры

Научный руководитель: Байниязов Бахтыбек Аскерович, кандидат технических наук, старший преподаватель
Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина (г. Астана, Казахстан)

В статье рассматривается возможность и преимущества повышения надежности системы электроснабжения промышленного предприятия путем совершенствования системы автоматического ввода резерва.

Ключевые слова: система электроснабжения, устройство быстродействующего автоматического ввода резерва, двигательная нагрузка.

Надежность электроснабжения предприятий следует повышать при приближении к источникам питания (ТЭЦ, ГПП и т.д.) и по мере увеличения мощности соответствующих звеньев системы, так как аварий в мощных звеньях приводят к более тяжелым последствиям, чем в мелких, и охватывают большую зону предприятия. Требования, предъявляемые к электроснабжению предприятий, зависят также от потребляемой ими мощности. Электроснабжение такого крупного объекта как обогатительная фабрика является очень важной и сложной частью, так как на обогатительной фабрике много высокомоощных электроустановок [1].

Обогатительные комбинаты характеризуются значительной энергоёмкостью и высокими стандартами надежности пере-

дачи электроэнергии, в связи с этим, для выполнения условий по ранжированию электроснабжения цеха обогатительной фабрики отнесены в основном к 1-й, 2-й категориям. Мощности и технические условия энергопотребления будут во многом определяться техническими схемами, видами используемого сырья и прочим [1,2].

Для повышения надежности электроснабжения крупных промышленных предприятий и систем собственных нужд электростанций их питание должно осуществляться не менее чем от двух независимых источников. При наличии двух источников питания схему питающей подстанции выполняют с двумя секциями, которые для обеспечения взаимного резервирования соединяют между собой секционным выключателем [1, 2].

Команда на отключение выключателя рабочего питания и включение секционного подается от устройств автоматического включения резерва (АВР), в которых пусковые органы выполняют на основе контроля напряжения, частоты или угла между векторами напряжений взаиморезервируемых секций. Однако на подстанциях, питающих синхронные и асинхронные двигатели, с целью предотвращения несинхронной подачи резервного питания требуется снижение напряжения на секции до уровня, допустимого по условиям несинхронного включения, что увеличивает время перерыва питания [3].

Длительность перерыва питания при переключении секции на резервный источник оказывает значительное влияние на успешность самозапуска электродвигателей, так как в соответствии с [2–5] при снижении напряжения синхронные двигатели, нагруженные до 0,8–0,9 номинальной мощности уже через 0,2–0,4 секунды могут выпасть из синхронизма. Во время последующего восстановления питания из-за недостаточного асинхронного момента эти электродвигатели могут не втянуться в синхронизм и отключаются защитами [2–5].

Качество электрической энергии (КЭЭ) является ключевой основой для экономического роста и повышения уровней производительности. Работа электрооборудования крупных промышленных предприятий часто прерывается очень короткими по продолжительности провалами питающего напряжения, которые ведут к большим и дорогостоящим экономическим ущербам, хотя они происходят за миллисекунды.

Жезказганская обогатительная фабрика находится недалеко от источника генерации и запитана по шинопроводу. На всех отходящих ячейках РП, питающих объекты, установлено современное оборудование, однако существуют кратковременные нарушения электроснабжения, связанные с большой протяженностью изоляционных и поддерживающих конструкций шинопроводов, не обеспечивается бесперебойность сложных технологических процессов.

Диапазон мощностей электрических двигателей, применяемых на Жезказганской обогатительной фабрике, очень широк — от двигателей мощностью 380 кВт до двигателей мощностью 2 МВт и более. Наличие на фабрике большого числа разнообразных электрических двигателей и аппаратов, работающих на переменном и постоянном токе, усложняет условия их эксплуатации.

В последнее время для минимизации времени перерыва питания и глубины снижения напряжения при потере питания по какой-либо причине в системах электроснабжения с двигательной нагрузкой применяют устройства БАВР [3, 4]. Устройства БАВР позволяют осуществить синфазную подачу резервного питания. Сущность такого подхода заключается в том, что резервное питание подается на двигатели в момент совпадения по фазе векторов остаточного напряжения на двигателях и напряжения резервного источника питания, т.е. после первого проворота вектора остаточного напряжения на шинах на 360° или при допустимых отклонениях по углу.

Однако и в этих случаях успешный самозапуск двигателей не всегда обеспечивается. Современный уровень развития микропроцессорных технологий и выпуск быстродействующей

коммутационной аппаратуры позволяют создавать устройства БАВР с более сложными алгоритмами, которые позволяют выполнить подачу резервного питания до достижения углов между векторами остаточного и резервного напряжений значений менее 40° – 60° , что в большинстве случаев позволяет предотвратить нарушение динамической устойчивости двигательной нагрузки.

Известен ряд способов [3, 4] построения логики пускового органа БАВР на основе анализа параметров системы в режиме реального времени. Логика работы пускового органа БАВР при этом строится на сравнении уровней напряжений на взаиморезервируемых секциях, сравнении угла между напряжениями или токами основной и резервной секций, контроле направления тока или активной мощности на вводах основной и резервной секций.

Использование специальных алгоритмов в пусковом устройстве управления БАВР обеспечит время его реакции на возникшее нарушение в электроснабжении в пределах от 5 до 12 мс. Сверхбыстрое переключение на резервный источник питания происходит без остановки технологического оборудования [4].

К устройствам АВР предъявляются следующие требования:

1. Всегда находиться в готовности к действию и срабатывать при прекращении питания потребителей по любой причине и наличии нормального напряжения на резервном источнике питания;
2. Не допустить включения резервного источника на КЗ, линия рабочего источника должна быть отключена со стороны шин потребителей. Отключенное состояние выключателя контролируется при включении АВР;
3. Обладать однократностью действия для предотвращения многократного включения резервного источника на устойчивое КЗ;
4. Обеспечивать ускорение защиты после отработки АВР для быстрого отключения основного источника питания при включении на устойчивое КЗ (или запретить АВР в таком случае);
5. Иметь минимально возможное время срабатывания АВР для сокращения продолжительности перерыва питания потребителей и обеспечения успешного самозапуска электродвигателей;
6. Не допускать включения АВР при опасном снижении напряжения на резервном источнике;
7. Исключить опасные несинхронные включения синхронных электродвигателей и перегрузки оборудования;
8. Разрешать полное автоматическое восстановление доаварийного режима после восстановления питания на основном источнике

Пусковые устройства БАВР позволяют решить обозначенные задачи за минимальное время, не требуя согласования по времени с устройствами релейной защиты и автоматики смежных элементов сети. Собственное время реакции пусковых устройств БАВР на аварийные режимы в первичной сети, как правило, не превышает 20–30 мс [3, 4].

Литература:

1. Трофимов Ю. Ю., Егоров А. Н. Основные требования к системам электроснабжения горных предприятий и моделирование их режимов работы. — «Северо-восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова», г. Мирный, 2017.
2. Грудинский П. Г., Мандрыкин С. А., Улицкий М. С. Техническая эксплуатация основного электрооборудования станций и подстанций — М.: «Энергия», 1974.
3. Сивокобыленко В. Ф., Деркачев С. В. Совершенствование пусковых органов БАВР в системах электроснабжения с двигательной нагрузкой. — Донецкий национальный технический университет, 2014.
4. «Техническая информация. Решения для производителей КРУ, КСО», ТавридаЭлектрик.
5. Рожкова Л. Д., Козулин В. С. Электрооборудование станций и подстанций — М.: Энергоатомиздат, 1987.

Молодой ученый

Международный научный журнал
№ 21 (468) / 2023

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

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

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

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

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый». 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

Номер подписан в печать 07.06.2023. Дата выхода в свет: 14.06.2023.

Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

Почтовый адрес редакции: 420140, г. Казань, ул. Юлиуса Фучика, д. 94А, а/я 121.

Фактический адрес редакции: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <https://moluch.ru/>

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.