

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



13 2019
ЧАСТЬ I

16+

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 13 (251) / 2019

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

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

Международный редакционный совет:

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

На обложке изображен *Николай Владимирович Тимофеев-Ресовский* (1900–1981), русский биолог, один из основоположников радиационной генетики, биоценологии и молекулярной биологии, автор трудов по популяционной и эволюционной биологии и фенотипике.

Николай Тимофеев-Ресовский родился в Москве в дворянской семье. Его отец, Владимир Викторович, был крупным инженером-путейцем, мать, Надежда Николаевна, — из старинного аристократического рода Всеволожских. Николай учился в лучших гимназиях России — Императорской Александровской 1-й гимназии в Киеве и в московской гимназии А. Е. Флорова. Еще будучи гимназистом, прибавив себе год, чтобы подойти по возрасту, в 1917 году он оказался на фронте (на коне, с шашкой, с героизмом и смертельно опасными приключениями). По окончании войны вернулся в Москву продолжать учебу на физико-математическом факультете Московского университета у своих великих учителей Н. К. Кольцова и С. С. Четверикова. Занятия прерывались призывом студентов в Красную армию, и он, князь Всеволожский (по матери) и казак Тимофеев (по отцу), стал красноармейцем и воевал против белых. Не получив дипломов об окончании МГУ (тогда это казалось им ненужной формальностью), он с женой Е. А. Фидлер и сыном в 1925 году были командированы в Германию для развертывания работ по генетике.

Вначале Николай Владимирович работал научным сотрудником, но вскоре стал руководителем отдела генетики и биофизики в Институте исследований мозга в пригороде Берлина — Бухе. Он занимался разработкой и классификацией явлений фенотипики, генетики популяций, микроэволюции, зоогеографии, радиационной генетики, биофизики. Вместе с будущим лауреатом Нобелевской премии Максом Дельбрюком Тимофеев-Ресовский разрабатывал идеи Н. К. Кольцова о создании первой биофизической модели структуры гена. Эти идеи легли в основу современной молекулярной генетики.

В 1933 году в Германии к власти пришли фашисты. Тимофеев-Ресовский и его семья рвались в Россию, но все-таки остались в Германии с советскими паспортами, не изменив Родине и заплатив за это жизнью сына Дмитрия. Тот стал одним из организаторов подпольной антифашистской организации Берлинского бюро ВКП(б) и был арестован гестапо. Николаю Владимировичу было предложено освобождение сына в обмен на

сотрудничество с фашистами. Он отказался, и его сына не выпустили; он погиб в гитлеровском концлагере Маутхаузен.

По окончании войны в 1945 году Тимофеева-Ресовского пригласили возглавить в СССР исследования по генетическим последствиям радиационных поражений, однако «по ошибке» арестовали. Военная коллегия Верховного суда РСФСР приговорила его к 10 годам лишения свободы по обвинению в измене Родине. Когда его разыскали в ГУЛАГе, он был при смерти от голода и пеллагры. В больнице МГБ его вылечили, и он, оставаясь в статусе заключенного, стал руководить секретным биофизическим отделом «объекта 0211». В 1951 году Николай Владимирович был освобожден из заключения, а позже была снята и судимость. В начале 1950-х ученые выдвинули на Нобелевскую премию за исследования мутаций, но советские власти не ответили на запрос Швеции, жив ли он.

В 1956 году в Свердловске в Институте биологии Уральского филиала АН СССР Тимофеев-Ресовский создал лабораторию биофизики. Одновременно он читал лекции на физическом факультете Уральского университета. Докторскую диссертацию Тимофеев-Ресовский защитил в Свердловске только в 1963 году. На следующий год его пригласили в Обнинск, где в институте медицинской радиологии Академии медицинских наук СССР он организовал и возглавил отдел общей радиобиологии и генетики. Вплоть до кончины Тимофеев-Ресовский работал в институте медико-биологических проблем Министерства здравоохранения СССР. Он принимал участие в разработке программы биологических экспериментов на искусственных спутниках Земли, а также в обсуждении и обработке результатов этих экспериментов.

Николай Владимирович Тимофеев-Ресовский — действительный член (академик) Германской академии естествоиспытателей в Галле (ГДР) — Леопольдина; почетный член Итальянского общества экспериментальной биологии (Италия); почетный член Менделеевского общества в Лунде (Швеция); почетный член Британского генетического общества в Лидсе (Великобритания); лауреат медалей и премий Ладзаро Спалланцани (Италия), Дарвиновской (ГДР), Менделеевской (ЧССР и ГДР), Кимберовской (США).

Тимофеев-Ресовский был посмертно реабилитирован только в 1992 году. Его биография была положена в основу документального романа Даниила Гранина «Зубр».

Екатерина Осянина, ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

- Горепекина А. А., Максаков С. П., Саакян А. С.**
Описание Ω -спутников Ω -расслоенных формаций
и классов Фиттинга конечных групп..... 1

ФИЗИКА

- Емельянов А. А., Бесклеткин В. В.,
Агзамов И. М., Зорин Д. И., Зозулин М. С.,
Онищенко К. Ю., Блинов Е. К., Лоскутов В. А.,
Пестеров Д. И.**
Моделирование асинхронного двигателя
с переменными i_s — ψ_m в системе относительных
единиц в Matlab и Си 6

- Макеев Д. Ю.**
Нейтронно-физические расчеты в обоснование
безопасности ядерных реакторов нового
поколения.....15

- Мулюков А. Н.**
Моделирование и анализ производительности
частотно-регулируемого привода в управлении
скоростью асинхронного двигателя20

ХИМИЯ

- Робиневич М. Д., Латышова С. Е.,
Шибитова Н. В.**
Использование переливного устройства
в синтезе гидантоина.....30
- Трухин Г. О.**
Применение нефтегазовой серы
в строительстве31

ИНФОРМАТИКА

- Еремеев Д. В.**
Часы реального времени.....36
- Ефимов Е. А.**
Управление железнодорожным переездом38
- Комков С. С.**
Расширение сознания за счёт переноса
в реальный мир цифровой информации в сферах
образования и маркетинга: AR-технологии42

- Краснянская С. А.**
Автоматизированные системы составления
расписания45

- Пономаренко Д. А.**
Требования к разработке специализированных
меток для функционирования маркерных
приложений с AR-технологией на базе
платформы Vuforia46

- Смирнов Ю. А., Актимиров А. В.**
Моделирование квантового алгоритма Гровера
для поиска схмотехнического решения
в прикладной программе MATLAB49

- Юдина С. В.**
Актуальность SEO-продвижения сайта для
развития бизнеса в условиях современного
информационного общества.....62

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Агаханов Р. Р.**
Определение границы муниципального
образования.....65

- Блинчиков Н. В.**
Смена вида разрешенного использования как
причина строительства апарт-отелей67

- Вячеслава Ю. И.**
Старение топографической основы69

- Дробина Е. А., Федорова О. А.**
Системный анализ и синтез интеллектуальных
алгоритмов управления АСУДД71

- Ершова Д. С., Лычковский А. А.**
Перспективы применения полимерных шпал
в железнодорожном строительстве73

- Комков С. С.**
Совершенствование приборов для улучшения
жизни слабовидящих.....75

- Мавджудова Ш. С.**
Повышение эффективности конвективного
теплообмена в котлах малой мощности78

- Малыгина А. Ю.**
Формирование красных линий в проекте
планировки и межевания территории для
размещения линейного объекта —
газопровода80

Фатеева А. Е.

Преимущества выбора спутникового метода выноса в натуру границ земельных участков на территории садоводства82

БИОЛОГИЯ**Шульгина А. Г.**

Современные способы практического использования термофильных микроорганизмов.....85

МЕДИЦИНА**Мукимов О. А., Исанова Д. Р.**

Сравнительная характеристика метода корневой мембраны и традиционного (одномоментного) метода установки имплантата87

Омельчук О. В.

Эрозии желудка: этиология, клиника, методы диагностики89

МАТЕМАТИКА

Описание Ω -спутников Ω -расслоенных формаций и классов Фиттинга конечных групп

Горепекина Анастасия Андреевна, студент магистратуры;
 Максаков Серафим Павлович, аспирант;
 Саакян Ангелина Саркисовна, студент магистратуры
 Брянский государственный университет имени академика И. Г. Петровского

В работе изучаются Ω -расслоенные формации и классы Фиттинга конечных групп. Получено описание строения Ω -спутников некоторых Ω -расслоенных формаций и классов Фиттинга конечных групп.

Ключевые слова: конечная группа, класс групп, формация, класс Фиттинга, Ω -расслоенная формация, Ω -расслоенный класс Фиттинга.

В теории классов конечных групп центральное место занимают такие классы групп, как формации, и двойственные им классы — классы Фиттинга (см., например, [1]). Эффективным средством для изучения классов конечных групп являются функциональные методы, с помощью которых были построены такие важные классы, как локальные и композиционные формации и классы Фиттинга, ω -локальные и Ω -композиционные формации и классы Фиттинга. Исследованиями таких классов групп занимались В. Гашюц, К. Дерк, Т. Хоукс, Л. А. Шеметков, В. А. Ведерников, А. Н. Скиба, Н. Н. Воробьев и многие другие (см., например, [1, 2, 5–7]).

В настоящей работе изучаются Ω -расслоенные формации и классы Фиттинга конечных групп, введенные в рассмотрение В. А. Ведерниковым и М. М. Сорокиной в 1999 году [3]. Статья посвящена описанию строения Ω -спутников ряда Ω -расслоенных формаций и классов Фиттинга.

Рассматриваются только конечные группы. В работе используются классические методы теории групп и теории классов групп. Используемые определения и обозначения для групп и классов групп стандартны, их можно найти в [1]. Приведем лишь некоторые из них.

Классом групп называется множество групп, содержащее вместе с каждой своей группой и все группы, ей изоморфные; класс групп \mathfrak{F} называется *формацией*, если выполняются условия:

- 1) если $G \in \mathfrak{F}$ и $N \triangleleft G$, то $G/N \in \mathfrak{F}$,
- 2) если $G/N_1 \in \mathfrak{F}$ и $G/N_2 \in \mathfrak{F}$, то $G/N_1 \cap N_2 \in \mathfrak{F}$;

Класс групп \mathfrak{F} называется *классом Фиттинга*, если выполняются условия:

- 1) если $G \in \mathfrak{F}$ и $N \triangleleft G$, то $N \in \mathfrak{F}$,
- 2) если $G = N_1 N_2$ и $N_1, N_2 \in \mathfrak{F}$, $N_1 \triangleleft G$, $N_2 \triangleleft G$, то $G \in \mathfrak{F}$ [1].

Через $G^\mathfrak{F}$ обозначается \mathfrak{F} -корадикал группы G , т. е. наименьшая нормальная подгруппа группы G , факторгруппа по которой принадлежит формации \mathfrak{F} ; $G_\mathfrak{F}$ — \mathfrak{F} -радикал группы G , т. е. наибольшая нормальная подгруппа группы G , принадлежащая классу Фиттинга \mathfrak{F} . В дальнейшем \mathbb{P} обозначает множество всех простых чисел. Пусть \mathfrak{X} — непустое множество групп. Через (\mathfrak{X}) обозначается класс групп, порожденный \mathfrak{X} ; в частности (G) — класс всех групп, изоморфных группе G . $K(G)$ — класс всех простых групп, изоморфных композиционным факторам группы G . Пусть \mathfrak{E} — класс всех конечных групп, \mathfrak{P} — класс всех простых конечных групп, Ω — непустой подкласс класса \mathfrak{F} . Если $K(G) \subseteq \Omega$, то группа G называется Ω -группой. Через \mathfrak{E}_Ω обозначается класс всех Ω -групп; $O_\Omega(G) = G_{\mathfrak{E}_\Omega}$, $O^\Omega(G) = G^{\mathfrak{E}_\Omega}$ [3].

1. Ω -расслоенные формации конечных групп

Функции $f: \Omega \cup \{\Omega'\} \rightarrow \{\text{формации групп}\}$, $\varphi: \mathfrak{F} \rightarrow \{\text{непустые формации Фиттинга}\}$, принимающие одинаковые значения на изоморфных группах из области определения, называются соответственно ΩF -функцией и FR -функцией [4]. Формация

$$\mathfrak{F} = (G \in \mathfrak{E} \mid G/O_\Omega(G) \in f(\Omega') \text{ и } G/G_{\varphi(A)} \in f(A) \text{ для любого } A \in K(G) \cap \Omega)$$

называется Ω -расслоенной формацией с ΩF -спутником f и направлением φ и обозначается $\mathfrak{F} = \Omega F(f, \varphi)$ [3].

Пусть $A \in \mathfrak{F}$. Направление φ Ω -расслоенной формации называется b_A -направлением, если $\varphi(A)\mathfrak{E}_A = \varphi(A)$ [4].

Теорема 1.1. Пусть $\mathfrak{F}_1 = (1)$, $\mathfrak{F} = \Omega F(f, \varphi)$, где φ — произвольная FR -функция, f — ΩF -функция такая, что $f(\Omega') = (1)$ и для любого $A \in \Omega$ выполняется $f(A) = \emptyset$. Тогда $\mathfrak{F}_1 = \mathfrak{F}$.

Доказательство. 1) Установим, что $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{F}_1$. Пусть $G \in \mathfrak{F}$. Тогда $G/G_{\varphi(A)} \in f(A) = \emptyset$ для любого $A \in K(G) \cap \Omega$. Поэтому $\Omega \cap K(G) = \emptyset$. Так как $G \in \mathfrak{F}$, то $G/O_\Omega(G) \in f(\Omega') = (1)$ и поэтому $G = O_\Omega(G)$. Это означает, что $K(G) \subseteq \Omega$ и $\Omega \cap K(G) = K(G)$. Из $\Omega \cap K(G) = \emptyset$ и $\Omega \cap K(G) = K(G)$ получаем, что $K(G) = \emptyset$ и $G = 1$. Таким образом, $G \in (1)$ и, значит, $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{F}_1$.

2) Покажем, что $\mathfrak{F}_1 \subseteq \mathfrak{F}$. Пусть $G \in \mathfrak{F}_1$. Установим, что $G \in \mathfrak{F}$. Для этого проверим, что выполняются условия: $G/O_\Omega(G) \in f(\Omega')$ (а) и $G/G_{\varphi(A)} \in f(A)$ для любого $A \in K(G) \cap \Omega$ (б). Так как $G \in (1)$, то $G/O_\Omega(G) \in (1) = f(\Omega')$. Следовательно, (а) верно. Пусть $A \in K(G) \cap \Omega$. Так как $G \in \mathfrak{F}_1 = (1)$, то $K(G) = \emptyset$ и поэтому $\Omega \cap K(G) = \emptyset$. Таким образом, (б) верно. Следовательно, $G \in \mathfrak{F}$ и $\mathfrak{F}_1 \subseteq \mathfrak{F}$.

Из 1) и 2) получаем, что $\mathfrak{F}_1 = \mathfrak{F}$. Тем самым установлено, что класс (1) всех единичных групп является Ω -расслоенной формацией с Ω -спутником f , описанным в условии теоремы, и любым направлением φ . Теорема доказана.

Теорема 1.2. Пусть $\mathfrak{F}_1 = \mathfrak{E}$, $\mathfrak{F} = \Omega F(f, \varphi)$, где φ — произвольная FR -функция, f — ΩF -функция такая, что $f(\Omega') = \mathfrak{E}$ и для любого $A \in \Omega$ выполняется $f(A) = \mathfrak{E}$. Тогда $\mathfrak{F}_1 = \mathfrak{F}$.

Доказательство. 1) Пусть $G \in \mathfrak{F}$. Тогда по определению Ω -расслоенной формации $G \in \mathfrak{E} = \mathfrak{F}_1$. Следовательно, $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{F}_1$.

2) Пусть $G \in \mathfrak{F}_1$. Покажем, что $G \in \mathfrak{F}$. Для этого проверим, что выполняются следующие условия: $G/O_\Omega(G) \in f(\Omega')$ (а) и $G/G_{\varphi(A)} \in f(A)$ для любого $A \in K(G) \cap \Omega$ (б). Так как $G \in \mathfrak{F}_1$ и \mathfrak{F}_1 — формация, то $G/O_\Omega(G) \in \mathfrak{F}_1$. Поскольку $f(\Omega') = \mathfrak{F}_1$, то $G/O_\Omega(G) \in f(\Omega')$. Следовательно, (а) верно. Пусть $A \in K(G) \cap \Omega$. Так как $G \in \mathfrak{F}_1$ и \mathfrak{F}_1 — формация, то $G/G_{\varphi(A)} \in \mathfrak{F}_1$. Поскольку $f(A) = \mathfrak{F}_1$, то $G/G_{\varphi(A)} \in f(A)$. Таким образом, (б) верно. Следовательно, $G \in \mathfrak{F}$ и, значит, $\mathfrak{F}_1 \subseteq \mathfrak{F}$.

Из 1) и 2) получаем, что $\mathfrak{F}_1 = \mathfrak{F}$. Тем самым установлено, что класс \mathfrak{E} всех конечных групп является Ω -расслоенной формацией с Ω -спутником f , описанным в условии теоремы, и любым направлением φ . Теорема доказана.

Теорема 1.3. Пусть $\mathfrak{F}_1 = \mathfrak{E}_{\Omega'}$, $\mathfrak{F} = \Omega F(f, \varphi)$, где φ — произвольная FR -функция, f — ΩF -функция такая, что $f(\Omega') = \mathfrak{E}_{\Omega'}$ и для любого $A \in \Omega$ выполняется $f(A) = \emptyset$. Тогда $\mathfrak{F}_1 = \mathfrak{F}$.

Доказательство. 1) Покажем, что $\mathfrak{F}_1 \subseteq \mathfrak{F}$. Пусть $G \in \mathfrak{F}_1$. Так как $\mathfrak{F}_1 = \mathfrak{E}_{\Omega'}$ — формация, то $G/O_\Omega(G) \in \mathfrak{E}_{\Omega'} = f(\Omega')$. Покажем, что для любого $A \in K(G) \cap \Omega$ справедливо $G/G_{\varphi(A)} \in f(A)$. Действительно, так как $G \in \mathfrak{E}_{\Omega'}$, то $K(G) \cap \Omega = \emptyset$. Это означает, что не существует таких $A \in K(G) \cap \Omega$, для которых $G/G_{\varphi(A)} \notin f(A)$. Поэтому утверждение о том, что $G/G_{\varphi(A)} \in f(A)$ для любого $A \in K(G) \cap \Omega$, верно. Таким образом, $G \in \mathfrak{F}$ и $\mathfrak{F}_1 \subseteq \mathfrak{F}$.

2) Покажем, что $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{F}_1$. Пусть $G \in \mathfrak{F}$. Тогда $G/G_{\varphi(A)} \in f(A)$ (а) для любого $A \in K(G) \cap \Omega$. Далее, для любого $A \in K(G) \cap \Omega$ по заданию функции f выполняется $f(A) = \emptyset$ (б). Таким образом, утверждения (а) и (б) выполняются одновременно. Это возможно в единственном случае, когда $K(G) \cap \Omega = \emptyset$. Следовательно, $G \in \mathfrak{E}_{\Omega'} = \mathfrak{F}_1$. Таким образом, $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{F}_1$.

Из 1) и 2) получаем, что $\mathfrak{F}_1 = \mathfrak{F}$. Тем самым установлено, что класс $\mathfrak{E}_{\Omega'}$ всех конечных Ω' -групп является Ω -расслоенной формацией с Ω -спутником f , описанным в условии теоремы, и любым направлением φ . Теорема доказана.

Теорема 1.4. Пусть $p \in \mathbb{P}$, $\mathfrak{F}_1 = \mathfrak{N}_p$, $\mathfrak{F} = \Omega F(f, \varphi)$, где φ — b_{Z_p} -направление, f — ΩF -функция такая, что

$$f(\Omega') = \mathfrak{N}_p \text{ и для любого } A \in \Omega \text{ выполняется } f(A) = \begin{cases} (1), & \text{если } A \in (Z_p) \\ \emptyset, & \text{если } A \in \Omega \setminus (Z_p) \end{cases}. \text{ Тогда } \mathfrak{F}_1 = \mathfrak{F}.$$

Доказательство. 1) Покажем, что $\mathfrak{F}_1 \subseteq \mathfrak{F}$. Пусть $G \in \mathfrak{F}_1$. Так как $\mathfrak{F}_1 = \mathfrak{N}_p$, то по заданию функции f имеем $G/O_\Omega(G) \in f(\Omega')$. Для любого $A \in K(G) \cap \Omega$ из того, что $G \in \mathfrak{N}_p$, следует, что $A \in (Z_p)$. Тогда по условию теоремы $f(A) = f(Z_p) = (1)$. Следовательно, достаточно показать, что $G/G_{\varphi(A)} = 1$. Действительно, так как $G \in \mathfrak{N}_p$ и φ — b_{Z_p} -направление, то $\mathfrak{N}_p \subseteq \varphi(Z_p)\mathfrak{N}_p = \varphi(Z_p)$. Поэтому $G \in \varphi(Z_p) = \varphi(A)$ и $G = G_{\varphi(A)}$. Это означает, что $G/G_{\varphi(A)} = 1 \in f(A)$. Таким образом, $G \in \mathfrak{F}$ и $\mathfrak{F}_1 \subseteq \mathfrak{F}$.

2) Покажем, что $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{F}_1$. Пусть $G \in \mathfrak{F}$. Тогда $G/O_\Omega(G) \in f(\Omega') = \mathfrak{N}_p$. Поскольку $G \in \mathfrak{F}$, то для любого $A \in K(G) \cap \Omega$ справедливо $G/G_{\varphi(A)} \in f(A)$. Следовательно, по заданию функции f для любого $A \in K(G) \cap \Omega$ выполняется $A \in (Z_p)$. Поэтому $K(O_\Omega(G)) \subseteq K(G) \cap \Omega = (Z_p)$, откуда $O_\Omega(G) \in G \in \mathfrak{N}_p$. Тогда $G \in \mathfrak{N}_p$. Таким образом, $G \in \mathfrak{F}_1$ и $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{F}_1$.

Из 1) и 2) получаем, что $\mathfrak{F}_1 = \mathfrak{F}$. Поэтому класс \mathfrak{N}_p всех конечных p -групп является Ω -расслоенной формацией с Ω -спутником f , описанным в условии теоремы, и любым b_{Z_p} -направлением φ . Теорема доказана.

Теорема 1.5. Пусть $\emptyset \neq \pi \subseteq \mathbb{P}$, $\mathfrak{F}_1 = \mathfrak{E}_\pi$, $\Omega_\pi = (A \in \Omega \mid \pi(A) \subseteq \pi)$, $\mathfrak{F} = \Omega F(f, \varphi)$, где φ — произвольная FR-функция, f — ΩF -функция такая, что $f(\Omega') = \mathfrak{E}_\pi$ и для любого $A \in \Omega$ выполняется $f(A) = \begin{cases} \mathfrak{E}_\pi, & \text{если } A \in \Omega_\pi \\ \emptyset, & \text{если } A \in \Omega \setminus \Omega_\pi \end{cases}$.

Тогда $\mathfrak{F}_1 = \mathfrak{F}$.

Доказательство. 1) Покажем, что $\mathfrak{F}_1 \subseteq \mathfrak{F}$. Пусть $G \in \mathfrak{F}_1$. Так как $\mathfrak{F}_1 = \mathfrak{E}_\pi = f(\Omega')$, то $G/O_\Omega(G) \in f(\Omega')$. Для любого $A \in K(G) \cap \Omega$ из $G \in \mathfrak{E}_\pi$ следует, что $\pi(A) \subseteq \pi$. Поэтому $A \in \Omega_\pi$ и, значит, $f(A) = \mathfrak{E}_\pi$. Тогда $G/G_{\varphi(A)} \in \mathfrak{E}_\pi = f(A)$. Таким образом, $G \in \mathfrak{F}$ и $\mathfrak{F}_1 \subseteq \mathfrak{F}$.

2) Покажем, что $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{F}_1$. Пусть $G \in \mathfrak{F}$. Тогда $G/O_\Omega(G) \in f(\Omega') = \mathfrak{E}_\pi$ и для любого $A \in K(G) \cap \Omega$ справедливо $G/G_{\varphi(A)} \in f(A)$. Следовательно, по заданию функции f для любого $A \in K(G) \cap \Omega$ выполняется $A \in \Omega_\pi$. Так как $K(O_\Omega(G)) \subseteq K(G) \cap \Omega \subseteq \Omega_\pi$, то $O_\Omega(G) \in \mathfrak{E}_\pi$. Поэтому $G \in \mathfrak{E}_\pi = \mathfrak{F}_1$ и, значит, $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{F}_1$.

Из 1) и 2) получаем, что $\mathfrak{F}_1 = \mathfrak{F}$. Таким образом, класс \mathfrak{E}_π всех конечных π -групп является Ω -расслоенной формацией с Ω -спутником f , описанным в условии теоремы, и любым направлением φ . Теорема доказана.

2. Ω -расслоенные классы Фиттинга конечных групп

Функции $f: \Omega \cup \{\Omega\} \rightarrow \{\text{классы Фиттинга групп}\}$, $\varphi: \mathfrak{F} \rightarrow \{\text{непустые формации Фиттинга}\}$, принимающие одинаковые значения на изоморфных группах из области определения, называются соответственно ΩR -функцией и FR -функцией [3]. Класс Фиттинга

$$\mathfrak{F} = (G \in \mathfrak{E} \mid O^\Omega(G) \in f(\Omega') \text{ и } G^{\varphi(A)} \in f(A) \text{ для любого } A \in K(G) \cap \Omega)$$

называется Ω -расслоенным классом Фиттинга с ΩR -спутником f и направлением φ и обозначается $\mathfrak{F} = \Omega R(f, \varphi)$ [3]. Пусть $A \in \mathfrak{F}$. Направление φ Ω -расслоенного класса Фиттинга называется b_A -направлением, если $\mathfrak{E}_A \varphi(A) = \varphi(A)$ [4].

Теорема 2.1. Пусть $\mathfrak{F}_1 = (1)$, $\mathfrak{F} = FR(f, \varphi)$, где φ — произвольная FR -функция, f — ΩR -функция такая, что $f(\Omega') = (1)$ и для любого $A \in \Omega$ выполняется $f(A) = \emptyset$. Тогда $\mathfrak{F}_1 = \mathfrak{F}$.

Доказательство. 1) Установим, что $\mathfrak{F}_1 \subseteq \mathfrak{F}$. Пусть $G \in \mathfrak{F}_1$. Тогда $G = 1$. Поэтому $O^\Omega(G) = 1$. Таким образом, $O^\Omega(G) \in \mathfrak{F}$. Это означает, что $O^\Omega(G) \in f(\Omega')$. Далее, так как $G = 1$, то $K(G) = \emptyset$ и, значит, $\Omega \cap K(G) = \emptyset$. Поэтому второе условие из определения \mathfrak{F} выполняется. Следовательно, $G \in \mathfrak{F}$ и $\mathfrak{F}_1 \subseteq \mathfrak{F}$.

2) Покажем, что $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{F}_1$. Пусть $G \in \mathfrak{F}$. Тогда $O^\Omega(G) \in f(\Omega') = (1)$. Поэтому $O^\Omega(G) = 1$ и $G/O^\Omega(G) \cong G \in \mathfrak{E}_\Omega$. Тогда $K(G) \subseteq \Omega$. Так как $G \in \mathfrak{F}$, то $G^{\varphi(A)} \in f(A) = \emptyset$ для любого $A \in \Omega \cap K(G)$. Так как $K(G) \subseteq \Omega$, то $K(G) = \emptyset$. Поэтому $G = 1$ и, значит, $G \in (1) = \mathfrak{F}_1$. Таким образом, $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{F}_1$.

Из 1) и 2) следует, что $\mathfrak{F} = \mathfrak{F}_1$. Тем самым установлено, что класс (1) — Ω -расслоенный класс Фиттинга с Ω -спутником f , описанным в условии теоремы, и любым направлением φ . Теорема доказана.

Теорема 2.2. Пусть $\mathfrak{F}_1 = \mathfrak{E}$, $\mathfrak{F} = \Omega R(f, \varphi)$, где φ — произвольная FR -функция, f — ΩR -функция такая, что $f(\Omega') = \mathfrak{E}$ и для любого $A \in \Omega$ выполняется $f(A) = \mathfrak{E}$. Тогда $\mathfrak{F}_1 = \mathfrak{F}$.

Доказательство. 1) Покажем, что $\mathfrak{F}_1 \subseteq \mathfrak{F}$. Пусть $G \in \mathfrak{F}_1$. Тогда $O^\Omega(G) \in \mathfrak{F}_1 = f(\Omega')$ и $G^{\varphi(A)} \in \mathfrak{E} = f(A)$ для любого $A \in K(G) \cap \Omega$. Следовательно, $G \in \mathfrak{F}$. Поэтому $\mathfrak{F}_1 \subseteq \mathfrak{F}$.

2) Покажем, что $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{F}_1$. Так как \mathfrak{F}_1 – множество всех конечных групп, а \mathfrak{F} состоит только из конечных групп, то $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{F}_1$.

Из 1) и 2) следует, что $\mathfrak{F}_1 = \mathfrak{F}$. Тем самым установлено, что \mathfrak{E} — Ω -расслоенный класс Фиттинга с Ω -спутником f , описанным в условии теоремы, и направлением φ для любой FR -функции φ . Теорема доказана.

Теорема 2.3. Пусть $\mathfrak{F}_1 = \mathfrak{E}_{\Omega'}$, $\mathfrak{F} = \Omega R(f, \varphi)$, где φ — произвольная FR -функция, f — ΩR -функция такая, что $f(\Omega') = \mathfrak{E}_{\Omega'}$ и для любого $A \in \Omega$ выполняется $f(A) = \emptyset$. Тогда $\mathfrak{F}_1 = \mathfrak{F}$.

Доказательство. 1) Покажем, что $\mathfrak{F}_1 \subseteq \mathfrak{F}$. Пусть $G \in \mathfrak{F}_1$. Так как $\mathfrak{F}_1 = \mathfrak{E}_{\Omega'} = f(\Omega')$ и $f(\Omega')$ — класс Фиттинга, то $O^\Omega(G) \in f(\Omega')$. Покажем, что для любого $A \in K(G) \cap \Omega$ справедливо $G^{\varphi(A)} \in f(A)$. Действительно, так как $A \in K(G) \cap \Omega$, то $A \in \Omega$ и, значит, $f(A) = \emptyset$. Поскольку $G \in \mathfrak{E}_{\Omega'}$, то $K(G) \cap \Omega = \emptyset$. Следовательно, утверждение о том, что $G^{\varphi(A)} \in f(A)$ для любого $A \in K(G) \cap \Omega$, верно. Таким образом, $G \in \mathfrak{F}$ и $\mathfrak{F}_1 \subseteq \mathfrak{F}$.

2) Покажем, что $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{F}_1$. Пусть $G \in \mathfrak{F}$. Проверим, что $G \in \mathfrak{F}_1$. Так как $G \in \mathfrak{F}$, то $G^{\varphi(A)} \in f(A)$ (а) для любого $A \in K(G) \cap \Omega$. С другой стороны, для любого $A \in K(G) \cap \Omega$ по заданию функции f выполняется $f(A) = \emptyset$ (б). Из (а) и (б) следует, что $K(G) \cap \Omega = \emptyset$ и, значит, $G \in \mathfrak{E}_{\Omega'}$. Следовательно, $G \in \mathfrak{F}_1$. Таким образом, $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{F}_1$.

Из 1) и 2) получаем, что $\mathfrak{F}_1 = \mathfrak{F}$. Тем самым установлено, что $\mathfrak{E}_{\Omega'}$ — Ω -расслоенный класс Фиттинга с Ω -спутником f , описанным в условии теоремы, и любым направлением φ . Теорема доказана.

Теорема 2.4. Пусть $\mathfrak{F}_1 = \mathfrak{N}_p$, $p \in \mathbb{P}$, $\mathfrak{F} = \Omega R(f, \varphi)$, где $\varphi = b_{Z_p}$ — направление Ω -расслоенного класса Фиттинга, f — ΩR -функция такая, что $f(\Omega') = \mathfrak{N}_p$ и для любого $A \in \Omega$ выполняется

$$f(A) = \begin{cases} (1), & \text{если } A \cong Z_p \\ \emptyset, & \text{если } A \in \Omega \setminus (Z_p) \end{cases}.$$

Тогда $\mathfrak{F}_1 = \mathfrak{F}$.

Доказательство. 1) Покажем, что $\mathfrak{F}_1 \subseteq \mathfrak{F}$. Пусть $G \in \mathfrak{F}_1$. Так как $\mathfrak{F}_1 = \mathfrak{N}_p = f(\Omega')$, то $O^\Omega(G) \in f(\Omega')$. Пусть $A \in \Omega \cap K(G)$. Установим, что $G^{\varphi(A)} \in f(A)$. Поскольку $A \in \Omega \cap K(G)$ и $G \in \mathfrak{N}_p$, то $A \in (Z_p)$. Отсюда следует, что $f(A) = f(Z_p) = (1)$. Поэтому достаточно показать, что $G^{\varphi(A)} = 1$. Действительно, так как $G \in \mathfrak{N}_p$ и $\mathfrak{N}_p \subseteq \mathfrak{N}_p \varphi(Z_p) = \varphi(Z_p)$, то $G \in \varphi(Z_p)$. Отсюда следует, что $G^{\varphi(A)} = 1 \in f(Z_p)$. Таким образом, $G \in \mathfrak{F}$ и $\mathfrak{F}_1 \subseteq \mathfrak{F}$.

2) Покажем, что $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{F}_1$. Пусть $G \in \mathfrak{F}$. Тогда $O^\Omega(G) \in f(\Omega') = \mathfrak{N}_p$ и для любого $A \in \Omega \cap K(G)$ справедливо $G^{\varphi(A)} \in f(A)$. Согласно заданию f , для любого $A \in \Omega \cap K(G)$ справедливо $A \in (Z_p)$. Таким образом, $G/O^\Omega(G) \in \mathfrak{N}_p$ и $O^\Omega(G) \in \mathfrak{N}_p$. Отсюда следует, что $G \in \mathfrak{N}_p$ и, значит, $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{F}_1$.

Из 1) и 2) следует, что $\mathfrak{F} = \mathfrak{F}_1$. Тем самым установлено, что \mathfrak{N}_p — Ω -расслоенный класс Фиттинга с Ω -спутником f , описанным в условии теоремы, и любым b_{Z_p} -направлением φ . Теорема доказана.

Теорема 2.5. Пусть $\emptyset \neq \pi \subseteq \mathbb{P}$, $\mathfrak{F}_1 = \mathfrak{E}_\pi$, $\Omega_\pi = (A \in \Omega \mid \pi(A) \subseteq \pi)$, $\mathfrak{F} = \Omega R(f, \varphi)$, где φ — произвольная FR -функция, f — ΩR -функция такая, что $f(\Omega') = \mathfrak{E}_\pi$ и для любого $A \in \Omega$ справедливо $f(A) = \begin{cases} \mathfrak{E}_\pi, & \text{если } A \in \Omega_\pi \\ \emptyset, & \text{если } A \in \Omega \setminus \Omega_\pi \end{cases}$.

Тогда $\mathfrak{F}_1 = \mathfrak{F}$.

Доказательство. 1) Покажем, что $\mathfrak{F}_1 \subseteq \mathfrak{F}$. Пусть $G \in \mathfrak{F}_1$. Тогда $G \in \mathfrak{N}_p = f(\Omega')$, то $O^\Omega(G) \in f(\Omega')$. Пусть $A \in \Omega \cap K(G)$. Покажем, что $G^{\varphi(A)} \in f(A)$. Так как $G \in \mathfrak{F}_1 = \mathfrak{E}_\pi = f(\Omega')$, то $O^\Omega(G) \in f(\Omega')$. Пусть $A \in \Omega \cap K(G)$. Покажем, что $G^{\varphi(A)} \in f(A)$. Так как $A \in \Omega \cap K(G)$ и $G \in \mathfrak{E}_\pi$, то $A \in \Omega_\pi$. Отсюда следует, что $f(A) = \mathfrak{E}_\pi$ по условию теоремы. Поскольку $G \in \mathfrak{E}_\pi$, то $G^{\varphi(A)} \in \mathfrak{E}_\pi = f(A)$. Таким образом, $G \in \mathfrak{F}$, и поэтому $\mathfrak{F}_1 \subseteq \mathfrak{F}$.

2) Покажем, что $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{F}_1$. Пусть $G \in \mathfrak{F}$. Тогда $O^\Omega(G) \in f(\Omega') = \mathfrak{E}_\pi$ и для любого $A \in \Omega \cap K(G)$ справедливо $G^{\varphi(A)} \in f(A)$. По заданию f для любого $A \in \Omega \cap K(G)$ выполняется $A \in \Omega_\pi$. Отсюда следует, что $\Omega \cap K(G) \subseteq \Omega_\pi$. Из $K(G/O^\Omega(G)) \subseteq \Omega \cap K(G) \subseteq \Omega_\pi$ следует, что $G/O^\Omega(G) \in \mathfrak{E}_\pi$. Поэтому $G \in \mathfrak{E}_\pi$. Так как $G \in \mathfrak{E}_\pi$, то $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{F}_1$.

Из 1) и 2) следует, что $\mathfrak{F} = \mathfrak{F}_1$. Тем самым установлено, что \mathfrak{E}_π — Ω -расслоенный класс Фиттинга с Ω -спутником f , описанным в условии теоремы, и любым направлением φ . Теорема доказана.

Литература:

1. Doerk, K. Finite soluble groups / K. Doerk, T. Hawkes. — Berlin — New York: Walter de Gruyter, 1992. — 901 с.
2. Gaschutz, W. Zur Theorie der endlichen auflösbaren Gruppen / W. Gaschutz // Math. Z. — 1963. V. 80, N4. — P. 300–305.
3. Ведерников, В. А., Сорокина, М. М. Ω -расслоенные формации и классы Фиттинга конечных групп / В. А. Ведерников, М. М. Сорокина // Дискретная математика. — 2001. — Том 13, Выпуск 3. — С. 125–144.
4. Ведерников, В. А. Максимальные спутники Ω -расслоенных формаций и классов Фиттинга / В. А. Ведерников // Труды ИММ УрО РАН. — 2001. — Том 7, № 2. — С. 55–71.
5. Воробьев Н. Н. Алгебра классов конечных групп. — Витебск: ВГУ имени П. М. Машерова, 2012. — 322 с.
6. Скиба, А. Н. Алгебра формаций / А. Н. Скиба. — Минск: Беларуская навука, 1997. — 240 с.
7. Шеметков, Л. А. Формации конечных групп / Л. А. Шеметков. — М.: Наука, 1978. — 272 с.

ФИЗИКА

Моделирование асинхронного двигателя с переменными $i_s - \psi_m$ в системе относительных единиц в Matlab и Си

Емельянов Александр Александрович, старший преподаватель;

Бесклеткин Виктор Викторович, старший преподаватель;

Агзамов Игорь Маратович, студент;

Зорин Дмитрий Иванович, студент;

Зозулин Михаил Сергеевич, студент;

Онищенко Константин Юрьевич, студент;

Блинов Егор Константинович, студент;

Лоскутов Владислав Алексеевич, студент

Российский государственный профессионально-педагогический университет (г. Екатеринбург)

Пестеров Дмитрий Ильич, студент магистратуры

Уральский государственный университет путей сообщения (г. Екатеринбург)

В данной работе дадим сравнение математических моделей асинхронного двигателя с переменными $i_s - \psi_m$ в Matlab-Simulink, Matlab-Script и Си.

1. Определение статорного тока i_{sx}

Matlab-Simulink:

В работе [1] была получена структурная схема для определения статорного тока i_{sx} в Simulink (рис. 1) по следующему уравнению:

$$i_{sx} = \left[\underbrace{\frac{r_{rk} \cdot k_r}{l_m} \cdot \psi_{mx}}_1 + \underbrace{u_{sx}}_2 + \underbrace{l_\sigma \cdot (\omega_\kappa \cdot i_{sy})}_3 + \underbrace{(\omega \cdot \psi_{my})}_5 - \underbrace{l_{\sigma r} \cdot k_r \cdot (\omega \cdot i_{sy})}_4 \right] \cdot \frac{1/r_{s1}}{T_{s1}' \cdot s + 1}, \quad (1)$$

где $T_{s1}' = \frac{T_{s1}}{\Omega_\sigma}$ — постоянная времени статорной обмотки.

Matlab-Script:

Преобразуем уравнение (1) для программирования в Matlab-Script:

$$T_{s1}' \cdot s \cdot i_{sx} + i_{sx} = \frac{r_{rk} \cdot k_r}{r_{s1} \cdot l_m} \cdot \psi_{mx} + \frac{1}{r_{s1}} \cdot u_{sx} + \frac{l_\sigma}{r_{s1}} \cdot (\omega_\kappa \cdot i_{sy}) + \frac{1}{r_{s1}} \cdot (\omega \cdot \psi_{my}) - \frac{l_{\sigma r} \cdot k_r}{r_{s1}} \cdot (\omega \cdot i_{sy}).$$

Переходим к оригиналу ($s = d/dt$):

$$\frac{di_{sx}}{dt} = \left[-i_{sx} + \frac{r_{rk} \cdot k_r}{r_{s1} \cdot l_m} \cdot \psi_{mx} + \frac{1}{r_{s1}} \cdot u_{sx} + \frac{l_\sigma}{r_{s1}} \cdot (\omega_\kappa \cdot i_{sy}) + \frac{1}{r_{s1}} \cdot (\omega \cdot \psi_{my}) - \frac{l_{\sigma r} \cdot k_r}{r_{s1}} \cdot (\omega \cdot i_{sy}) \right] \cdot \frac{1}{T_{s1}'}$$

Переходим к конечным разностям (метод Эйлера):

$$\frac{i_{sx}(i+1) - i_{sx}(i)}{dt} = \left[-i_{sx}(i) + \frac{r_{rk} \cdot k_r}{r_{s1} \cdot l_m} \cdot \psi_{mx}(i) + \frac{1}{r_{s1}} \cdot u_{sx}(i) + \frac{l_\sigma}{r_{s1}} \cdot \omega_\kappa(i) \cdot i_{sy}(i) + \frac{1}{r_{s1}} \cdot \omega(i) \cdot \psi_{my}(i) - \frac{l_{\sigma r} \cdot k_r}{r_{s1}} \cdot \omega(i) \cdot i_{sy}(i) \right] \cdot \frac{1}{T_{s1}'}$$

Отсюда ток i_{sx} в Matlab-Script определится следующим образом [1]:

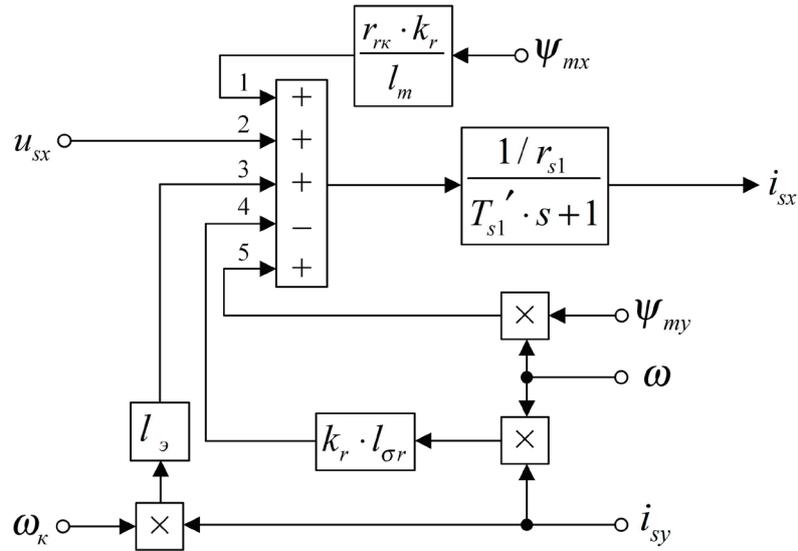


Рис. 1. Структурная схема для определения тока i_{sx} в Simulink

$$i_{sx}(i+1) = i_{sx}(i) + \left[-i_{sx}(i) + \frac{r_{rk} \cdot k_r}{r_{s1} \cdot l_m} \cdot \psi_{mx}(i) + \frac{1}{r_{s1}} \cdot u_{sx}(i) + \frac{l_э}{r_{s1}} \cdot \omega_\kappa(i) \cdot i_{sy}(i) + \frac{1}{r_{s1}} \cdot \omega(i) \cdot \psi_{my}(i) - \frac{l_{\sigma r} \cdot k_r}{r_{s1}} \cdot \omega(i) \cdot i_{sy}(i) \right] \cdot \frac{dt}{T_{s1}'} \quad (1')$$

Си:

Исключив (i) и (i+1) из (1'), получим выражение i_{sx} на языке Си:

$$i_{sx} = i_{sx} + \left[-i_{sx} + \frac{r_{rk} \cdot k_r}{r_{s1} \cdot l_m} \cdot \psi_{mx} + \frac{1}{r_{s1}} \cdot u_{sx} + \frac{l_э}{r_{s1}} \cdot \omega_\kappa \cdot i_{sy} + \frac{1}{r_{s1}} \cdot \omega \cdot \psi_{my} - \frac{l_{\sigma r} \cdot k_r}{r_{s1}} \cdot \omega \cdot i_{sy} \right] \cdot \frac{dt}{T_{s1}'}$$

Видимо, если циклы будут составлять несколько сотен тысяч, то это скажется на быстродействии.

2. Определение статорного тока i_{sy}

Уравнение для определения тока i_{sy} в Simulink, полученное в работе [1]:

$$i_{sy} = \left[\underbrace{\frac{r_{rk} \cdot k_r}{l_m} \cdot \psi_{my}}_5 + \underbrace{u_{sy}}_4 - \underbrace{l_э \cdot (\omega_\kappa \cdot i_{sx})}_3 - \underbrace{(\omega \cdot \psi_{mx})}_1 + \underbrace{l_{\sigma r} \cdot k_r \cdot (\omega \cdot i_{sx})}_2 \right] \cdot \frac{1/r_{s1}}{T_{s1}' \cdot s + 1} \quad (2)$$

Структурная схема реализации уравнения (2) приведена на рис. 2.

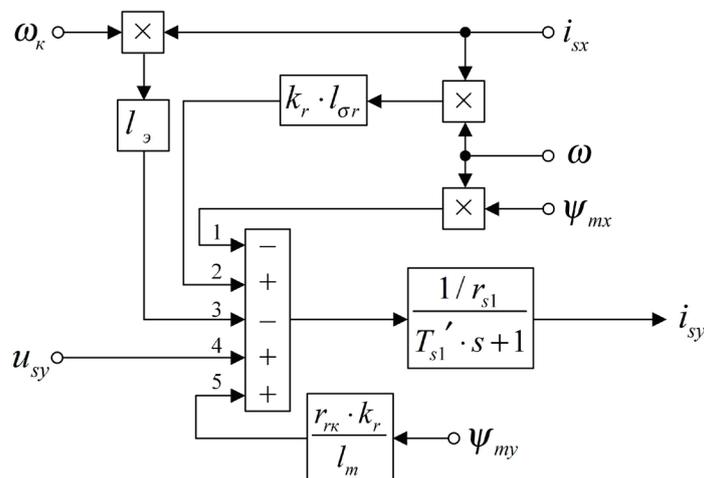


Рис. 2. Структурная схема для определения тока i_{sy} в Simulink

Аналогично преобразуем выражение тока i_{sy} для Matlab-Script [1]:

$$i_{sy}(i+1) = i_{sy}(i) + \left[-i_{sy}(i) + \frac{r_{rk} \cdot k_r}{r_{s1} \cdot l_m} \cdot \psi_{my}(i) + \frac{1}{r_{s1}} \cdot u_{sy}(i+1) - \frac{l_3}{r_{s1}} \cdot \omega_{\kappa}(i) \cdot i_{sx}(i) - \frac{1}{r_{s1}} \cdot \omega(i) \cdot \psi_{mx}(i) + \frac{l_{or} \cdot k_r}{r_{s1}} \cdot \omega(i) \cdot i_{sx}(i) \right] \cdot \frac{dt}{T_{s1}'} \quad (2')$$

Из уравнения (2') получим выражение i_{sy} для программирования на Си:

$$i_{sy} = i_{sy} + \left[-i_{sy} + \frac{r_{rk} \cdot k_r}{r_{s1} \cdot l_m} \cdot \psi_{my} + \frac{1}{r_{s1}} \cdot u_{sy} - \frac{l_3}{r_{s1}} \cdot \omega_{\kappa} \cdot i_{sx} - \frac{1}{r_{s1}} \cdot \omega \cdot \psi_{mx} + \frac{l_{or} \cdot k_r}{r_{s1}} \cdot \omega \cdot i_{sx} \right] \cdot \frac{dt}{T_{s1}'}$$

3. Определение потокосцепления ψ_{mx}

В работе [1] была получена структурная схема для определения потокосцепления ψ_{mx} в Simulink (рис. 3) по следующему уравнению:

$$\psi_{mx} = \left[\underbrace{r_{srk} \cdot i_{sx}}_1 + \underbrace{\frac{l_{or}}{l_{os}} \cdot u_{sx}}_2 + \underbrace{\frac{l_3}{l_{os} \cdot k_r} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot \psi_{my}) - \frac{1}{k_r} \cdot (\omega \cdot \psi_{my}) + l_{or} \cdot (\omega \cdot i_{sy})}_3 \right] \cdot \left(\frac{1/r_{rk}}{T_{m1}' \cdot s + 1} \right) \cdot l_m \quad (3)$$

где $T_m' = \frac{T_m}{\Omega_{\phi}}$ — постоянная времени потокосцепления в воздушном зазоре.

Преобразуем уравнение (3) для программирования в Matlab-Script:

$$\frac{T_{m1}'}{\Omega_{\phi}} \cdot s \cdot \psi_{mx} + \psi_{mx} = \frac{l_m \cdot r_{srk}}{r_{rk}} \cdot i_{sx} + \frac{l_m \cdot l_{or}}{r_{rk} \cdot l_{os}} \cdot u_{sx} + \frac{l_m \cdot l_3}{r_{rk} \cdot l_{os} \cdot k_r} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot \psi_{my}) - \frac{l_m}{r_{rk}} \cdot (\omega \cdot \psi_{my}) + \frac{l_m \cdot l_{or}}{r_{rk}} \cdot (\omega \cdot i_{sy})$$

Переходим к оригиналу:

$$\frac{d\psi_{mx}}{dt} = \left[-\psi_{mx} + \frac{l_m \cdot r_{srk}}{r_{rk}} \cdot i_{sx} + \frac{l_m \cdot l_{or}}{r_{rk} \cdot l_{os}} \cdot u_{sx} + \frac{l_m \cdot l_3}{r_{rk} \cdot l_{os} \cdot k_r} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot \psi_{my}) - \frac{l_m}{r_{rk}} \cdot (\omega \cdot \psi_{my}) + \frac{l_m \cdot l_{or}}{r_{rk}} \cdot (\omega \cdot i_{sy}) \right] \cdot \frac{1}{T_{m1}'}$$

Переходим к конечным разностям:

$$\frac{\psi_{mx}(i+1) - \psi_{mx}(i)}{dt} = \left[-\psi_{mx}(i) + \frac{l_m \cdot r_{srk}}{r_{rk}} \cdot i_{sx}(i) + \frac{l_m \cdot l_{or}}{r_{rk} \cdot l_{os}} \cdot u_{sx}(i) + \frac{l_m \cdot l_3}{r_{rk} \cdot l_{os} \cdot k_r} \cdot \omega_{\kappa}(i) \cdot \psi_{my}(i) - \frac{l_m}{r_{rk}} \cdot \omega(i) \cdot \psi_{my}(i) + \frac{l_m \cdot l_{or}}{r_{rk}} \cdot \omega(i) \cdot i_{sy}(i) \right] \cdot \frac{1}{T_{m1}'}$$

Определим потокосцепление ψ_{mx} в Matlab-Script:

$$\psi_{mx}(i+1) = \psi_{mx}(i) + \left[-\psi_{mx}(i) + \frac{l_m \cdot r_{srk}}{r_{rk}} \cdot i_{sx}(i) + \frac{l_m \cdot l_{or}}{r_{rk} \cdot l_{os}} \cdot u_{sx}(i) + \frac{l_m \cdot l_3}{r_{rk} \cdot l_{os} \cdot k_r} \cdot \omega_{\kappa}(i) \cdot \psi_{my}(i) - \frac{l_m}{r_{rk}} \cdot \omega(i) \cdot \psi_{my}(i) + \frac{l_m \cdot l_{or}}{r_{rk}} \cdot \omega(i) \cdot i_{sy}(i) \right] \cdot \frac{dt}{T_{m1}'}$$

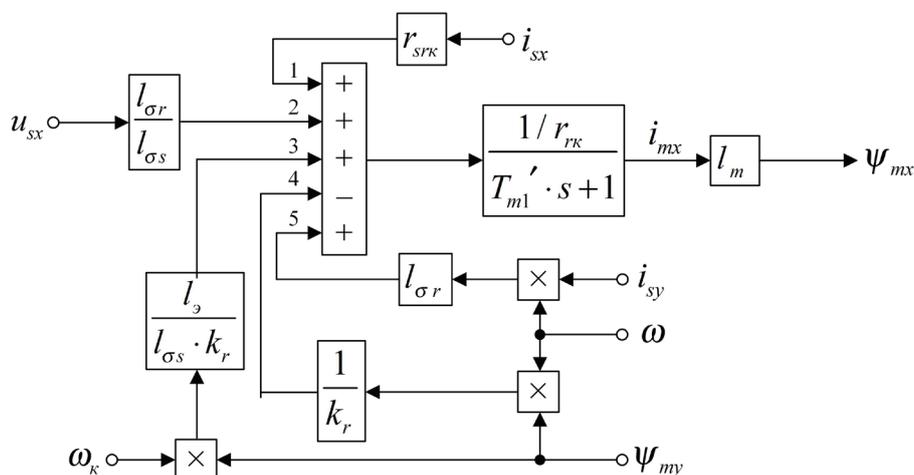


Рис. 3. Структурная схема для определения потокосцепления ψ_{mx} в Simulink

Уравнение потокосцепления ψ_{mx} для программирования на языке Си:

$$\psi_{mx} = \psi_{mx} + \left[-\psi_{mx} + \frac{l_m \cdot r_{srk}}{r_{rk}} \cdot i_{sx} + \frac{l_m \cdot l_{or}}{r_{rk} \cdot l_{os}} \cdot u_{sy} + \frac{l_m \cdot l_{\sigma}}{r_{rk} \cdot l_{os} \cdot k_r} \cdot \omega_{\kappa} \cdot \psi_{my} - \frac{l_m}{r_{rk} \cdot k_r} \cdot \omega \cdot \psi_{my} + \frac{l_m \cdot l_{or}}{r_{rk}} \cdot \omega \cdot i_{sy} \right] \cdot \frac{dt}{T_{m1}'}$$

4. Определение потокосцепления ψ_{my}

Уравнение ψ_{my} в Simulink, полученное в работе [1], имеет вид:

$$\psi_{my} = \left[\frac{r_{srk} \cdot i_{sy}}{5} + \frac{l_{or}}{4} \cdot u_{sy} - \frac{l_{\sigma}}{3} \cdot (\omega_{\kappa} \cdot \psi_{mx}) + \frac{1}{2} \cdot (\omega \cdot \psi_{mx}) - \frac{l_{or}}{1} \cdot (\omega \cdot i_{sx}) \right] \cdot \left(\frac{1/r_{rk}}{T_{m1}' \cdot s + 1} \right) \cdot l_m \quad (4)$$

Структурная схема реализации уравнения (4) приведена на рис. 4.

Аналогично преобразуем выражение ψ_{my} для Matlab-Script [1]:

$$\psi_{my}(i+1) = \psi_{my}(i) + \left[-\psi_{my}(i) + \frac{l_m \cdot r_{srk}}{r_{rk}} \cdot i_{sy}(i) + \frac{l_m \cdot l_{or}}{r_{rk} \cdot l_{os}} \cdot u_{sy}(i) - \frac{l_m \cdot l_{\sigma}}{r_{rk} \cdot l_{os} \cdot k_r} \cdot \omega_{\kappa}(i) \cdot \psi_{mx}(i) + \frac{l_m}{r_{rk} \cdot k_r} \cdot \omega(i) \cdot \psi_{mx}(i) - \frac{l_m \cdot l_{or}}{r_{rk}} \cdot \omega(i) \cdot i_{sx}(i) \right] \cdot \frac{dt}{T_{m1}'}$$

Уравнение ψ_{my} для программирования на языке Си будет иметь вид:

$$\psi_{my} = \psi_{my} + \left[-\psi_{my} + \frac{l_m \cdot r_{srk}}{r_{rk}} \cdot i_{sy} + \frac{l_m \cdot l_{or}}{r_{rk} \cdot l_{os}} \cdot u_{sy} - \frac{l_m \cdot l_{\sigma}}{r_{rk} \cdot l_{os} \cdot k_r} \cdot \omega_{\kappa} \cdot \psi_{mx} + \frac{l_m}{r_{rk} \cdot k_r} \cdot \omega \cdot \psi_{mx} - \frac{l_m \cdot l_{or}}{r_{rk}} \cdot \omega \cdot i_{sx} \right] \cdot \frac{dt}{T_{m1}'}$$

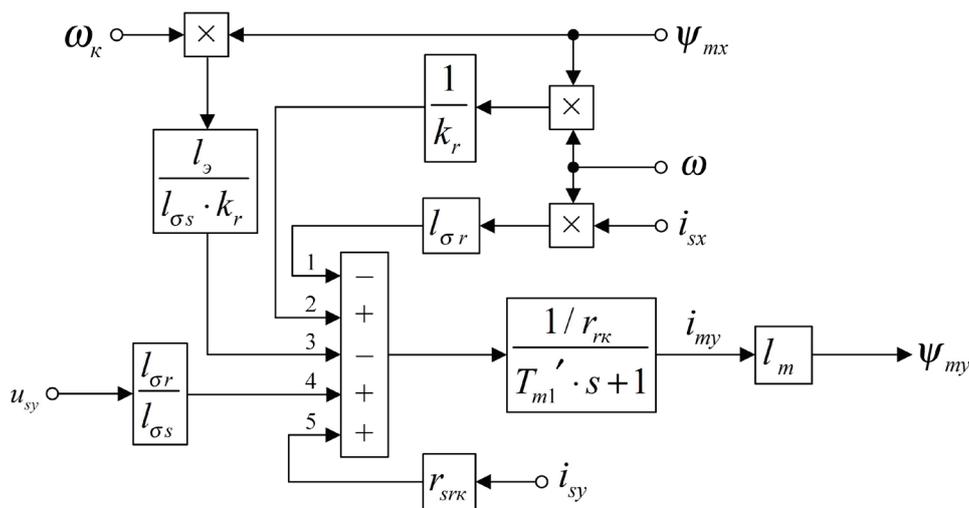


Рис. 4. Структурная схема для определения потокосцепления ψ_{my} в Simulink

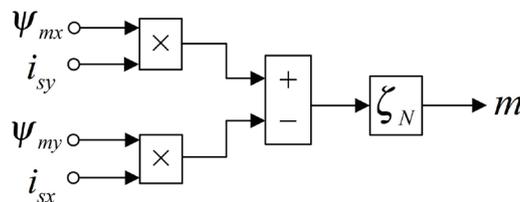


Рис. 5. Математическая модель электромагнитного момента m в Simulink

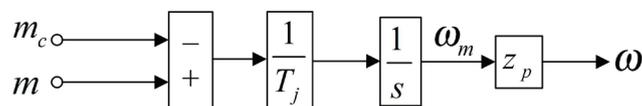


Рис. 6. Математическая модель определения электрической скорости вращения ротора в Simulink

```

Editor - F:\psim_is.m
psim_is.m
1 % Номинальные данные
2 PN=320000; UsN=380; IsN=324; fN=50; Omega0N=104.7; OmegaN=102.83; zp=3;
3 % Параметры T-образной схемы замещения при номинальной частоте
4 Rs=0.0178; Xs=0.118; Xr=0.123; Xm=4.552; J=28;
5 % Базисные величины системы относительных единиц
6 Ub=sqrt(2)*UsN; Ib=sqrt(2)*IsN; kd=1.0084; OmegaaN=2*pi*fN;
7 Omegab=OmegasN; Zb=Ub/Ib; Mb=kd*PN/OmegaN;
8 Omegarb=Omegab/zp; Pb=Mb*Omegarb;
9 % Расчет коэффициентов
10 rs=Rs/Zb; lbs=Xs/Zb; lbr=Xr/Zb; lm=Xm/Zb; roN=0.9962; betaN=(Omega0N-OmegaN)/Omega0N;
11 rrk=roN*betaN; kr=lm/(lm+lbr); SsN=3*UsN*IsN; Tj=J*Omegarb/Mb;
12 ZetaN=SsN/Pb; le=lbs+kr*lbr; rs1=kr*rrk+rs; rsrk=rrk-rs*lbr/lbs;
13 Ts1=le/rs1; Tm1=lm*le/(rrk*kr*lbs);
14 Ts11=Ts1/Omegab; Tm11=Tm1/Omegab;
    
```

Рис. 7. Расчет параметров асинхронного двигателя в Script

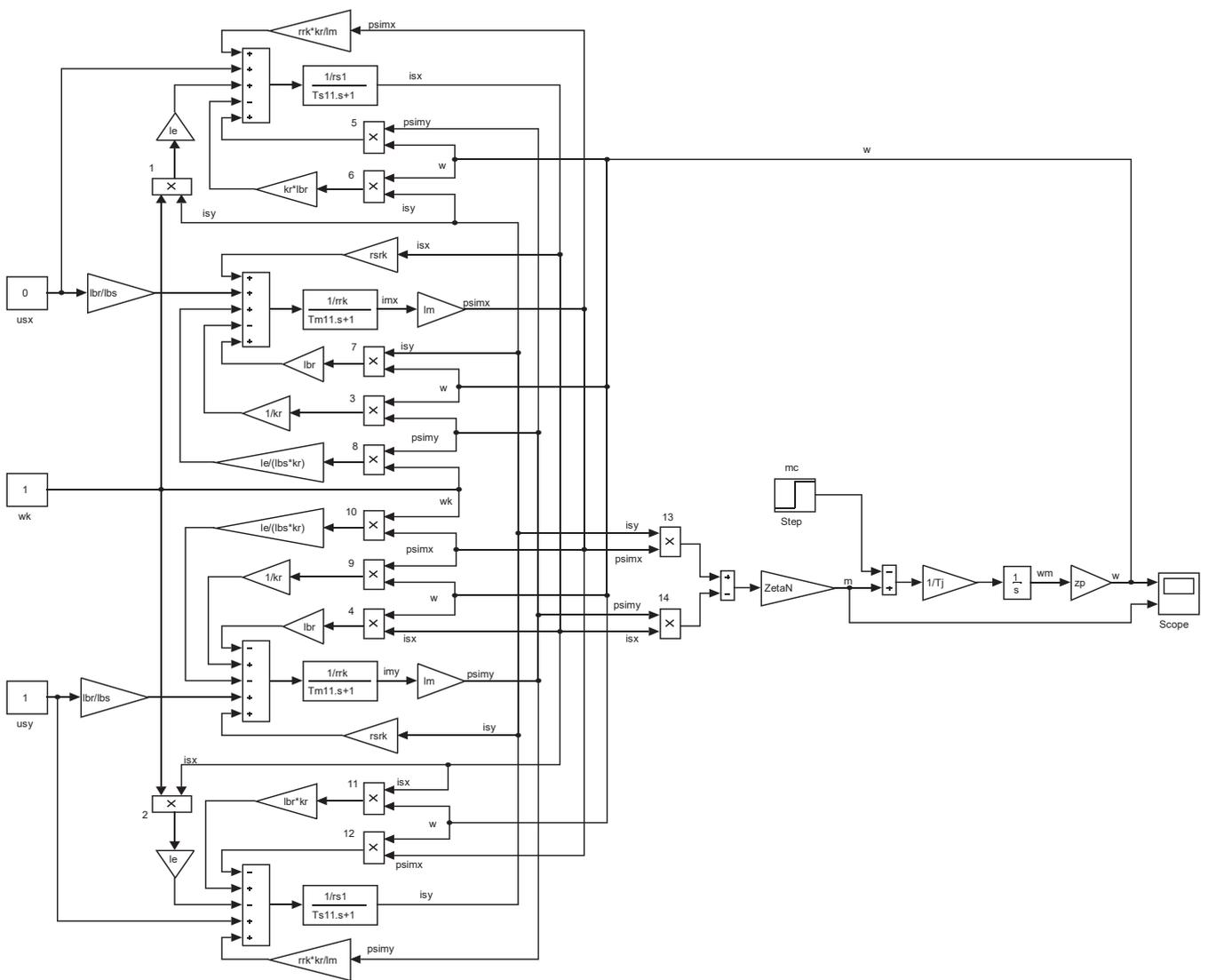


Рис. 8. Математическая модель асинхронного двигателя с переменными i_s — ψ_m на выходе аperiodических звеньев в Matlab-Simulink

На рис. 5 представлена структурная схема для реализации уравнения электромагнитного момента в Matlab-Simulink:

$$m = \zeta_N \cdot (\psi_{mx} \cdot i_{sy} - \psi_{my} \cdot i_{sx}).$$

Уравнение электромагнитного момента для Matlab-Script:

$$m(i+1) = \zeta_N \cdot [\psi_{mx}(i+1) \cdot i_{sy}(i+1) - \psi_{my}(i+1) \cdot i_{sx}(i+1)].$$

Уравнение электромагнитного момента для реализации на языке Си:

$$m = \zeta_N \cdot (\psi_{mx} \cdot i_{sy} - \psi_{my} \cdot i_{sx}).$$

Электрическая скорость вращения ротора в Simulink (рис. 6):

$$\omega = \omega_m \cdot z_p = (m - m_c) \cdot \frac{1}{T_j} \cdot \frac{1}{s} \cdot z_p,$$

где ω_m — механическая угловая скорость на валу двигателя.

Определение электрической скорости вращения ротора в Matlab-Script:

$$\frac{d\omega}{dt} = (m - m_c) \cdot \frac{1}{T_j} \cdot z_p;$$

$$\frac{\omega(i+1) - \omega(i)}{dt} = (m(i) - m_c) \cdot \frac{1}{T_j} \cdot z_p;$$

$$\omega(i+1) = \omega(i) + (m(i) - m_c) \cdot \frac{dt}{T_j} \cdot z_p.$$

Уравнение электрической скорости на языке Си:

$$\omega = \omega + (m - m_c) \cdot \frac{dt}{T_j} \cdot z_p.$$

Математическая модель асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором с переменными $i_s - \psi_m$ на выходе аperiodических звеньев приведена на рис. 8. Параметры асинхронного двигателя рассмотрены в работах [2] и [3].

Расчет параметров производим в Script (рис. 7).

Результаты моделирования асинхронного двигателя в Simulink представлены на рис. 9.

Реализация математической модели асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором с переменными $i_s - \psi_m$ в Matlab-Script в системе относительных единиц приведена на рис. 10.

Результаты моделирования асинхронного двигателя в Matlab-Script даны на рис. 11.

Математическая модель асинхронного двигателя с переменными $i_s - \psi_m$ на языке программирования Си дана на рис. 12.

Результаты моделирования асинхронного двигателя на языке Си даны на рис. 13.

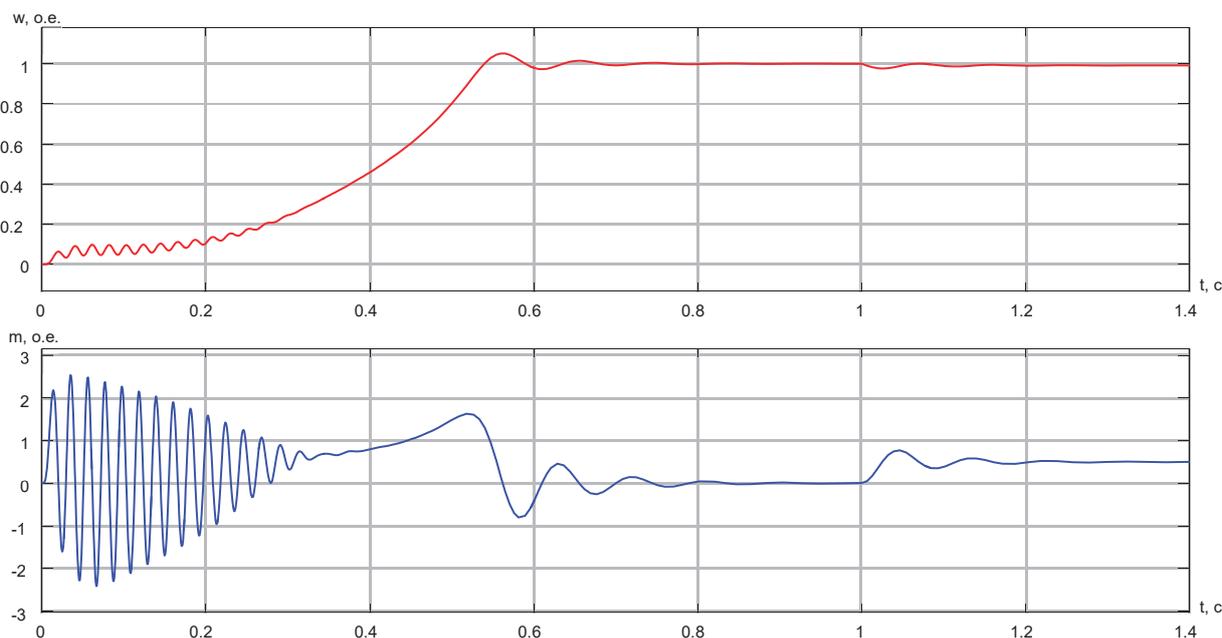


Рис. 9. Графики скорости и электромагнитного момента в Simulink

```

Editor - F:\psim_is_AD.m
psim_is_AD.m x +
1      % Номинальные данные
2      PN=320000; UsN=380; IsN=324; fN=50; Omega0N=104.7; OmegaN=102.83; zp=3;
3      % Параметры T-образной схемы замещения при номинальной частоте
4      Rs=0.0178; Xs=0.118; Xr=0.123; Xm=4.552; J=28;
5      % Базисные величины системы относительных единиц
6      Ub=sqrt(2)*UsN;      Ib=sqrt(2)*IsN;      kd=1.0084;      OmegasN=2*pi*fN;
7      Omegab=OmegasN;      Zb=Ub/Ib;      Mb=kd*PN/OmegaN;
8      Omegarb=Omegab/zp;      Pb=Mb*Omegarb;
9      % Расчет коэффициентов
10     rs=Rs/Zb;      lbs=Xs/Zb;      lbr=Xr/Zb;      lm=Xm/Zb;      roN=0.9962;
11     betaN=(Omega0N-OmegaN)/Omega0N;
12     rrk=roN*betaN;      kr=lm/(lm+lbr);      SsN=3*UsN*IsN;      Tj=J*Omegarb/Mb;
13     ZetaN=SsN/Pb;      le=lbs+kr*lbr;      rs1=kr*rrk+rs;      rsrk=rrk-rs*lbr/lbs;
14     Ts1=le/rs1;      Tm1=lm*le/(rrk*kr*lbs);
15     Ts11=Ts1/Omegab;      Tm11=Tm1/Omegab;
16     % Расчет модели асинхронного двигателя
17     dt=0.000001;      t=0;      t1=1.4;
18     cnt=t1/dt;
19     for i=1:cnt
20         if(t>=1)
21             mc=0.5;
22         else
23             mc=0;
24         end;
25         wk(i)=1;      usx(i)=0;      usy(i)=1;      isx(1)=0;      isy(1)=0;
26         psimx(1)=0;      psimy(1)=0;      w(1)=0;
27         isx(i+1)=isx(i)+(-isx(i)+(rrk*kr/(rs1*lm))*psimx(i)+(1/rs1)*...
28             usx(i)+(le/rs1)*wk(i)*isy(i)+(1/rs1)*w(i)*psimy(i)-(lbr*kr/rs1)*...
29             w(i)*isy(i))*dt/Ts11;
30         isy(i+1)=isy(i)+(-isy(i)+(rrk*kr/(rs1*lm))*psimy(i)+(1/rs1)*...
31             usy(i)-(le/rs1)*wk(i)*isx(i)-(1/rs1)*w(i)*psimx(i)+(lbr*kr/rs1)*...
32             w(i)*isx(i))*dt/Ts11;
33         psimx(i+1)=psimx(i)+(-psimx(i)+(lm*rsrk/rrk)*isx(i)+(lm*lbr/(rrk*lbs))*...
34             usx(i)+(lm*le/(rrk*lbs*kr))*wk(i)*psimy(i)-(lm/(rrk*kr))*...
35             w(i)*psimy(i)+(lm*lbr/rrk)*w(i)*isy(i))*dt/Tm11;
36         psimy(i+1)=psimy(i)+(-psimy(i)+(lm*rsrk/rrk)*isy(i)+(lm*lbr/(rrk*lbs))*...
37             usy(i)-(lm*le/(rrk*lbs*kr))*wk(i)*psimx(i)+(lm/(rrk*kr))*...
38             w(i)*psimx(i)-(lm*lbr/rrk)*w(i)*isx(i))*dt/Tm11;
39         m(i+1)=ZetaN*(psimx(i+1)*isy(i+1)-psimy(i+1)*isx(i+1));
40         w(i+1)=w(i)+(m(i)-mc)*zp*dt/Tj;
41         t=t+dt;
42         % mass
43         mass_t(i)=i*dt;
44         mass_m(i)=m(i+1);
45         mass_w(i)=w(i+1);
46     end;
47     % Построение графиков
48     figure(1);
49     plot(mass_t,mass_w,'r');
50     grid on;
51     figure(2);
52     plot(mass_t,mass_m,'b');
53     grid on;

```

Рис. 10. Математическая модель асинхронного двигателя с переменными i_s — ψ_m в Matlab-Script

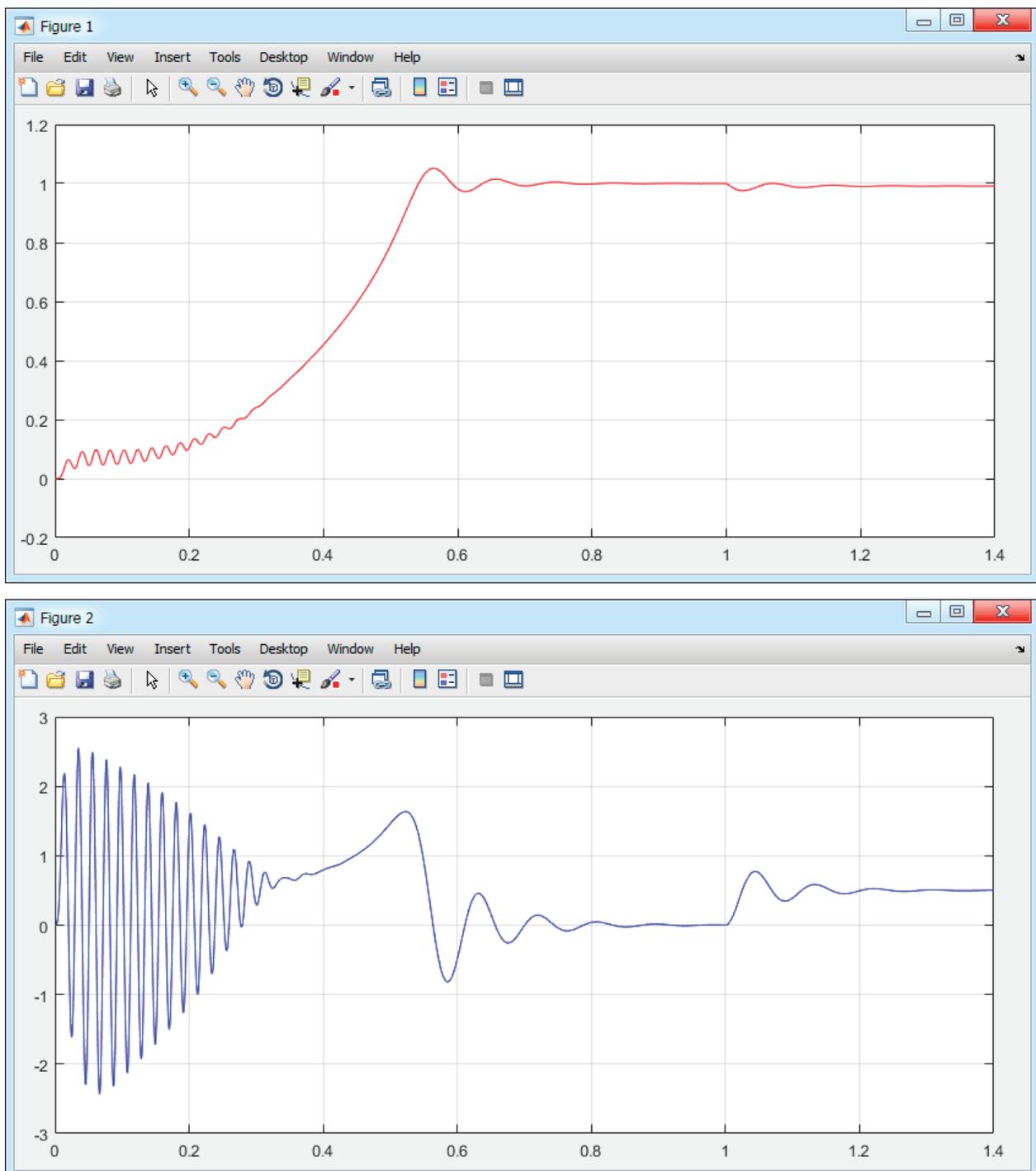


Рис. 11. Графики скорости и электромагнитного момента в Matlab-Script

```

main.c x
1  #include <stdio.h>
2  #undef __STRICT_ANSI__
3  #include <math.h>
4  #include "gnuplot_i.h"
5  #define FILENAME "tmp.txt"
6  int main(void) {
7  // номинальные данные
8  const double PN=320000, UsN=380, IsN=324, fN=50, OmegaON=104.7, OmegaN=102.83, zp=3,
9  // параметры T-образной схемы замещения при номинальной частоте
10  Rs=0.0178, Xs=0.118, Xr=0.123, Xm=4.552, J=28,
11  // базисные величины системы относительных единиц
12  Ub=sqrt(2)*UsN, Ib=sqrt(2)*IsN, kd=1.0084, OmegasN=2*3.14*fN,
13  Omegab=OmegasN, Zb=Ub/Ib, Mb=kd*PN/OmegaN,
14  Omegarb=Omegab/zp, Pb=Mb*Omegarb,
15  // расчет коэффициентов
16  rs=Rs/Zb, lbs=Xs/Zb, lbr=Xr/Zb, lm=Xm/Zb, roN=0.9962,
17  betaN=(OmegaON-OmegaN)/OmegaON,
18  rrk=roN*betaN, kr=lm/(lm+lbr), SsN=3*UsN*IsN, Tj=J*Omegarb/Mb,
19  ZetaN=SsN/Pb, le=lbs+kr*lbr, rs1=kr*rrk+rs, rsrk=rrk-rs*lbr/lbs,
20  Ts1=le/rs1, Tm1=lm*le/(rrk*kr*lbs),
21  Ts11=Ts1/Omegab, Tm11=Tm1/Omegab;
22  // переменные математической модели асинхронного двигателя
23  double wk=1, usx=0, usy=1, isx=0, isy=0, psimx=0, psimy=0, w=0, m=0, mc=0;
24  double dt=1e-3; // шаг интегрирования
25  double t=0; // текущее значение времени
26  double t1=1.4; // конечное значение времени расчета
27  unsigned int cnt=t1/dt; // количество точек
28  // Создаем временный файл, в который будем записывать текущие значения
29  FILE *fp = fopen(FILENAME, "w");
30  // цикл расчета
31  for (unsigned int i = 0; i < cnt; i++) {
32  // подача возмущающего воздействия
33  mc = (t >= 1.0f)? 0.5f: 0.0f;
34  // расчет мат модели асинхронного двигателя
35  isx=isx+(-isx+(rrk*kr/(rs1*lm))*psimx+(1/rs1)*usx+(le/rs1)*wk*isy+\
36  (1/rs1)*w*psimy-(lbr*kr/rs1)*w*isy)*dt/Ts11;
37  isy=isy+(-isy+(rrk*kr/(rs1*lm))*psimy+(1/rs1)*usy-(le/rs1)*wk*isx-\
38  (1/rs1)*w*psimx+(lbr*kr/rs1)*w*isx)*dt/Ts11;
39  psimx=psimx+(-psimx+(lm*rsrk/rrk)*isx+(lm*lbr/(rrk*lbs))*usx+(lm*le/(rrk*lbs*kr))*\
40  wk*psimy-(lm/(rrk*kr))*w*psimy+(lm*lbr/rrk)*w*isy)*dt/Tm11;
41  psimy=psimy+(-psimy+(lm*rsrk/rrk)*isy+(lm*lbr/(rrk*lbs))*usy-(lm*le/(rrk*lbs*kr))*\
42  wk*psimx+(lm/(rrk*kr))*w*psimx-(lm*lbr/rrk)*w*isx)*dt/Tm11;
43  m=ZetaN*(psimx*isy-psimy*isx);
44  w=w+(m-mc)*zp*dt/Tj;
45  // записываем точки во временный файл
46  fprintf(fp,"%f\t%f\t%f\n", t, m, w);
47  // увеличиваем переменную время
48  t=t+dt;
49  }
50  // Закрываем текстовый файл с текущими значениями
51  fclose(fp);
52  // Рисуем графики
53  gnuplot_ctrl *h;
54  h=gnuplot_init();
55  gnuplot_cmd(h, "set grid xtics ytics"); // вкл сетка
56  gnuplot_cmd(h, "plot '%s' u 1:2 w li lt rgb 'blue' ti 'm',\
57  '%s' u 1:3 w li lt rgb 'red' ti 'w'", FILENAME, FILENAME);
58  getchar();
59  gnuplot_close(h);
60  // Удаляем временный файл с точками
61  if (!remove(FILENAME))
62  printf("Deleting file is complete\n");
63  else
64  printf("Temp file does not delete\n");
65  return 0;
66  }

```

Рис. 12. Математическая модель асинхронного двигателя с переменными i_s — ψ_m на языке программирования Си

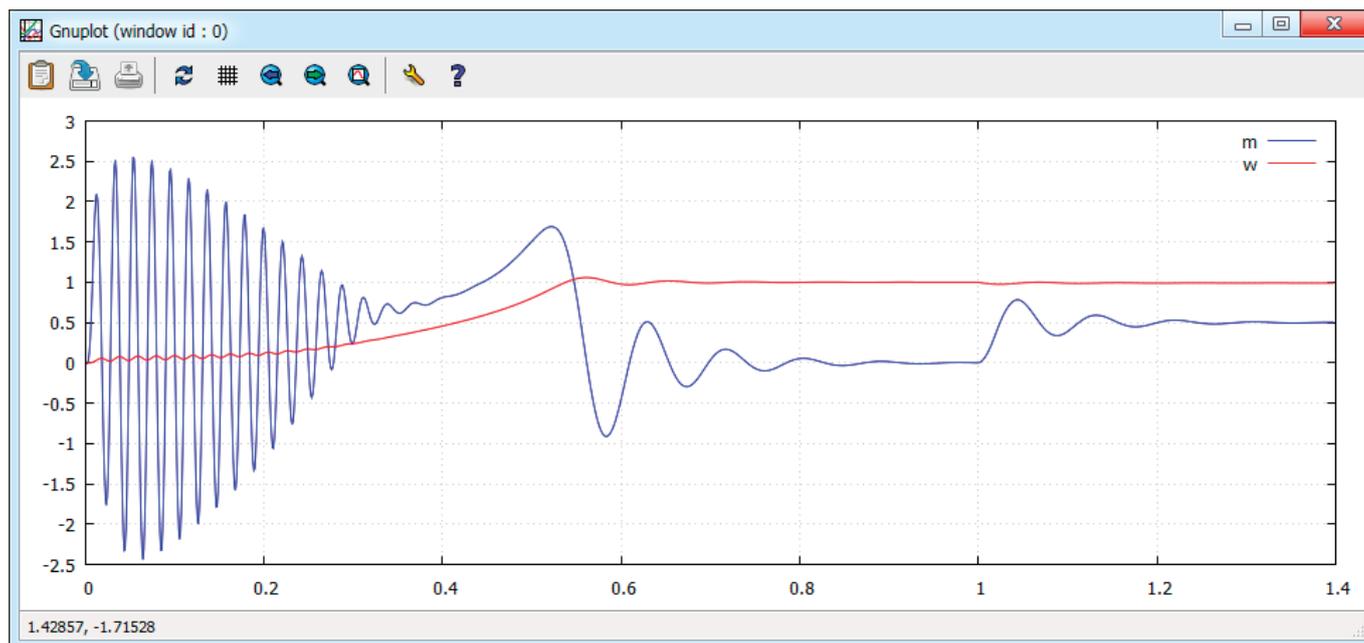


Рис. 13. Графики скорости и электромагнитного момента при моделировании на языке Си

Литература:

1. Емельянов А.А., Бесклеткин В. В., Гусев В. М., Камеристов К. В., Артемьев А. В., Насыбуллин Р. Н., Велькер А. В., Шерстобитов А. В., Федотов В. В., Пестеров Д. И. Моделирование асинхронного двигателя с переменными ψ_m — is в Matlab-Script в системе относительных единиц // Молодой ученый. — 2018. — № 48. — С. 1–9.
2. Шрейнер Р.Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты. — Екатеринбург: УРО РАН, 2000. — 654 с.
3. Шрейнер Р.Т. Электромеханические и тепловые режимы асинхронных двигателей в системах частотного управления: учеб. пособие / Р.Т. Шрейнер, А.В. Костылев, В.К. Кривовяз, С.И. Шилин. Под ред. проф.д.т.н. Р.Т. Шрейнера. — Екатеринбург: ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.—пед. ун-т», 2008. — 361 с.
4. Васильев А. Н. Matlab. Самоучитель. Практический подход. — СПб.: Наука и Техника, 2012. — 448 с.
5. Васильев А. Н. Программирование на C++ в примерах и задачах. — М.: Издательство «Э», 2017. — 368 с.

Нейтронно-физические расчеты в обоснование безопасности ядерных реакторов нового поколения

Макеев Дмитрий Юрьевич, студент магистратуры;

Научный руководитель: Окунев Вячеслав Сергеевич, кандидат технических наук, доцент
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Целью данной работы является расчет плотностного и пустотного эффектов реактивности на примере реактора типа БРЕСТ со свинцовым охлаждением. Исследуется положительный эффект реактивности (ПЭР) — полное или частичное осушение активной зоны ядерного реактора при попадании в неё газовых пузырей или разгерметизации трубок первого контура. Основная задача состоит в минимизации спектральной составляющей ПЭР. При небольших размерах активной зоны утечка нейтронов столь велика, что несмотря на положительную составляющую спектрального коэффициента суммарный пустотный эффект будет заведомо отрицательным. Основная расчетная модель строится на решении интегро-дифференциального уравнения переноса нейтронов методом дискретных ординат, реализованного в программном комплексе «WIMS32D4». Полученные результаты можно использовать при разработке быстрых реакторов естественной безопасности со свинцовым охлаждением.

Ключевые слова: уравнение переноса нейтронов, плотностной эффект реактивности, коэффициент размножения нейтронов, реактивность, *wims*.

Значительного повышения безопасности ядерных реакторов деления можно добиться в рамках существующих технологий. Наибольшим потенциалом безопасности из существующих установок обладают реакторы на быстрых нейтронах с жидкометаллическим теплоносителем. В современных реакторах в качестве теплоносителя используется натрий, обладающий высокой химической активностью. В результате необходима трёхконтурная схема преобразования энергии, позволяющая исключить прямой контакт радиоактивного натрия первого контура с водой (паром) третьего ввиду взрывного характера. Отказ от натриевого теплоносителя в пользу химически относительно инертного свинца позволит в принципе исключить промежуточный контур, тем самым упростив и удешевив конструкцию ядерной энергетической установки. В БРЕСТ применяется двухконтурная схема преобразования энергии: первый контур — свинцовый теплоноситель, второй контур — водяной пар.

Введем геометрический объем $\mathbf{r} = (x, y, z)$, где x, y, z — координаты нейтрона; $\mathbf{Q} = (\varphi, \theta)$ — единичный вектор, характеризующий направление полета нейтрона, где φ, θ — полярный (азимутальный) и аксиальный (зенитный) углы соответственно; кинетическую энергию E ; время t .

Введем пространственно-временную дифференциальную энергетически угловую плотность потока нейтронов $\Phi(\mathbf{r}, \mathbf{Q}, E, t) = [\text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{ср}^{-1} \cdot \text{эВ}^{-1}]$. Введем плотность нейтронов $N(\mathbf{r}, \mathbf{Q}, E, t) = [\text{см}^{-3} \cdot \text{ср}^{-1} \cdot \text{эВ}^{-1}]$,

$$\vec{\Omega} = \frac{\vec{v}}{|\vec{v}|},$$

где \mathbf{v} — средняя скорость нейтрона.

$$\Phi(\vec{r}, \vec{\Omega}, E, t) = v \cdot N(\vec{r}, \vec{\Omega}, E, t).$$

Составим уравнение баланса нейтронов [1]. Предположим, что изменение плотности dN за единицу времени dt обусловлено разностью скоростей прибыли и убыли нейтронов в элементарном объеме $dV = dx \cdot dy \cdot dz$:

$$\frac{dN}{dt} = -(\text{убыль нейтронов}) + (\text{прибыль нейтронов}).$$

Распишем полную производную в левой части:

$$\begin{aligned} \frac{dN}{dt} &= \frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial N}{\partial \vec{r}} \cdot \frac{\partial \vec{r}}{\partial t}, \\ \frac{dN}{dt} &= \frac{1}{v} \frac{\partial \Phi}{\partial t} + (\vec{\Omega} \cdot \nabla) \Phi. \end{aligned}$$

Убыль:

Поглощение нейтронов (скорость реакции поглощения) в элементарном объеме $\Sigma_a \Phi$, где $\Sigma_a = [\text{см}^{-1}]$ — макроскопическое сечение поглощения;

Нейтрон может изменить направление полета $\mathbf{Q} \rightarrow \mathbf{Q}'$ или скорость $E \rightarrow E'$ в результате упругого рассеяния на атомах среды $\Sigma_s \Phi$, где Σ_s — макросечение рассеяния.

Прибыль:

За счет деления тяжелых ядер (скорость реакции деления) $\nu_f \Sigma_f \Phi$ в единичном объеме, где Σ_f — макросечение деления; ν_f — число нейтронов, рожденных при одном акте деления;

За счет дополнительных радионуклидных источников Q для безопасного пуска реактора;

За счет попадания нейтрона из вне в рассматриваемый элементарный объем $\mathbf{Q} \rightarrow \mathbf{Q}', E \rightarrow E'$:

$$\iiint_{E\varphi\theta} \Sigma_s \Phi(\vec{r}, \vec{\Omega}, E, t) \omega_s(\vec{r}, \vec{\Omega}, E, t) dE d\varphi d\theta,$$

где ω_s — плотность вероятности того, что нейтрон в процессе рассеяния поменяет вектор скорости $\mathbf{v} \rightarrow \mathbf{v}'$.

Рассмотрим стационарный случай:

$$\frac{\partial N}{\partial t} = 0.$$

Тогда уравнение баланса нейтронов примет вид:

$$(\vec{\Omega} \cdot \nabla) \Phi = Q + \iiint_{E\varphi\theta} \Sigma_s \Phi \omega_s dE d\varphi d\theta - \Sigma_{tot} \Phi. \quad (1)$$

Рассмотрим эквивалентную расчетную ячейку Вигнера-Зейтса, характеризующую поперечное сечение цилиндрической трубки твэла омываемого теплоносителем (рис. 1).

Задаем граничные условия:

Условие симметрии плотности потока нейтронов на границе $r = R_4$ и в центре $r = 0$ (плотность потока нейтронов спадает от центра к периферии одинаковым образом во всех направлениях):

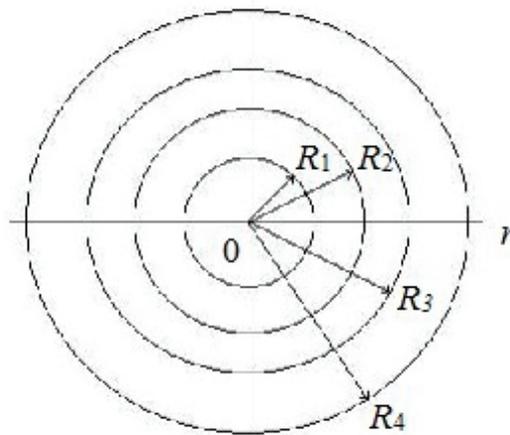


Рис. 1. Расчетная ячейка твэла:
 R_1 — радиус топливной таблетки, R_2 — зазор, R_3 — оболочка твэла, R_4 — теплоноситель

$$\left. \frac{d\Phi}{dr} \right|_{r=0} = 0,$$

$$\left. \frac{d\Phi}{dr} \right|_{r=R_4} = 0.$$

Условие непрерывности плотности потока нейтронов на границе раздела двух сред (отсутствие разрыва в распределении плотности потока):

$$\Phi_1(R_1) = \Phi_2(R_1),$$

$$\Phi_2(R_2) = \Phi_3(R_2),$$

$$\Phi_3(R_3) = \Phi_4(R_3).$$

Уравнение (1) не имеет аналитического решения. Решение этого уравнения реализуется множеством программ различными методами. Например, программа «WIMS32D4» [3], реализует решение уравнения переноса в 69-групповом приближении (весь диапазон кинетической энергии МэВ возможного излучения нейтронов разделён на 69 поддиапазонов) S_N -методом ($N=4$). Программа разработана в Великобритании, константное обеспечение — файлы оцененных ядерных данных (МАГАТЭ).

Рассмотрим бесконечную решетку твэлов (рис. 2).

Введем коэффициент размножения нейтронов для бесконечной среды как отношение числа нейтронов в настоящем поколении n_m к числу нейтронов в предыдущем поколении n_{m-1} , если при этом устремить число рассматриваемых поколений в бесконечность:

$$k_\infty = \lim_{m \rightarrow \infty} \frac{n_m}{n_{m-1}}.$$

Введем эффективный коэффициент размножения нейтронов:

$$k_{эф} = P \cdot k_\infty,$$

где P — вероятность для нейтронов избежать утечки. $k_{эф} = 1$ соответствует критическому состоянию. Поэтому для достижения критического состояния k_∞ должен быть больше 1.

Введем понятие реактивности, которое показывает относительное отклонение коэффициента размножения нейтронов от единицы:

$$\rho = \frac{k_{эф} - 1}{k_{эф}}.$$

Этот параметр используется для оценки безопасности ядерного реактора. В критическом состоянии значение реактивности равно нулю. Любые изменения расположения топливных стержней, температуры топлива, плотности теплоносителя и т.д. приводят к изменению реактивности.

В реакторах на быстрых нейтронах пустотный эффект реактивности реализуется при полном осушении активной зоны, когда плотность теплоносителя близка к нулю. Плотностной эффект реактивности связан с попаданием в активную зону газовых пузырей вследствие разгерметизации трубок твэлов и теплоносителя в первом контуре. Эффект

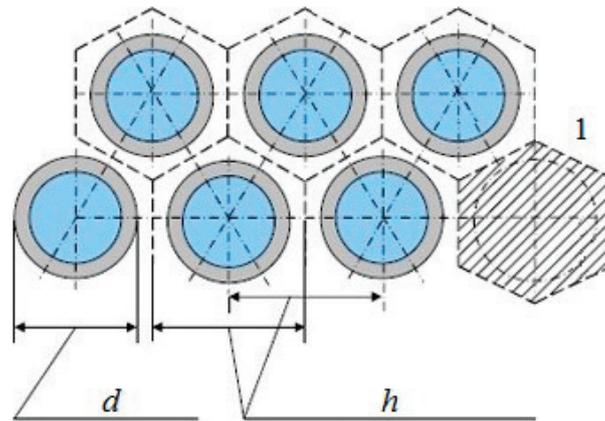


Рис. 2. Треугольная решетка твэлов: 1 — элементарная ячейка, d — диаметр твэла, h — шаг решетки твэлов

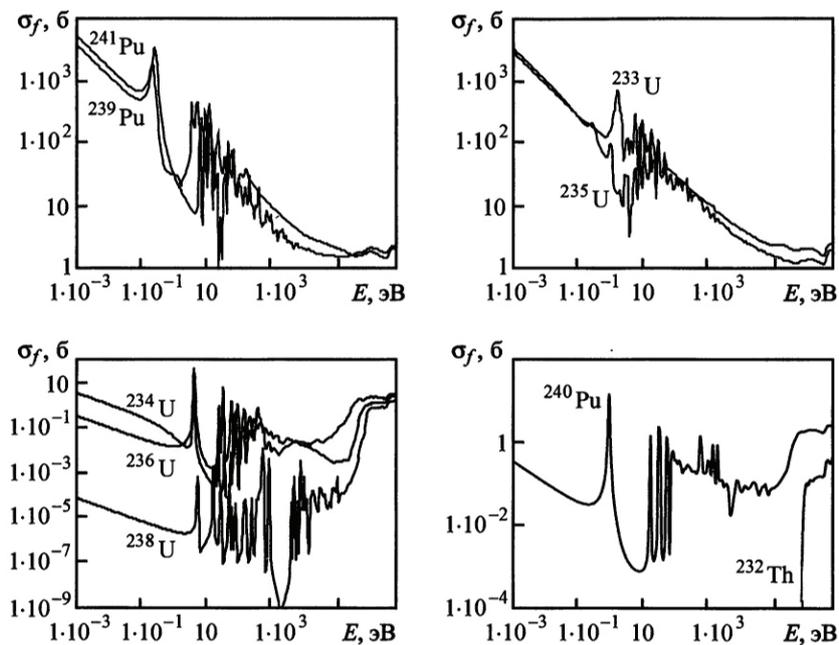


Рис. 3. Микросечения деления для урана-235, урана-238, плутония-239 и других актиноидов

сопровождается уменьшением значения плотности теплоносителя и образованием воздушных прослоек вокруг оболочек твэлов. Это в свою очередь приводит к резкому скачку энергетического спектра образующихся нейтронов деления в область более высоких энергий, и как следствие увеличивается вероятность реакции деления для различных долгоживущих актиноидов в обогащенной среде (рис. 3). В этом случае наблюдается положительный пустотный эффект реактивности. Его можно скомпенсировать утечкой нейтронов, которая дает отрицательный вклад, для чего создается плоская активная зона. Утечка регулируется параметром уплощения.

Предлагается рассчитать параметр реактивности при возникновении положительного пустотного эффекта в активной зоне реактора БРЕСТ (свинцовый теплоноситель). Полученный результат представлен на рис. 4.

Как и ожидалось для бесконечной решетки твэлов (при отсутствии утечки нейтронов) плотностной эффект вносит положительный вклад в реактивность. Из графика можно заметить, что зависимость близка к линейной. При значениях ρ меньше 1 реактор можно считать безопасным.

Основная задача расчетных исследований состоит в минимизации спектральной составляющей положительного пустотного эффекта реактивности.

Для примера рассмотрим случай, когда увеличивается доля теплоносителя в решетке твэлов при постоянной доле топлива и наоборот.

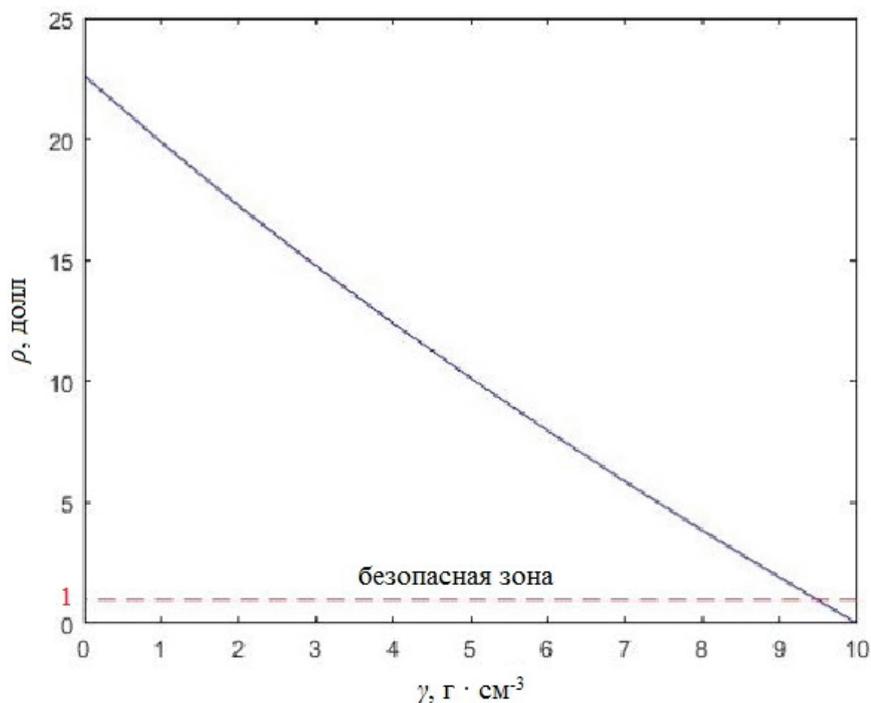


Рис. 4. Зависимость параметра реактивности ρ , посчитанного в долях запаздывающих нейтронов, от падения плотности теплоносителя

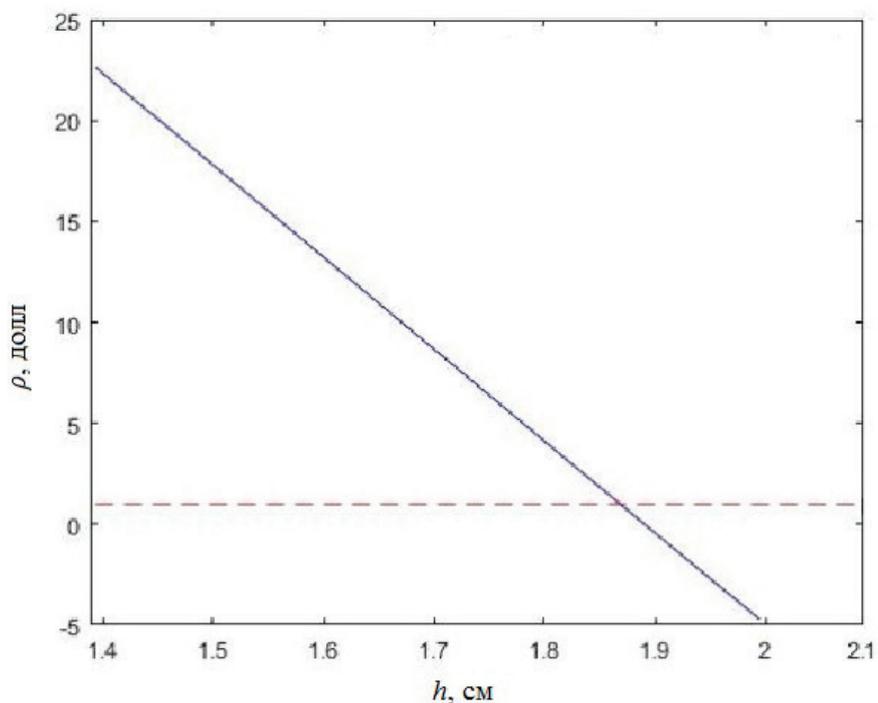


Рис. 5. Зависимость параметра реактивности ρ от шага решетки твэлов h

Согласно полученным результатам (рис. 5, 6), установлено, что для реакторов большой мощности с малой утечкой нейтронов из активной зоны для минимизации спектральной составляющей положительного пустотного эффекта реактивности целесообразно либо увеличивать шаг решетки твэлов более чем на 0,6 см, либо уменьшать диаметр трубки твэла на 0,2 см.

Исходя из полученных результатов для оценки безопасности реакторов нового поколения можно сделать вывод, что спектральная составляющая пустотного эффекта реактивности снижается при увеличении шага решетки твэла,

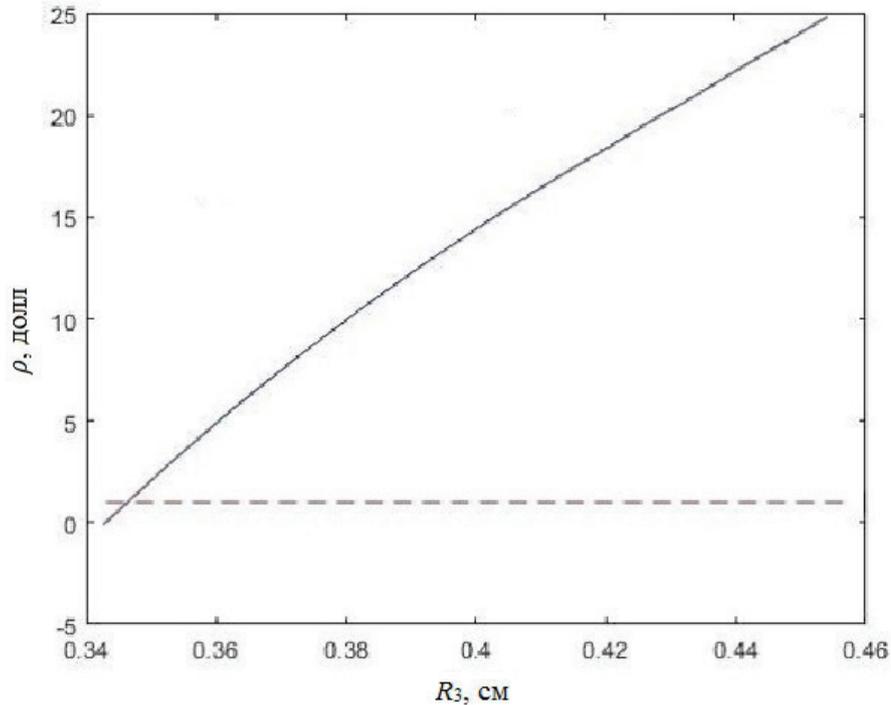


Рис. 6. Зависимость параметра реактивности ρ от радиуса твэла R_z

а также при уменьшении диаметра твэла. Данный результат характерен для бесконечной решетки твэлов реактора БРЕСТ любой мощности.

Используя предложенные тепловыделяющие сборки можно создать реактор, у которого плотностной эффект реактивности будет отрицательным, что говорит о безопасности реактора при появлении газовых пузырей в процессе работы.

Литература:

1. Окунев В.С. Основы прикладной ядерной физики и введение в физику ядерных реакторов / Учеб. пособие. Сер.: Физика в техническом университете. 2-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. — 536 с.
2. Кадилин В. В., Рябева Е. В., Самосадный В. Т. Прикладная нейтронная физика: учебное пособие. — М.: НИЯУ МИФИ, 2011. — 124 с.
3. Окунев В.С. Нейтронно-физический расчёт решётки ядерного реактора на основе газокинетической теории переноса: учеб. пособие / В.С. Окунев, И.С. Лисицын; под ред. В.И. Солонина. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. — 145 с.: ил.

Моделирование и анализ производительности частотно-регулируемого привода в управлении скоростью асинхронного двигателя

Мулюков Айнур Нуриманович, студент магистратуры
Уфимский государственный авиационный технический университет

Потребность в регулировании скорости асинхронного двигателя переменного тока возникает в определенных промышленных областях и этого часто трудно достичь, потому что асинхронные двигатели имеют фиксированную скорость. Доступные методы управления, такие как изменение напряжения питания, изменение числа полюсов, характеризуются низкой эффективностью и высокой стоимостью обслуживания. Совершенствование технологии силовой электроники благодаря развитию полупроводниковых электронных

устройств с повышенной надежностью и относительно невысокой стоимостью привело к разработке современного твердотельного электропривода, который представляет собой электронное устройство, способное управлять скоростью асинхронного двигателя путем изменения частоты с повышенной эффективностью, надежностью и низкой стоимостью обслуживания. В этой статье проведены моделирование и анализ производительности такого частотно-регулируемого привода с использованием модели Matlab / Simulink. Успешно достигнут контроль скорости асинхронного двигателя, изменением частоты приложенного переменного напряжения, с применением метода широтно-импульсной модуляции.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, инвертор, модель Matlab / Simulink, широтно-импульсная модуляция, частотно-регулируемый привод.

The need for variable speed of an ac induction motor arises in certain industrial applications and this is often difficult to achieve because induction motors are of fixed speed. The available control techniques such as variation of supply voltage, variation of number of poles, are characterized by low efficiency and high maintenance cost. The improvement in power electronics technology through advancements in semi-conductor electronic devices with increased reliability and reduced cost led to the development of modern solid-state variable frequency motor drive which is an electronic device capable of controlling the speed of an induction motor by varying the frequency with increased efficiency, reliability and low maintenance cost. This paper carried out the modelling, simulation and performance analysis of such a variable frequency drive using matlab /simulink model. It successfully achieved the control of the speed of the induction motor from zero to the nominal speed by varying the frequency of the applied ac voltage using pulse width modulation method.

Keywords: Induction Motor, Inverter, matlab/simulink model, Pulse Width Modulation, Variable Frequency Drives.

I. Работа преобразователя частоты

Основной принцип работы частотно-регулируемого привода (ЧРП) требует понимания трех основных разделов: блока выпрямителя, шины постоянного тока и блока инвертора, как показано на рисунке 1 [1]. Напряжение питания сначала передается через блок выпрямителя, где оно преобразуется из переменного тока в постоянный; трехфазный переменный ток подается на двухволновый диодный мост, где он преобразуется в источник постоянного тока. Шина постоянного тока содержит секцию фильтра, в которой отфильтровываются гармоники, генерируемые во время преобразования переменного тока в постоянный. Последняя секция состоит из секции инвертора, которая содержит шесть биполярных транзисторов с изолированным затвором (IGBT), где отфильтрованный постоянный ток преобразуется в квазисинусоидальную волну переменного тока, которая подается на подключенный к нему асинхронный двигатель [2]. Известно, что синхронная скорость электродвигателя зависит от частоты. Поэтому, изменяя частоту электропитания через ЧРП, можно контролировать скорость двигателя

$$\text{Скорость (об/мин)} \omega_s = \frac{120f}{p} \tag{1}$$

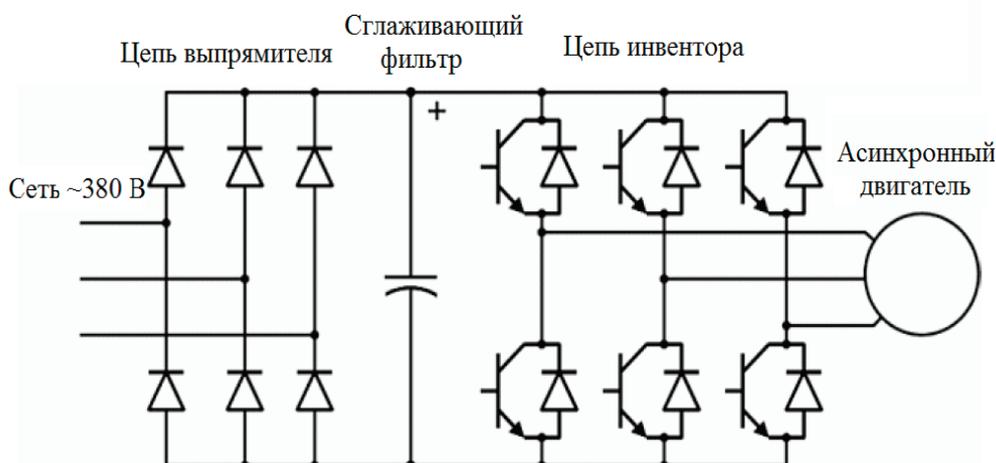


Рис. 1. Схема цепи частотно-регулируемого привода

где; f = электрическая частота источника питания в Гц, p = количество электрических полюсов в статоре двигателя [3]. График зависимости частоты и скорости ротора представлен на рисунке 2.

Таким образом, мы можем удобно регулировать скорость двигателя, изменяя частоту, приложенную к двигателю и сохраняя число полюсов постоянным. Обеспечение необходимой частоты и напряжения на выходе из ЧРП осуществляется с помощью широтно-импульсной модуляции. Инвертор с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) вырабатывает импульсы различной ширины, которые объединяются для построения требуемой формы волны переменного тока. [4].

Все преобразователи частоты поддерживают постоянное отношение выходного напряжения к частоте (V / f). Причиной является то, что фазовое напряжение V , частота f и магнитный поток Φ_m двигателя связаны уравнением:

$$V = 4.444 f N \Phi_m$$

$$\text{или } \frac{V}{f} = 4.444 N \Phi_m$$

где N = число оборотов статора на фазу.

Φ_m = магнитный поток

Если такое же напряжение прикладывается на пониженной частоте, магнитный поток будет увеличиваться и насыщать магнитный сердечник, значительно искажая работу двигателя. Магнитного насыщения можно избежать путем сохранения постоянным магнитного потока Φ_m . Кроме того, крутящий момент двигателя является произведением магнитного потока статора и тока ротора. Для поддержания номинального крутящего момента на всех скоростях, постоянный поток должен поддерживаться в номинальном значении, которое достигается путем поддержания постоянного отношения напряжения к частоте (V / f).

Поддержание частоты и напряжения на выходе, необходимых для изменения скорости двигателя, достигается с помощью приводов с широтно-импульсной модуляцией. Инвертор с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) вырабатывает импульсы различной ширины, которые объединяются для создания требуемой формы волны. Как показано на рис.3 диодный мост используется в некоторых преобразователях для уменьшения гармоник. ШИМ создает текущую форму волны, которая более точно соответствует линии источника, который уменьшает нежелательный нагрев. ШИМ-привод имеет практически постоянный коэффициент мощности на всех скоростях. Блоки ШИМ также могут управлять несколькими двигателями на одном приводе [4].

Таким образом, несущая частота выводится из скорости включения и отключения силовых транзисторов в цепь. Это также называется частотой переключения. Чем выше частота переключений, тем выше разрешение широтно-импульсной модуляции. Типичный переключатель работает в диапазоне частот от 3 до 4 кГц или от 3000 до 4000 циклов в секунду. [5]. Таким образом ясно, что чем выше частота переключений, тем выше будет разрешение выходного сигнала. Также отмечено, что частота переключений уменьшает КПД привода, так как приводит к увеличению тепло-выделения.

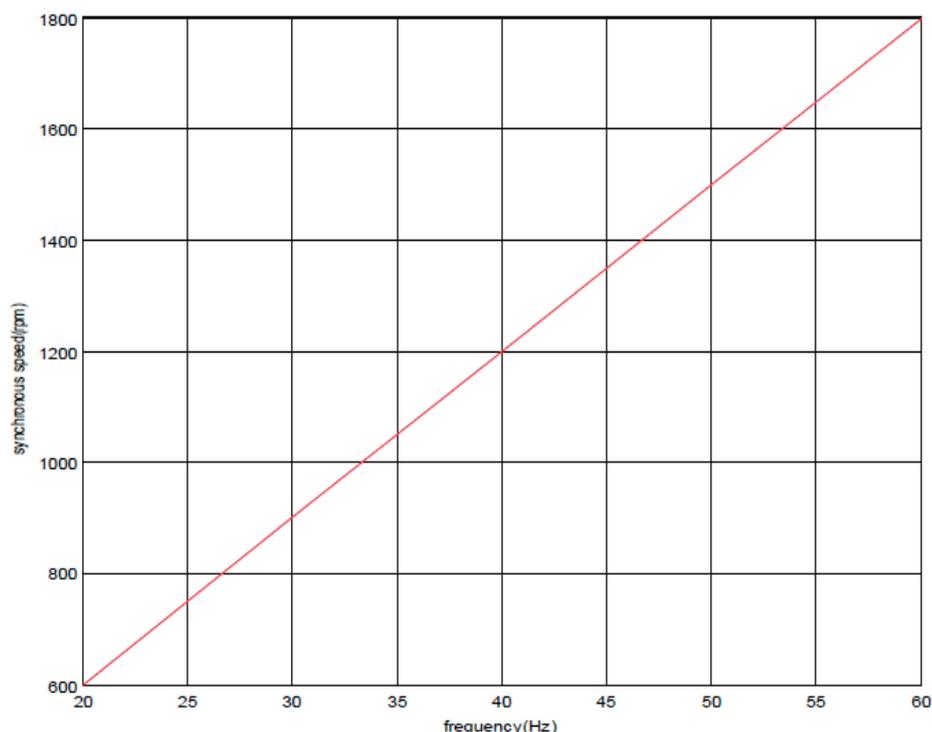


Рис. 2. график зависимости скорости вращения ротора от частоты

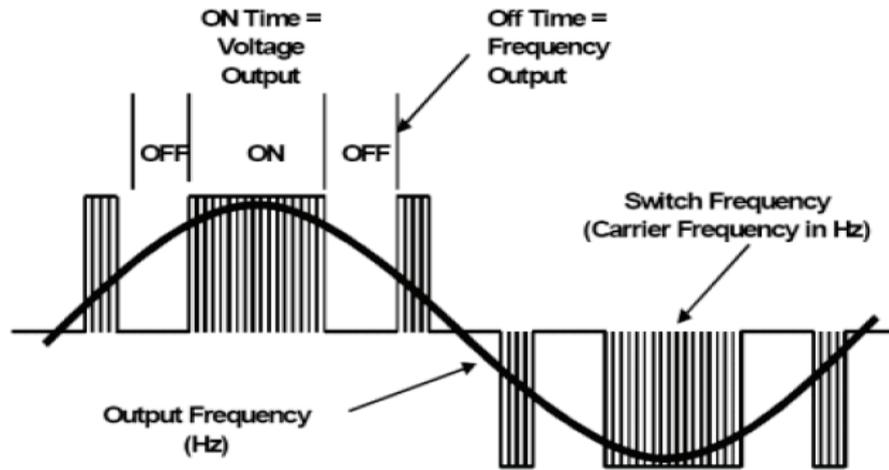


Рис. 3. Форма выходного импульса привода с широтно-импульсным модулятором

II. Математическое моделирование трехфазного источника напряжения

Трехфазный источник напряжения является поставщиком переменного трехфазного напряжения с постоянной частотой ω_e , в который установлен LC фильтр трехфазного напряжения на статоре асинхронного двигателя. Модель использует формулы (2) — (4):

$$V_{as} = V_m \cos \omega_e t \tag{2}$$

$$V_{bs} = V_m \cos(\omega_e t + \theta) \tag{3}$$

$$V_{cs} = V_m \cos(\omega_e t - \theta) \tag{4}$$

III. Модель асинхронного двигателя

Трехфазный асинхронный двигатель работает как преобразователь электрической энергии в механическую, который оказывает электромагнитный крутящий момент на нагрузку. Асинхронный двигатель моделируется с использованием преобразования фиксированных координат abc во вращающиеся координаты dq0. Эквивалентная принципиальная схема координации dq0 показана на рис.4. Модель трехфазного асинхронного двигателя может быть сформулирована так, как указано в уравнениях ниже [3]. Из приведенной выше диаграммы следующие уравнения получены для потока;

$$\varphi_{qs} = L_s i_{qs} + L_m i'_{qr} \tag{5}$$

$$\varphi_{ds} = L_s i_{ds} + L_m i'_{dr} \tag{6}$$

$$\varphi'_{qr} = L'_r i'_{qr} + L_m i_{qs} \tag{7}$$

$$\varphi'_{dr} = L'_r i'_{dr} + L_m i_{ds} \tag{8}$$

$$\text{где } L_s = L_{is} + L_m \tag{9}$$

$$L'_r = L'_{ir} + L_m \tag{10}$$

Для статора:

$$V_{qs} = R_s i_{qs} + \frac{d}{dt} \varphi_{qs} + \omega_e \varphi_{ds} \tag{11}$$

$$V_{ds} = R_s i_{ds} + \frac{d}{dt} \varphi_{ds} + \omega_e \varphi_{qs} \tag{12}$$

Для ротора:

$$V'_{qr} = R'_r i'_{qr} + \frac{d}{dt} \varphi'_{qr} + (\omega_e - \omega_r) \varphi'_{dr} \tag{13}$$

$$V'_{dr} = R'_r i'_{dr} + \frac{d}{dt} \varphi'_{dr} + (\omega_e - \omega_r) \varphi'_{qr} \tag{14}$$

На это исследование V'_{qr} и V'_{dr} устанавливаются в ноль для машины с короткозамкнутым ротором.

Генерируемый электромагнитный момент задан как:

$$T_e = \frac{3}{2} (P / 2) L_m (i_{dr} i_{qs} - i_{qr} i_{ds}) \tag{15}$$

где

L_m — взаимная индуктивность

L_{is} — индуктивность рассеяния статора

L'_{ir} — индуктивность рассеяния ротора

I_{qs} компонент оси Q тока статора

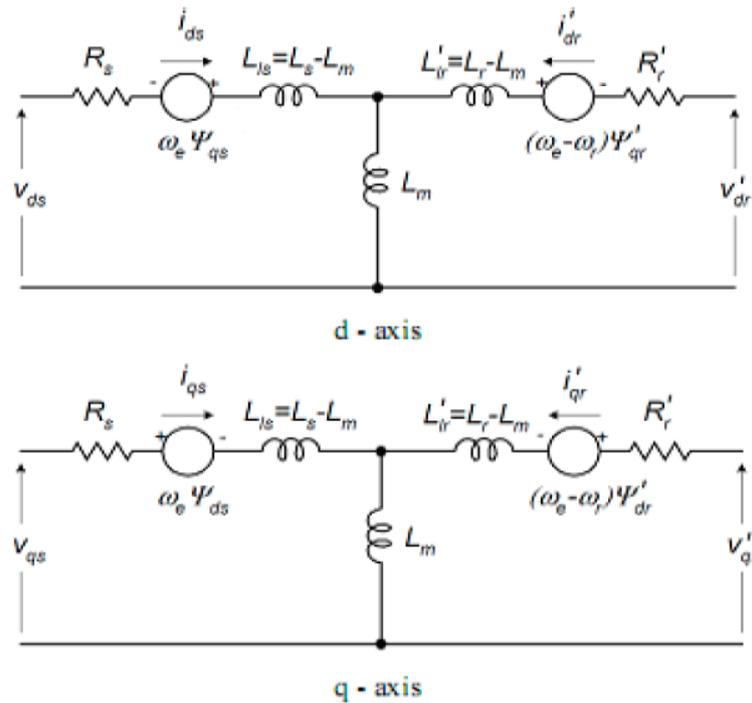


Рис. 4. Эквивалентная электрическая dq0-схема индукции двигателя

- I_{ds} — компонент оси D тока статора
- I_{qr} — компонент оси Q тока ротора
- I_{dr} — компонент оси D тока ротора
- Φ_{qs} — компонент оси Q потока статора
- Φ_{ds} — компонент оси D потока статора
- Φ_{qr} — компонент оси Q потока ротора
- Φ_{dr} — компонент оси D потока ротора
- V_{qs} — компонент оси Q напряжения статора
- V_{ds} — компонент оси D напряжения статора
- V_{qr} — компонент оси Q напряжения ротора
- V_{dr} — компонент оси D напряжения ротора
- ω_e — скорость вращения применяемой двухфазной системы отсчета Q-D
- ω_r — скорость вращения ротора двигателя в электрических градусах
- R_s — сопротивление статора
- R_r — сопротивление ротора

Влияние изменения напряжения питания на пусковой момент

Если $T_{st} = K_1 E_2^2 R_2 / (R_2^2 + X_2^2)$ (16)

заменяем E_2 напряжением V

тогда $T_{st} = K_1 V^2 R_2 / (R_2^2 + X_2^2) = K_1 V^2 R_2 / Z_2^2$ (17)

Подставляя, $K_3 = K_1 V^2 R_2 / Z_2^2$,

тогда $T_{st} = K_3 V^2$ (18)

График на рисунке 5 ниже представляет взаимосвязь между крутящим моментом и напряжением питания.

IV. Модель инвертора

Модель инвертора, показанная на рисунке 6, имеет восемь состояний переключения, приведенных в таблице 1. Для того, чтобы схема исправно функционировала, оба переключателя в одной ветви не могут быть включены одновременно, так как это приведёт к короткому замыканию входного напряжения. Выражение для переключателей в одной ветви:

$S_{11} + S_{12}$ (19)

$S_{21} + S_{22}$ (20)

$S_{31} + S_{32}$ (21)

Выбор состояний для генерации заданной формы волны выполняется методом модуляции, который обеспечивает использование только действительные состояния.

$$(V_{DC}/2) * (S_{11} - S_{12}) = V_{an} + V_{no} \tag{22}$$

$$(V_{DC}/2) * (S_{21} - S_{22}) = V_{bn} + V_{no} \tag{23}$$

$$(V_{DC}/2) * (S_{31} - S_{32}) = V_{cn} + V_{no} \tag{24}$$

Выражение (22) — (24) в терминах сигналов модуляции и использование условий от (17) до (19) дает:

$$(V_{DC}/2) * M_{11} = V_{an} + V_{no} \tag{25}$$

$$(V_{DC}/2) * M_{21} = V_{bn} + V_{no} \tag{26}$$

$$(V_{DC}/2) * M_{31} = V_{cn} + V_{no} \tag{27}$$

Добавление уравнений (25) по (27) даёт уравнения (28);

$$(V_{DC}/2) * (S_{11} + S_{21} + S_{31} - S_{12} - S_{22} - S_{32}) = V_{an} + V_{bn} + V_{cn} + V_{no} \tag{28}$$

Поскольку мы имеем дело с уравновешенными напряжениями,

$V_{an} + V_{bn} + V_{cn} = 0$, уравнение (28) принимает вид:

$$(V_{DC}/6) * (2S_{11} + 2S_{21} + 2S_{31} - 3) = V_{no} \tag{29}$$

Подстановка переменной V_{no} в уравнениях (22) — (24) дает:

$$S_{31} - 2S_{11} - S_{21} - S_{31} = V_{an} \tag{30}$$

$$S_{31} - 2S_{21} - S_{21} - S_{31} = V_{bn} \tag{31}$$

$$V_{DC} - 3S_{31} - S_{21} - S_{11} = V_{cn} \tag{32}$$

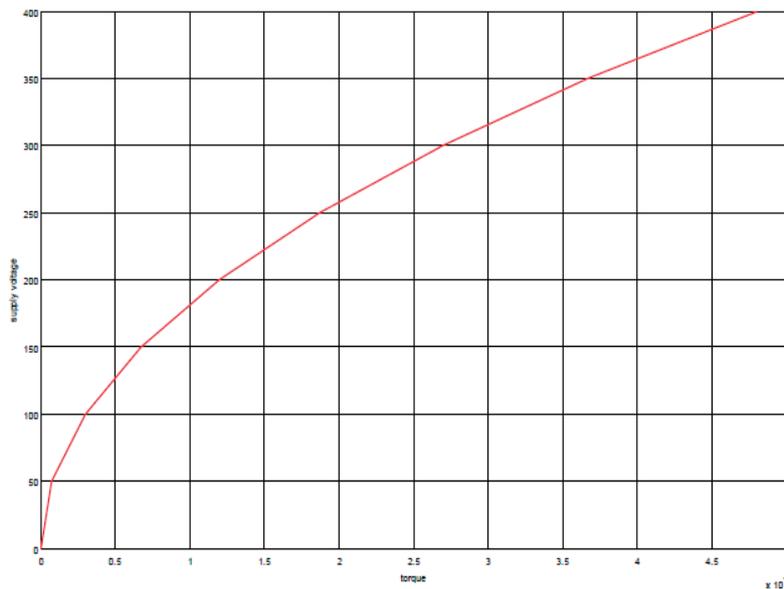


Рис. 5. График зависимости напряжения питания от крутящего момента

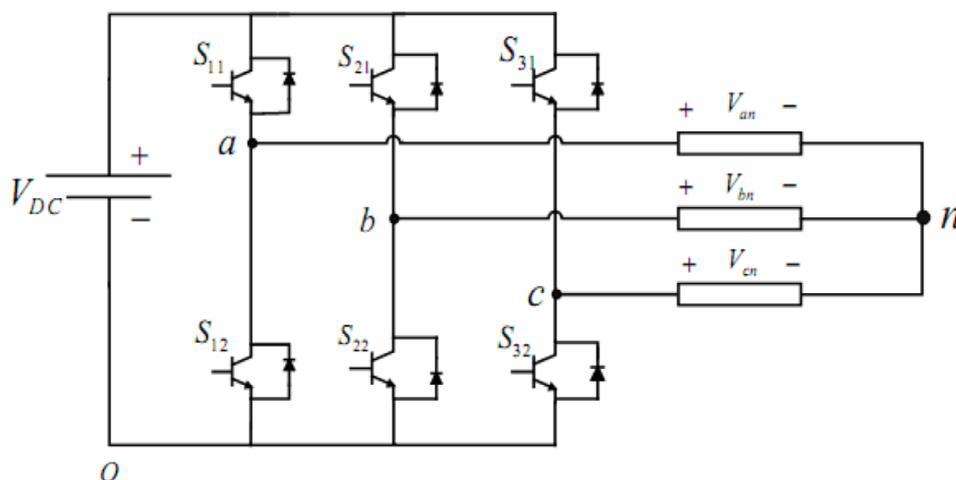


Рис. 6. Трёхфазный полномостовой инвертор

Таблица 1. Состояния переключения трехфазного инвертора

S_{11}	S_{21}	S_{31}	V_{ab}	V_{bc}	V_{ca}
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	$-V_{DC}$	V_{DC}
0	1	0	$-V_{DC}$	V_{DC}	0
0	1	1	$-V_{DC}$	0	$-V_{DC}$
1	0	0	$-V_{DC}$	0	$-V_{DC}$
1	0	1	$-V_{DC}$	$-V_{DC}$	0
1	1	0	0	V_{DC}	$-V_{DC}$
1	1	1	0	0	0

V. Модель управления скоростью асинхронного двигателя с использованием инвертора

Моделирование выполняется с помощью инвертора с использованием метода широтно-импульсной модуляции. Частота и амплитуда выходного напряжения изменяются с использованием техники ШИМ, и эти контролируемые напряжение и частота используются для управления скоростью двигателя. Модель Simulink, показанная на рисунке 7 ниже, имеет следующие параметры, приведенные в таблице 2.

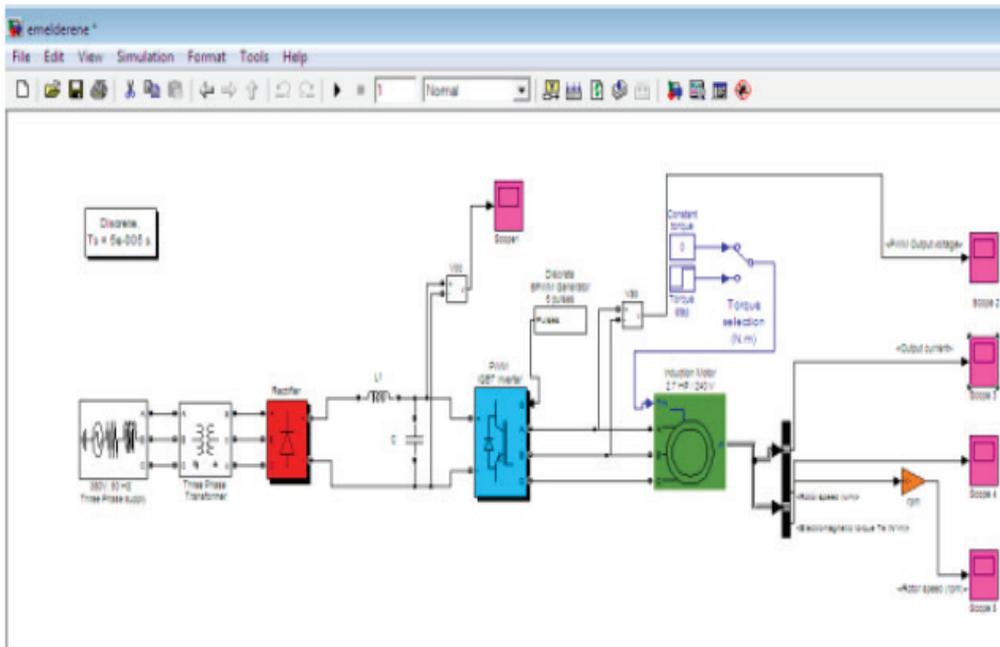


Рис. 7. SIMULINK-модель управления скоростью асинхронного двигателя с использованием ЧРП

Таблица 2. Параметры модели асинхронного двигателя

Параметр	Значение
Номинальное напряжение	380 В
Номинальная частота	50 Гц
Тип ротора	Короткозамкнутый (беличья клетка)
Мощность	2 кВт
Количество полюсов	4
Номинальная скорость	1500 об/мин

VI. Результаты моделирования

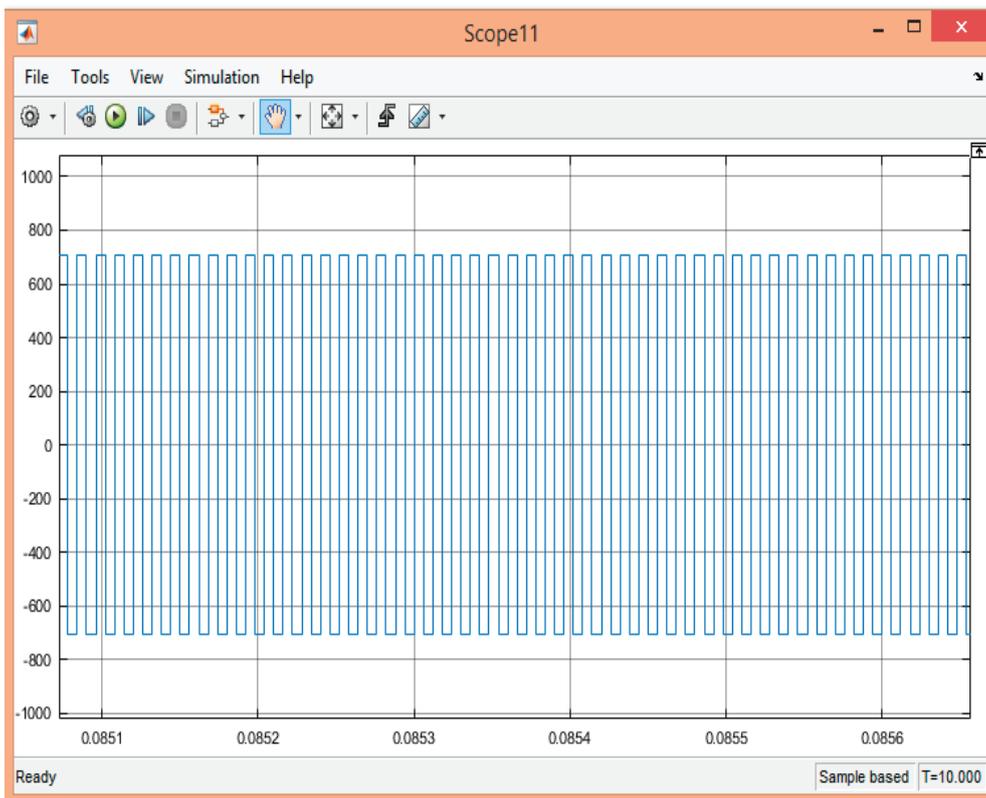


Рис. 8. Форма выходного напряжения ШИМ

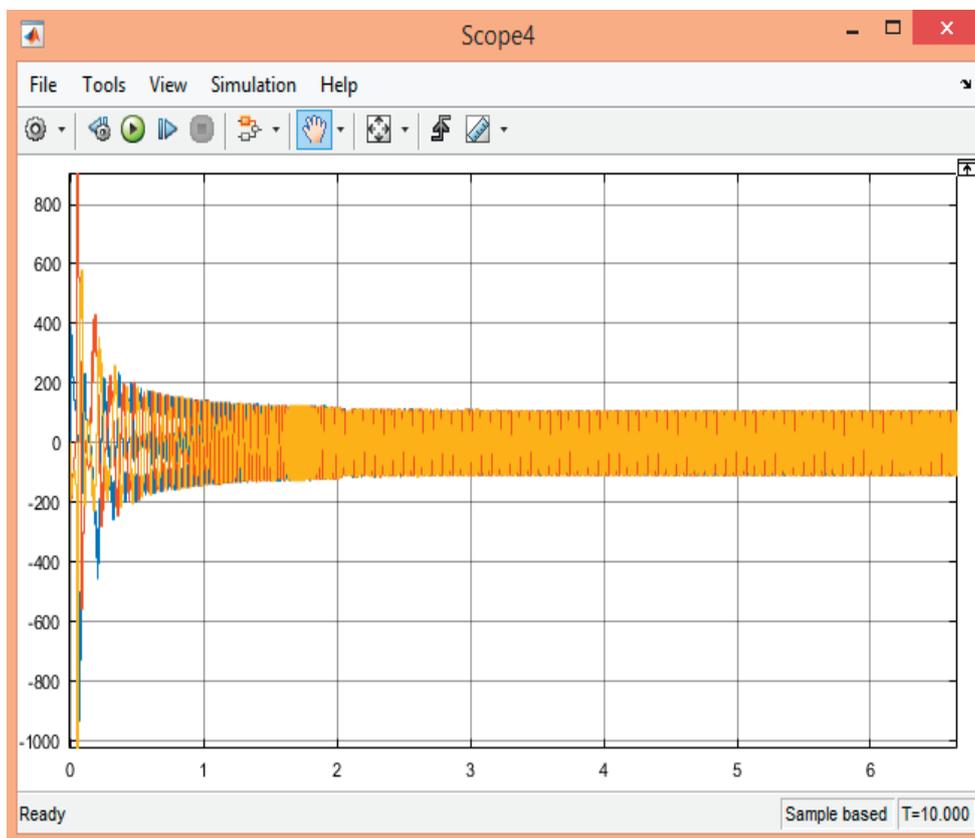


Рис. 9. Форма выходного тока

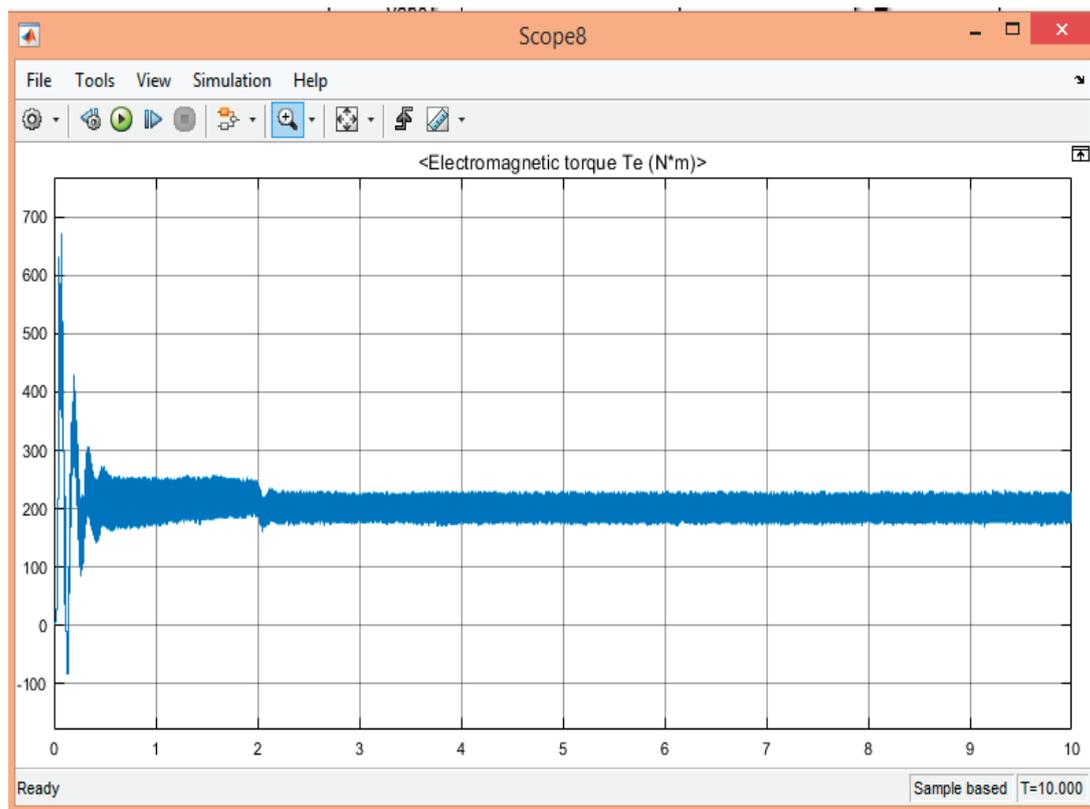


Рис. 10. Электромагнитный крутящий момент

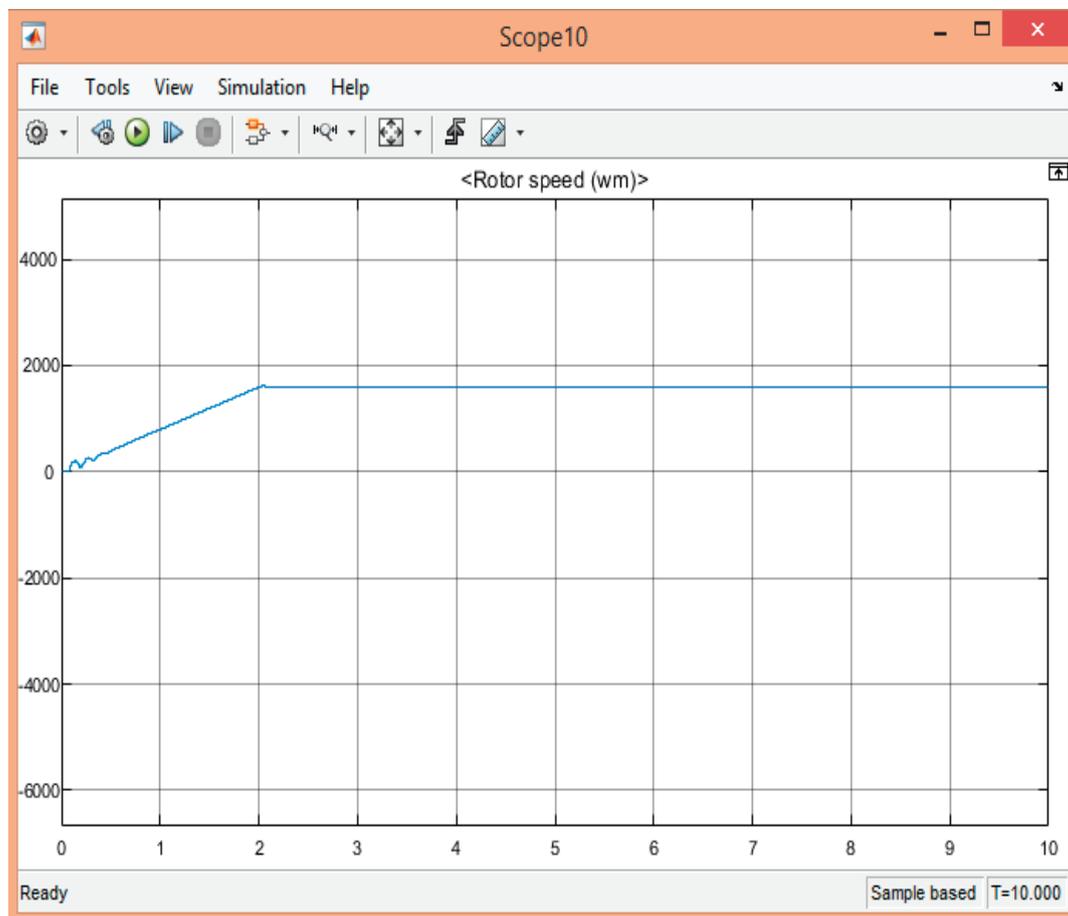


Рис. 11. Скорость ротора (об / мин)

На рисунке 8 показаны трехфазные модулирующие ШИМ-сигналы для инвертора. Увеличение частоты модулирующих сигналов хорошо видно. На рисунке 9 показан ток статора. Параметры изначально имеют линейный характер, пока не установятся на пиковом значении при 50 Гц. Рисунок 11, показывает скорость ротора. Видно, что ЧРП удалось увеличить частоту вращения двигателя используя номинальную частоту 50 Гц. Первоначально скорость двигателя увеличивается от нуля и превышает номинальную скорость; он испытывает некоторые переходные процессы и затем стабилизируется до стабильного уровня в течение нескольких миллисекунд. Наконец на рисунке 10 показан электромагнитный момент модели. ЧРП обеспечивает следующие преимущества:

- Энергосбережение;
- Низкий пусковой ток двигателя;
- Снижение тепловых и механических нагрузок на двигатели и ремни во время пусков;
- Высокий коэффициент мощности.

VII. Заключение

Изменение электрической частоты напряжения питания с помощью ЧРП изменит скорость вращения двигателя, но это также потребует регулировки напряжения на клеммах, чтобы поддерживать величину уровня потока в сердечнике двигателя, в противном случае двигатель будет испытывать насыщение сердечника и чрезмерный ток намагничивания. Таким образом, после изучения частотно-регулируемого привода становится возможным контролировать скорость электродвигателя, а также экономить электроэнергию, поскольку известно, что энергосбережение стало важной темой во всем мире.

Литература:

1. Нед Мохан, Торе М. Ундалэнд и Уильям П. Роббинс Силовая электроника (преобразователи, применение и дизайн), третье издание, John Wiley and sons INC.
2. Розанов, Ю.К. Силовая электроника: учебник и практикум для СПО / Ю.К. Розанов, М.Г. Лепанов; под ред. Ю.К. Розанова. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 206 с.
3. Вольдек А. И., Попов В. В. Электрические машины. Машины переменного тока: Учебник для вузов. — СПб.: Питер, 2010. — 350 с.: ил.
4. Кулик В. Д. Силовая электроника. Автономные инверторы, активные преобразователи; — СПб.: СПбГТУРП, 2010. — 90 с.
5. Рушкин Е. И., Семёнов А. С. Анализ энергоэффективности системы электропривода центробежного насоса при помощи моделирования в программе MatLab // Современные наукоемкие технологии. — М., 2013. — № 8 — С. 341–342.

ХИМИЯ

Использование переливного устройства в синтезе гидантоина

Робинович Мария Дмитриевна, студент магистратуры;
Латышова Снежана Евгеньевна, кандидат химических наук, доцент;
Шибитова Наталья Валентиновна, кандидат технических наук, доцент
Волгоградский государственный технический университет

В данной статье подробно рассмотрена стадия выделения промышленного способа получения гидантоина. В ходе стадии выделения производится отдувка попутных газов из раствора гидантоина. В статье описаны преимущества и возможные результаты использования переливного устройства в процессе отдувки попутных газов.

Ключевые слова: гидантоин, переливное устройство, массообменная тарелка, стадия выделения.

Гидантоин получают путем воздействия цианистого натрия на метилтиопропиновый альдегид в водном потоке аммиака и углекислого газа. Реакция проходит при избыточном содержании аммиака и углекислого газа относительно метилтиопропинового альдегида, данное условие необходимо соблюдать для поддержания требуемой конверсии реакции [1]. После стадии синтеза раствор гидантоина подают на стадию гидролиза, откуда полученный в результате реакции раствор метионина направляют на стадию сушки. Сушка полученного метионата натрия проводится в присутствии серной кислоты, расход которой напрямую зависит от чистоты гидантоина, полученного на стадии синтеза [3].

В качестве примесей в растворе гидантоина присутствуют аммиак, карбонат натрия и прочие тяжелые остатки. Для того чтобы сократить содержание аммиака и карбоната натрия в растворе гидантоина, на стадии синтеза установлена колонна стриппинга, в которой происходит отдувка избытка аммиака и углекислого газа.

В данной статье рассмотрено проектное решение, которое способно улучшить качество работы колонны стриппинга, в следствии чего повысить чистоту раствора гидантоина и сократить расход серной кислоты, используемой на стадии сушки раствора метионина [3].

Колонна стриппинга представляет собой цилиндрический аппарат с шестнадцатью перфорированными тарелками провального типа и увеличенным объемом в головной части колонны. Реакционная масса подается в головную часть колонны и далее направляется на тарелку. Из-за того, что реакционная масса с тарелки на тарелку переливается сплошным потоком треть массо-

обменной тарелки не задействуется в процессе отдувки газов. Структурирование реакционного потока позволило бы снизить нагрузку на массообменную тарелку за счет чего увеличить ее рабочую площадь.

В ходе анализа патентно-технической литературы был найден патент RU2438748 в котором описывается переливное устройство. Описываемое Переливное устройство представляет собой приемный карман, конструкция которого изображена на рисунке 1 [2].

Особенностью данного переливного устройства является его конструкция, выполненная автономно, что позволяет упростить монтаж массообменных тарелок т.к. не требуется совмещение провалов. Устройство также обеспечивает гидрозатвор, вынесенный с площади тарелки, что позволило увеличить рабочую площадь тарелки. За счет обеспечения гидрозатвора также увеличился уровень жидкости на тарелках, что позволило улучшить сепарацию газа [2].

На основании выбранного проектного решения были проведены технические расчеты с целью проведения сравнительной характеристики работы колонны стриппинга с ситчатыми тарелками провального типа и колонны стриппинга с установленным переливным устройством вместе с ситчатыми тарелками. Результаты анализа приведены в таблице 1:

Из сравнительной таблицы 1 следует, что благодаря увеличению рабочей площади тарелки процентное содержание аммиака и карбоната натрия уменьшилось с 0,5% до 0,4% и с 16% масс до 14% масс соответственно, что исходя из материального баланса процесса 15кг/ч и 260 кг/ч соответственно. Результаты проведенных расчетов подтверждают эффективность предложенного про-

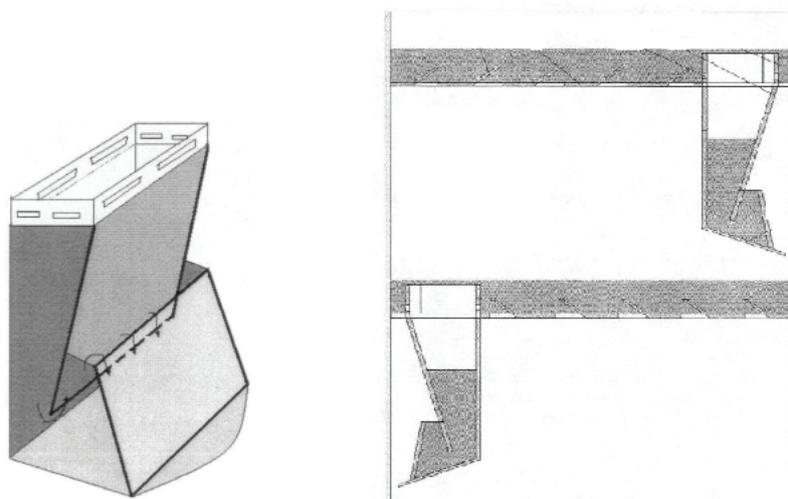


Рис. 1. Конструкция переливного устройства

Таблица 1. Результаты сравнительного анализа

Параметры процесса	Способ производства аналога	Новый способ
Стадия выделения	Колонна стриппинга с ситчатыми тарелками со сливной перегородкой	Колонна стриппинга с ситчатыми тарелками со сливным устройством
Давление процесса	0,01–0,05 МПа	0,01–0,05 МПа
Температура процесса	110–120 °С	110–120°С
Мольное соотношение NH ₃ : CO ₂	1,3:1,5	1,3:1,5
КПД тарелок	62%	68%
Содержание NH ₃ в конечной смеси	0,5%, масс	0,4%, масс
Содержание Na ₂ CO ₃ в конечной смеси	16% масс	14%, масс

ектного решения, а именно демонстрируют улучшение сепарации газа на массообменных тарелках за счет уве-

личения их рабочей площади и увеличения паро-жидкостного слоя на поверхности тарелки.

Литература:

1. Серрей А. Справочник по органическим реакциям. Именные реакции в органической химии. Перевод с английского под ред. и доп. докт. хим. наук Н. С. Вульфсона. Перевод с английского: М. Н. Ефимова, О. Н. Камышан и Э. М. Бамдас. М.: ГХИ, 1962. — 300с.
2. Патент № RU2 438 748, 25.03.2010 Массообменные тарелки // Патент России № 2438 748. Бюл. № 23 / Шибитова Н. В.
3. К. В. Вацуро, Г. Л. Мищенко Именные реакции в органической химии. М., «Химия», 1976.

Применение нефтегазовой серы в строительстве

Трухин Глеб Олегович, студент магистратуры
 Российский государственный университет нефти и газа имени И. М. Губкина (г. Москва)

В природном газе и сырой нефти содержится достаточно много серы, которая присутствует в них в различных соединениях. Чтобы избежать коррозии оборудования нефть и газ отчищают от этих примесей, а после отправляют на установку Клауса, где производится чистая сера в больших количествах. Наиболее яркими примерами крупномасштабных производств серы являются Астраханский ГПЗ и Оренбургский ГПЗ.

Возникает вопрос, куда девать излишки производства? В данной статье представлены сведения о преимуществах получения из серы как серобетон и возможные сферы его применения.

Введение

Основными производителями серы в России являются газоперерабатывающие предприятия, на долю которых приходится около 90% продукции. Современные НПЗ также становятся крупными производителями серы, но все же уступают по количеству произведенной серы ГПЗ. Выделение и производство серы из нефтеперерабатывающей отрасли связано с вовлечением в переработку тяжелых нефтей и в большей степени ужесточением экологических требований по ограничению содержания серы в нефтепродуктах.

Основными потребителями серы в настоящее время являются химическая и шинная промышленность. Также сера используется для получения полисульфидов в неорганическом синтезе, в производстве композиционных материалов, сельском хозяйстве, бумажной промышленности, получении взрывчатых веществ и антидетонаторов, в медицине и других отраслях. Стоит отметить, что главные отрасли по потреблению серы являются сельскохозяйственная промышленность и химическая.

Около 70% мирового производства серы приходится на США, Канаду, Польшу, Мексику, Ирак, Францию и Россию. А мировые потребители — Китай, Южная Африка, Индия, Бразилия, Австралия и Северная Африка.

Главной установкой по получению серы из сероводородных газов является установка процесса Клауса. В данном процессе конверсия достигает 96%, а в некоторых случаях 98%.

Решение об использовании серы в строительстве поможет уменьшить профицит серы в России. Организация производства серосодержащих композитов обеспечит получение новых экологически чистых материалов, характеризующихся пониженной энергоемкостью и обеспечивающих надежную работу в сложных температурных условиях и агрессивных сред.

Так как Россия является одним из ведущих стран по производству серы, то стоит рассмотреть серобетон как перспективный материал для строительства. Из-за его отличных механических и экологических свойств он наиболее выгоден в экономическом плане, в плане безопасности и защите окружающей среды.

1. Производство серобетона и его свойства

Стоит отметить, что добыча нефти и газа в мире все растет, закономерно растет и добыча серы. Но спрос на серу далеко не такой высокий как этого хотелось бы. Соответственно сейчас идут исследования для нового использования серы.

В России уже проводятся эксперименты по применению сероасфальта в реальных условиях, но серобетон

широкого распространения не получил. А ведь это очень качественный и надежный материал, свойство которого будут рассмотрены в статье.

Первый экспериментальный подход к серобетону включал оптимизацию как рецептуры, так и процесса производства. Сера, полученная в качестве побочного продукта на нефтеперерабатывающем заводе, была не модифицированной, использовалась в качестве связующего агента, в то время как агрегат был базальтового типа. Очень большое внимание было уделено гранулометрической кривой агрегата, внося коррективы с целью получения полного распределения по размеру. Кроме того, вещества, добавленные в качестве минеральных наполнителей, использовались для завершения этой кривой в сторону меньшего размера; для этой цели использовались каолин и сажа из-за их ранее упомянутых применений для серных растворов и их локальной доступности. Серные растворы и бетоны были изготовлены с использованием относительно простого оборудования, и различные процедуры были протестированы с целью минимизации времени и затрат. Конструкция смесей или дозировка также была оптимизирована в соответствии с критериями как обрабатываемости, так и механического свойства. Процентное содержание около 30% связующего для серных растворов (максимальный размер заполнителя 2,5 мм) и 15% связующего для серных бетонов (максимальный размер заполнителя 10 мм) оказались оптимальными как для производства, так и для производительности, в то время как присутствие минерального наполнителя должно было составлять от около 5% (растворы) до 10% (бетоны) по массе серы.

Стоит привести сравнительные данные серобетона и цементобетона, из которых можно видеть, по каким параметрам обычная традиционная технология уступает серобетону.

Также стоит привести сравнительные данные серного раствора и серобетона.

Сравнение микроструктуры представлено на рисунке 1 и рисунке 2.

Микроструктуру серных растворов изучали методами оптической и электронной микроскопии, а также рентгеновской дифракционной спектроскопии. Как и ожидалось, при рентгеноструктурном анализе единственной обнаруженной формой серы была орторомбическая сера, стабильная при комнатной температуре. Однако было исключение в двух образцах, в которых было обнаружено небольшое количество моноклинной серы, хотя оно отсутствовало, когда испытания повторялись через несколько месяцев после этого, что указывает на поздний, но нормальный возврат к ромбической сере.

Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) оказалась наиболее подходящим инструментом для визу-

Таблица 1. Сравнение серобетона и традиционного бетона

Серобетон	СТО 5745–006–37854292–2012	Цементобетон ГОСТ 26663–2012
Состав вяжущего	Модифицированная сера	Портландцемент
Организация производства	На любом АБЗ	На бетонном заводе
Срок набора марочной прочности	При остывании до 500С — 80%	28 суток
Класс прочности	В 30...В 60	В 15...В40
Водостойкость	1,0	0,8
Марка по морозостойкости	Более F21000	F2100... F2200
Водонепроницаемость	Более W20	W2...W8
Химическая стойкость,% Кислая среда	90–95	23–35
Основная среда	86–93	54–60
Истираемость, г/см ²	0,2–0,3	0,4–0,7
Экологическая безопасность	Безопасен при соблюдении технологии	

Таблица 2. Механические свойства серного раствора и бетона

Свойства	Серный раствор	Сероцемент
Прочность на сжатие (МПа)	70–75	50–60
Прочность на изгиб (МПа)	12–13	8–10
Косвенная прочность на разрыв (МПа)	5–6	5
Усадка (мм/м)	0.6–0.7	1.4

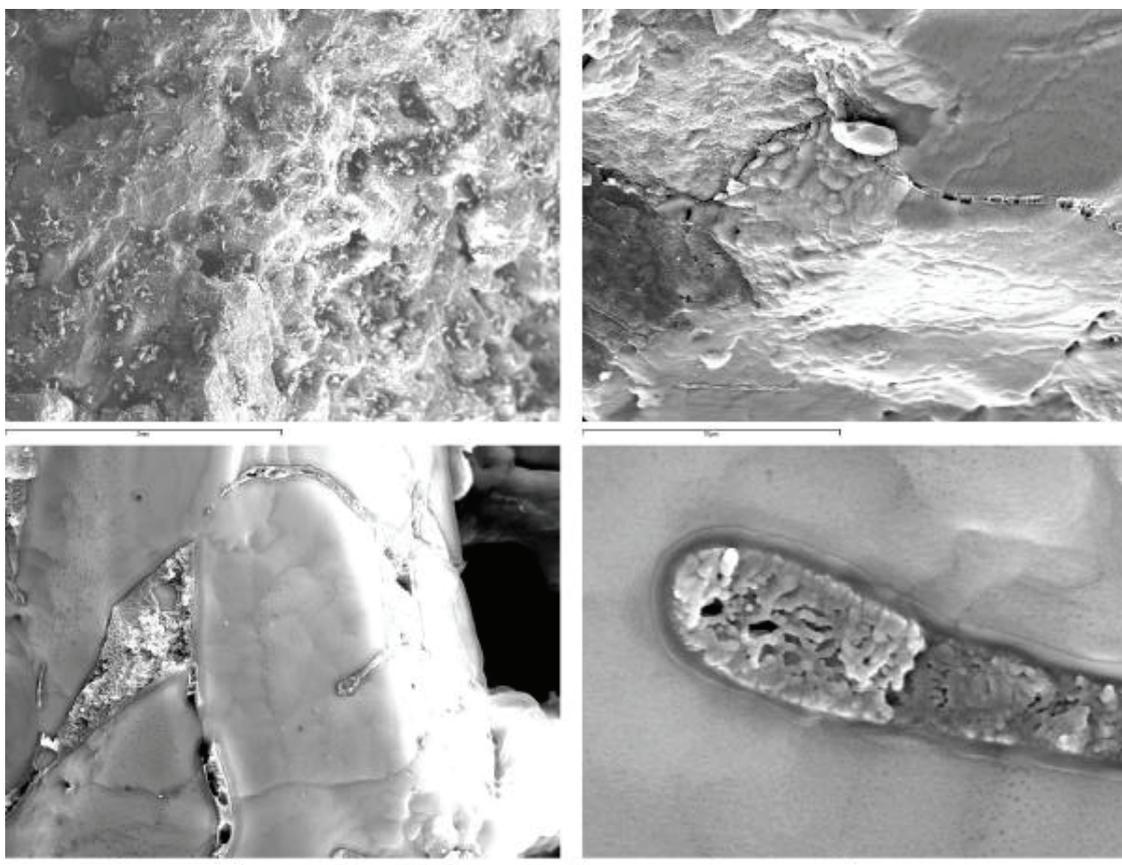


Рис. 1. СЭМ-изображения с серного раствора без добавления наполнителя. Шкала отметок указывает 2 мм (верхнее левое изображение), 70 мм (вверху справа), 30 мм (внизу слева) и 6 мм (внизу справа)

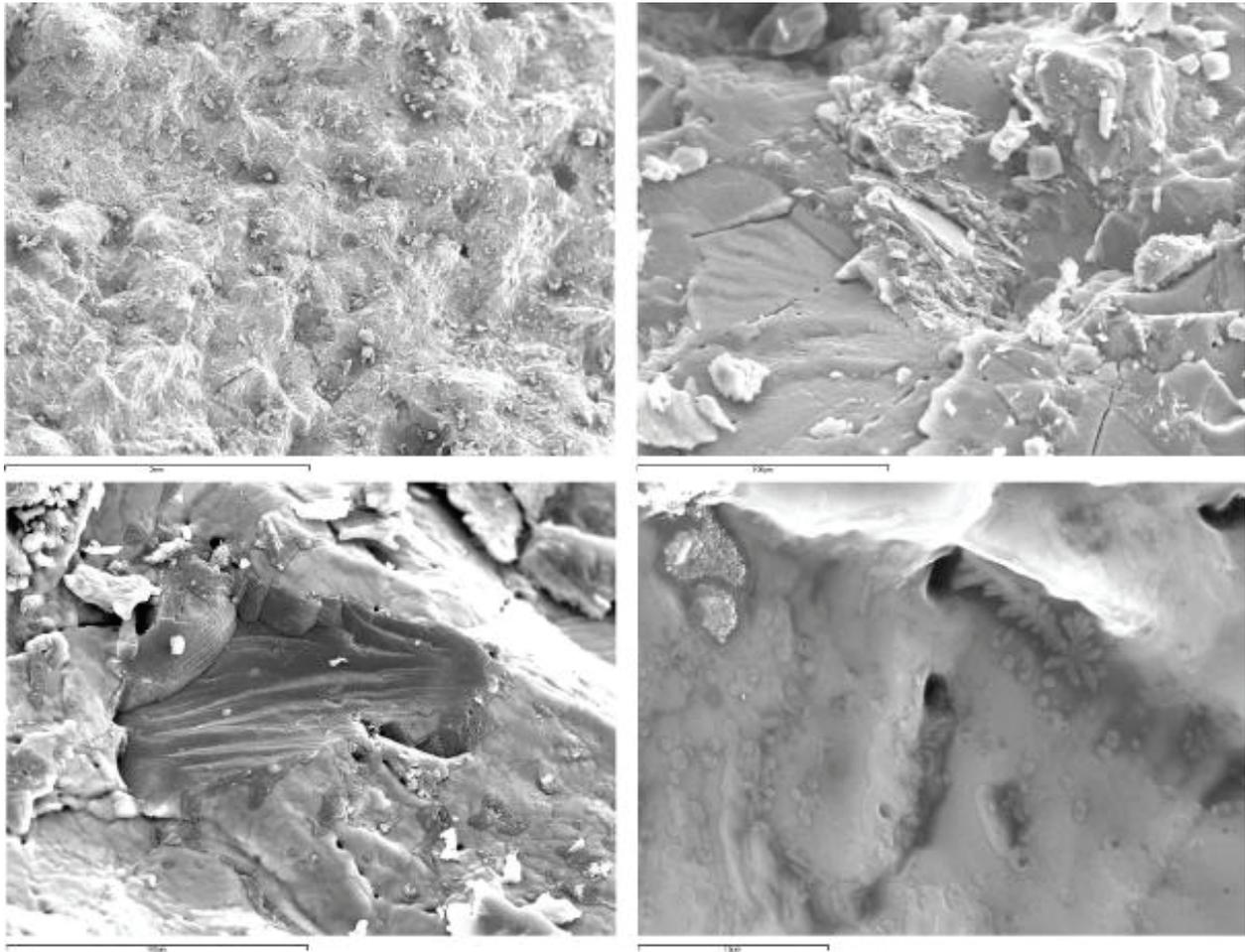


Рис. 2. СЭМ-изображения с серного раствора с добавленным наполнителем. Метки масштаба обозначают 2 мм (верхнее левое изображение), 100 мм (верхний правый угол), 100 мм (нижний левый угол) и 10 мм (нижний правый угол)

ального исследования структуры серных цементов. Оптическая микроскопия, по-видимому, не подходит для этой цели не только из-за ее низкой разрешающей способности и глубины поля, но также из-за высокой однородности и низкого контраста, которые обеспечивают образцы серы. SEM, напротив, предлагает аккуратные изображения с различными характеристиками и помогает понять поведение материалов такого типа. В качестве общих характеристик будет указано, что образцы были очень однородными, с низкой пористостью и высокой степенью упаковки во всех случаях. Сера очень хорошо покрывала и связывала агрегаты, а также заполняла внутренние пространства таким образом, что практически не было заметной пористости, что можно оценить по изображениям в больших масштабах на рисунках 1 и 2. Когда конструкция смеси была оптимальной, особенно в отношении гранулометрического состава и наполнителя по размерам, крупных кристаллов серы не наблюдалось, кроме компактной и однородной смеси. С другой стороны, некоторые общие признаки кристаллизации наблюдались среди образцов. В областях, где усадка серы оставляла пустоты, сера могла развить некоторые структуры,

которые, хотя и не имели значительных размеров (пористость была небольшой и недостаточной), являются примерами типичного роста кристаллов серы. Некоторые из этих закономерностей можно наблюдать на изображениях меньшего масштаба на рисунках 1 и 2.

Все образцы, изученные с помощью СЭМ, были сделаны с хорошо сортированным наполнителем, который содержал определенную долю мелких фракций, но для оценки влияния наполнителя использовался другой процент его содержания. На рисунке 1 показаны изображения раствора без добавления наполнителя, а на рисунке 2 показан раствор со связующим агентом, который содержит 5% наполнителя. Наличие наполнителя имеет два основных эффекта; в больших масштабах однородность выше, а заметная пористость ниже. В меньших масштабах наполнитель предотвращает рост кристаллов значительных размеров; закономерности и особенности, наблюдаемые на мелкомасштабных изображениях на рис. 1 (без наполнителя), не обнаружены в образце на рис. 2, в котором была обнаружена только некоторая поверхностная кристаллизация на стенках немногочисленных пор.

2. Применение

Первое возможное применение серобетона и сероцемента — изготовление сборных элементов для их использования в различных областях. Характеристики серобетона, которые приводят к рассмотрению этого применения, состоят, главным образом, в его высокой прочности, коротком времени, которое он получает для его достижения, и возможности повторного использования. Высокая прочность обеспечит полное выполнение механических требований, в то время как ее быстрое отверждение позволит использовать в промежуточных условиях без необходимости длительного хранения. И в случае, если элемент был поврежден, его свойства позволяют простой и быстрый ремонт.

Серобетон оказался очень непроницаемым материалом. Несколько испытаний, проведенных разными исследователями, показали, что скорость выщелачивания чрезвычайно низкая, даже выщелачивание серы, которая сама по себе является отходом. Кроме того, на его отверждение при затвердевании, как правило, меньше влияет присутствие нескольких веществ. Эти причины делают серобетон хорошим кандидатом для использования в качестве матрицы или связующего материала для изоляции отходов, смешивания их с серой и заполнителями в процессе производства. Некоторыми отходами, которые могут быть заключены в серобетон, тяжелые металлы, органические отходы, остаточные агрегаты горнодобывающей или других отраслей промышленности, золы от сжигания отходов, а также углеродная промышленность, использованные шины и отходы с содержанием сульфатов, хлоридов и других солей.

Интересно отметить, что состав серы, полностью состоящей из отходов, может быть разработан. Сера является важным побочным продуктом процессов переработки газа и нефти, а также газификации углерода, а отходы горнодобывающей промышленности могут использоваться в качестве заполнителей. И некоторые виды золы, такие как уголь, могут использоваться в качестве

наполнителя. Несколько компаний в настоящее время разрабатывают составы серобетона, которые содержат опасные отходы особой важности в нескольких областях.

Одним из наиболее интересных свойств серобетона является то, что требуется мало времени, чтобы затвердеть и достичь высокого процента его максимальной прочности. Эта характеристика способствует определенному применению, в котором она может предложить большие преимущества: ремонт. Некоторыми примерами могут быть ремонт жестких (бетонных) покрытий и срочный ремонт в крупных отраслях промышленности.

Некоторый опыт ремонта серобетона имел место в медной промышленности в Чили, особенно в каналах, которые постоянно откачивают высокоабразивные жидкости, поступающие из процесса добычи. Серный бетон позволил не закрывать канал так много времени, как если бы ремонтные работы были выполнены с обычным бетоном. Это подразумевает, очевидно, большое экономическое преимущество, поскольку сводит к минимуму влияние ремонтов на производство, и это особенно важно для крупных предприятий.

Заключение

В заключение хочется привести пример фирм, которые уже используют серобетон и сероцемент: Chempruf Concrete (США) и STARcrete™ Technologies Inc. (Канада).

И подводя итог, главным образом стоит отметить, что серные растворы и бетоны с превосходными механическими свойствами и низким воздействием на окружающую среду. И все же нельзя исключать использование серобетона. Этот материал может представлять собой очень интересное строительное решение или альтернативу.

На сегодняшний день интерес к сере возрастает. Особенно для России. Это связано с тем, что Россия является одним из главных производителей серы. Отчасти из-за этого стоит уделить внимание возможности применять серу в производстве серобетона.

Литература:

1. Carmona S. and Gracia V., 'Hormigón de azufre: una alternativa viable para la reparación de pavimentos rígidos', Proceedings of the Conference PROVIAL'99 (Rancagua, Chile, 1999)
2. Cordano I. P., 'Estudio experimental de morteros de azufre' (Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, Chile, 2000).
3. SULFUR CONCRETE-A NEW CONSTRUCTION MATERIAL Robert E. Loov Associate Professor of Civil Engineering Department of Civil Engineering The University of Calgary Calgary, Alberta, Canada Alan H. Vroom President Sulphur Innovations Ltd. Calgary, Alberta, Canada Michael A. Ward Head Department of Civil Engineering The University of Calgary_ Calgary, Alberta, Canada
4. UTILIZATION OF BY-PRODUCED SULFUR FOR THE MANUFACTURE OF UNMODIFIED SULFUR CONCRETE Violeta Gracia (1), Enric Vázquez (2) and Sergio Carmona (3) (1), (2) Materials Section, Department of Construction Engineering, Universitat Politècnica de Catalunya, Spain (3) Department of Civil Works, Universidad Técnica Federico Santa María, Chile Abstract ID Number: 257

ИНФОРМАТИКА

Часы реального времени

Еремеев Дмитрий Вячеславович, студент

Чебоксарский институт (филиал) Московского политехнического университета (г. Чебоксары)

В данной статье рассмотрена модель часов реального времени.

Результатом является разработка электрической принципиальной схемы микропроцессорного устройства на аппаратной платформе Arduino Uno R3.

Ключевые слова: ардуино уно, часы реального времени.

Целью моей работы является моделирование процесса управления железнодорожным переездом.

Для выполнения поставленной задачи необходимы компоненты:

- Контроллер Arduino UNO R3;
- Малая макетная плата для прототипирования;
- ЖК-дисплей 16x2;
- 2 кнопки;
- Резистор 10 КОм — 2 шт;
- Потенциометр 10 КОм;
- Провода.

Одним из первых проектов, которые новички собирают на основе платы Arduino, являются простые часы, ведущие отсчет времени. В основном такие часы основаны на подключаемом к Arduino модуле RTC (Real Time Clock). Сегодня на рынке электронных компонентов доступны разные модели RTC, различающиеся точностью и ценой. Среди распространенных моделей можно назвать DS1302, DS1307, DS3231.

Статья направлена на изучение и ознакомление с аппаратной и программной частями Arduino и создание простых часов, ведущих отсчет времени без использования RTC. Точность в данном случае будет невелика, поэтому проект рассматривается как учебный.

Arduino — аппаратная вычислительная платформа, основными компонентами которой являются простая плата ввода-вывода и среда разработки на языке Processing/Wiring. Arduino может использоваться как для создания автономных интерактивных объектов, так и подключаться к программному обеспечению, выполняемому на компьютере (например, Adob Flash, Processing, Max (англ.), Pure

Data, SuperCollider. Рассылаемые в настоящее время версии могут быть заказаны уже распаянными. Информация об устройстве платы (рисункопечатной платы) находится в открытом доступе и может быть использована теми, кто предпочитает собирать платы самостоятельно.

Принцип работы заключается в том, что при каждом запуске часов нужно будет устанавливать для них текущее значение времени. Такие часы, безусловно, лучше не использовать в своей повседневной жизни при долгой их активности без перезагрузки и дальнейшей настройки, поскольку рассинхронизация с текущим временем в процессе длительной эксплуатации может быть существенной.

Данные часы можно собрать на обычной макетной плате, поскольку здесь не потребуется много компонентов. Основным звеном здесь будет плата Arduino Uno. Для отображения времени используем ЖК-дисплей 16x2. Для изменения настроек времени следует подключить две кнопки (для часов и минут). Кнопки подключаются к Arduino через резисторы 10 КОм. Чтобы изменять яркость дисплея потребуется потенциометр на 10 КОм. Схема подключения всех этих компонентов к плате Arduino Uno представлена ниже.

Ниже представлен скриншот собранной модели (рис. 1).

Ниже представлены скриншоты работы модели в определенных ситуациях, описанных выше (рис. 2, рис. 3).

Ниже представлен листинг программы.

Заключение

Целью работы было поставлено изучение и ознакомление с аппаратной и программной частями Arduino и со-

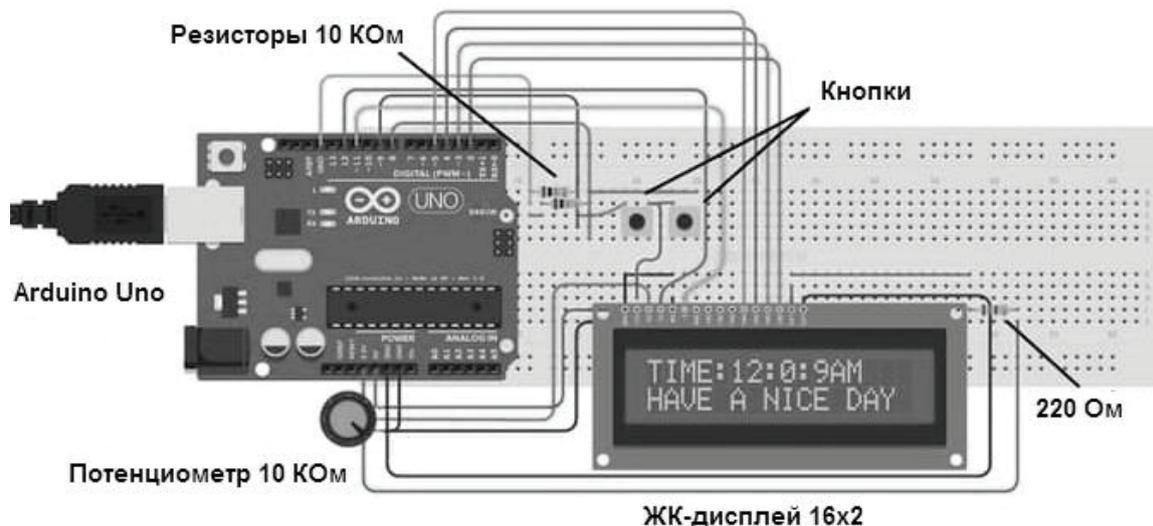


Рис. 1. Макетная сборка устройства часов реального времени в программной среде Tinkercad

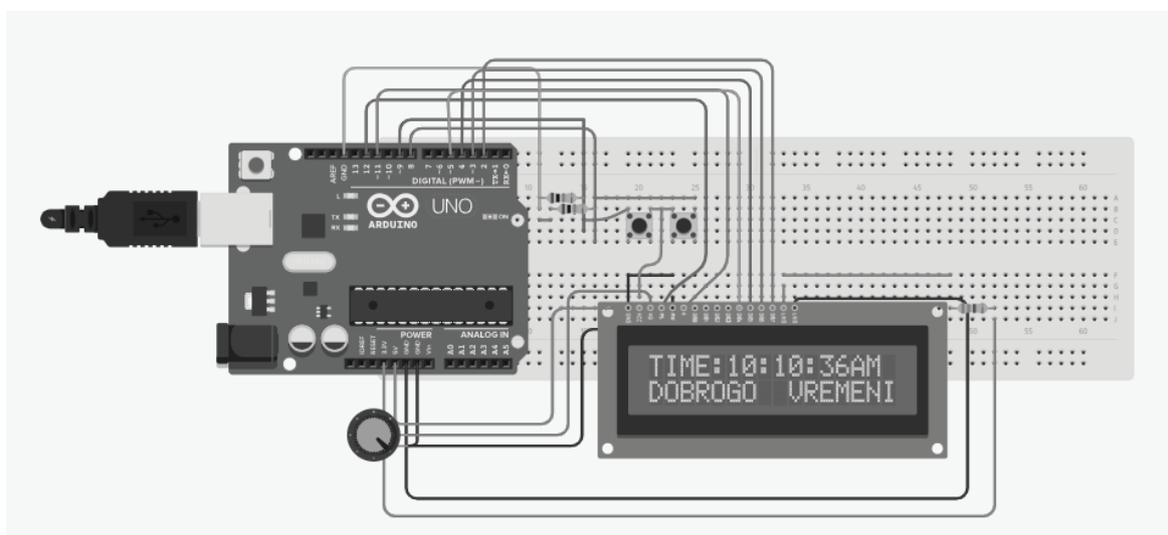


Рис. 2. Работа часов до полудня (AM)

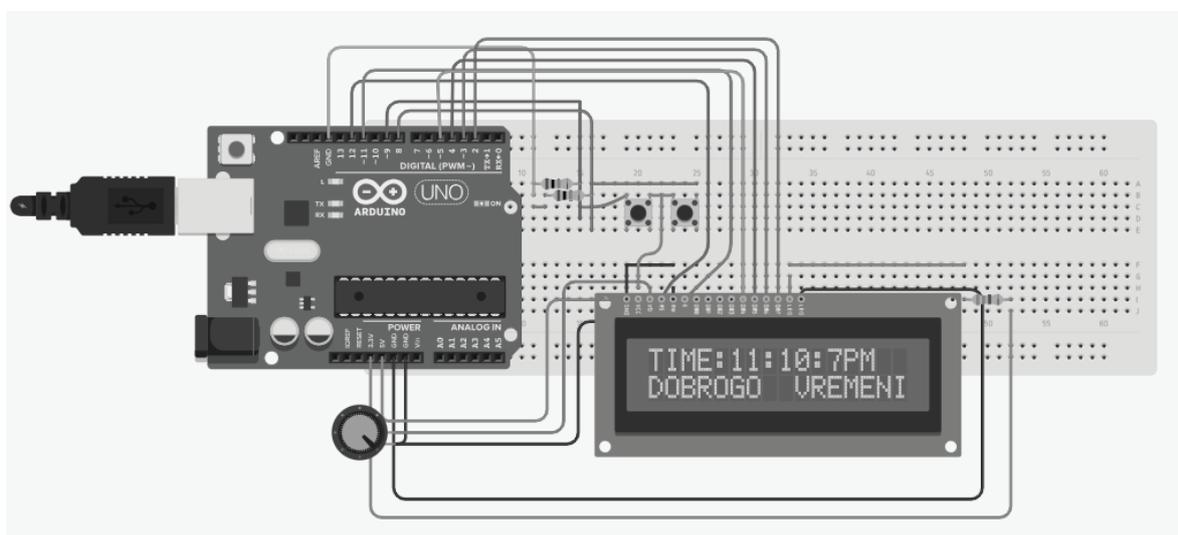


Рис. 3. Работа часов после полудня (PM)

```

1  #include <LiquidCrystal.h>
2  LiquidCrystal
3  lcd(12,11,5,4,3,2);
4  int h=1;
5  int m;
6  int s;
7  int flag;
8  int TIME;
9  const int hs=8;
10 const int ms=9;
11 int statel;
12 int state2;
13 void setup()
14 {
15   lcd.begin(16,2);
16 }
17 void loop()
18 {
19   lcd.setCursor(0,0);
20   s=s+1;
21   lcd.print("TIME:");
22   lcd.print(h);
23   lcd.print(":");
24   lcd.print(m);
25   lcd.print(":");
26   lcd.print(s);
27   if(flag<12)lcd.print("AM");
28   if(flag==12)lcd.print("PM");
29   if(flag>12)lcd.print("PM");
30   if(flag==24)flag=0;
31   delay(1000);
32   if(s==60){
33     s=0;
34     m=m+1;
35   }
36   if(m==60)
37   {
38     m=0;
39     h=h+1;
40     flag=flag+1;
41   }
42   if(h==13)
43   {
44     h=1;
45   }
46   lcd.setCursor(0,1);
47   lcd.print("DOBROGO VREMENI");
48   //-----Time
49   // setting-----//
50   statel=digitalRead(hs);
51   if(statel==1)
52   {
53     h=h+1;
54     flag=flag+1;
55     if(flag<12)lcd.print("AM");
56     if(flag==12)lcd.print("PM");
57     if(flag>12)lcd.print("PM");
58     if(flag==24)flag=0;
59     if(h==13)h=1;
60   }
61   state2=digitalRead(ms);
62   if(state2==1){
63     s=0;
64     m=m+1;
65   }
66 }

```

здание часов реального времени без модуля RTC. Такие часы лучше всего рассматривать с учебной точки зрения, так как при последующих выключениях нужно выстав-

лять время заново, при очень длительной работе часов будет замечена рассинхронизация. Данная цель выполнена.

Литература:

1. Момот, М. В. Мобильные роботы на базе Arduino. 2-е издание. — СПб.: БХВ-Петербург, 2018. — 336 с. ил.
2. Блум Джереми, Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства: Пер. с англ.— СПб.: БХВ-Петербург, 2015 г. — 336 с.: ил.
3. Англоязычный ресурс производителя Arduino [Электронный ресурс], офиц.сайт. URL: <https://www.arduino.cc/>.
4. Видео-уроки интернет магазина [Электронный ресурс], URL: <http://www.youtube.com/user/AmperkaRu>.
5. Электронная энциклопедия интернет магазина [Электронный ресурс], офиц.сайт, Москва. URL: <http://wiki.amperka.ru/>.

Управление железнодорожным переездом

Ефимов Евгений Андреевич, студент

Чебоксарский институт (филиал) Московского политехнического университета

В данной статье рассмотрена модель управления железнодорожным переездом. Результатом является разработка электрической принципиальной схемы микропроцессорного устройства на аппаратной плат-

форме *Arduino Uno R3*, в основе которой лежит датчик расстояния *HC-SR04*. Произведен выбор компонентов устройства.

Ключевые слова: ардуино уно, ж/д переезд, датчик расстояния, сервопривод.

Целью моей работы является моделирование процесса управления железнодорожным переездом.

Для выполнения поставленной задачи необходимы компоненты:

- Контроллер *Arduino UNO R3*;
- Малая макетная плата для прототипирования;
- Датчик расстояния *HC SR04*;
- 3 светодиода *LED RGB*;
- Резистор *220 Ом* — 3 шт.;
- Сервомотор;
- Провода.

Arduino — аппаратная вычислительная платформа, основными компонентами которой являются простая плата ввода-вывода и среда разработки на языке *Processing/Wiring*. *Arduino* может использоваться как для создания автономных интерактивных объектов, так и подключаться к программному обеспечению, выполняемому на компьютере (например, *Adobe Flash*, *Processing*, *Max* (англ.), *Pure Data*, *SuperCollider*. Рассылаемые в настоящее время версии могут быть заказаны уже распаянными.

Информация об устройстве платы (рисунок печатной платы) находится в открытом доступе и может быть использована теми, кто предпочитает собирать платы самостоятельно. *Arduino* и *Arduino*-совместимые платы спроектированы таким образом, чтобы их можно было при необходимости расширять, добавляя в устройство новые компоненты. Эти платы расширений подключаются к *Arduino* посредством установленных на них штыревых разъемов. Существует ряд плат с унифицированным конструктивом.

Основной задачей моего проекта было построение модели железнодорожного переезда на базе *Ардуино*. В своем проекте я использовал следующие устройства: датчик расстояния *HC SR04* (работает в диапазоне от 1 см до 3.5 м); сервопривод *SM-S2309S* (этот сервопривод использовался в качестве шлагбаума для модели ж/д переезда); стандартные светодиоды с резисторами; плата *Ардуино Уно*.

Ниже представлен скриншот собранной модели (рис. 1).

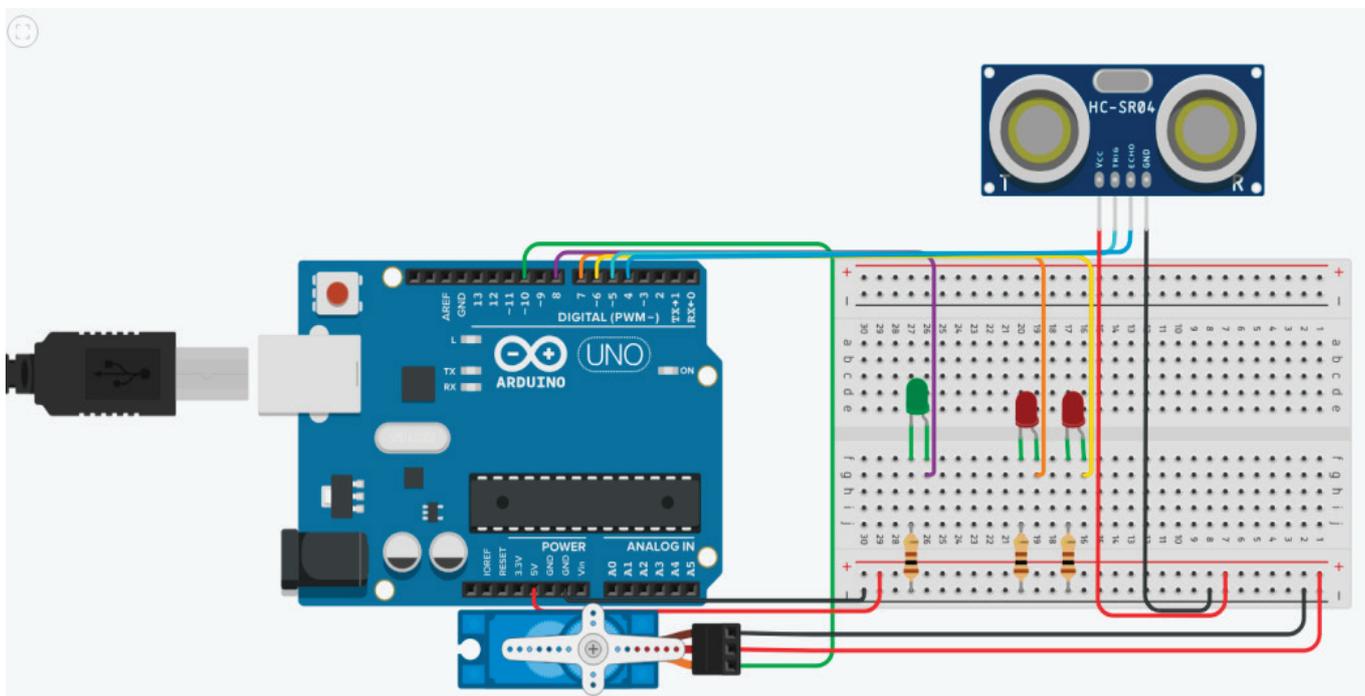


Рис. 1. Макетная сборка ж/д переезда в программной среде *TinkerCad*

Моя модель работает следующим образом. При запуске работы программы сервопривод остается неподвижным и горит один светодиод зеленого цвета. Когда к датчику расстояния приближается объект, как только он попадает в поле видимости датчика, начинает опускаться шлагбаум, гаснет зеленый светодиод и загораются, попеременно

горя, два красных светодиода. Как только объект пройдет за датчик расстояния и снова станет вне поля видимости для датчика, шлагбаум поднимется, а красные светодиоды погаснут, при этом запуская зеленый светодиод.

Ниже представлены скриншоты работы модели в определенных ситуациях, описанных выше (рис. 2, рис. 3, рис. 4).

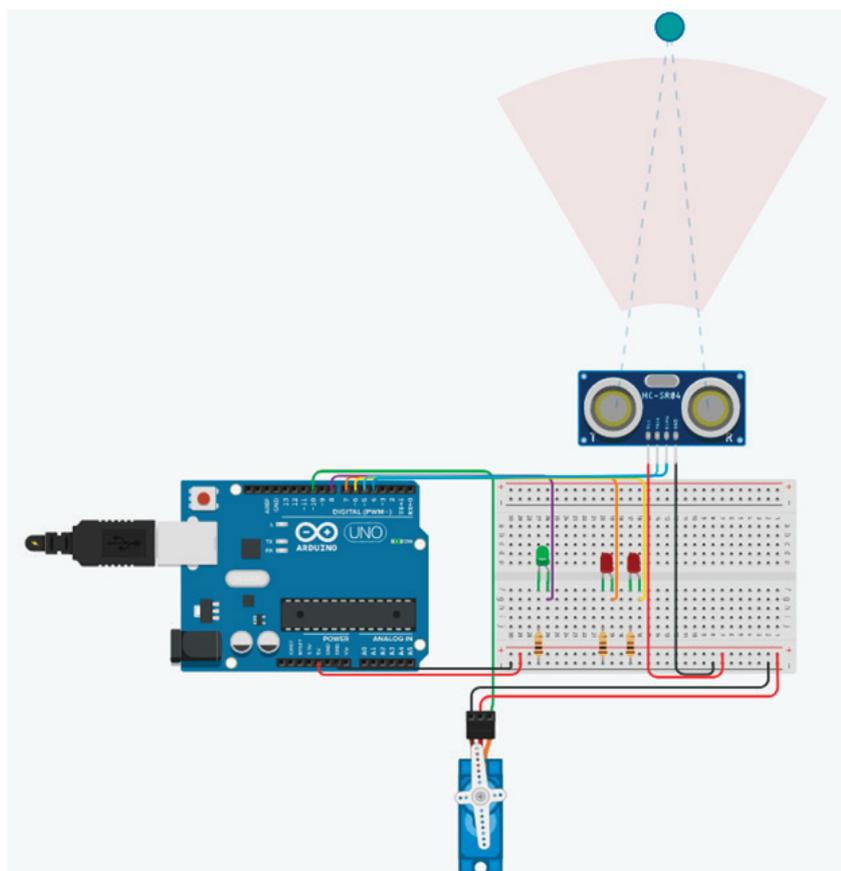


Рис. 2. Работа модели, когда объект приближается, но еще вне поля видимости датчика расстояния

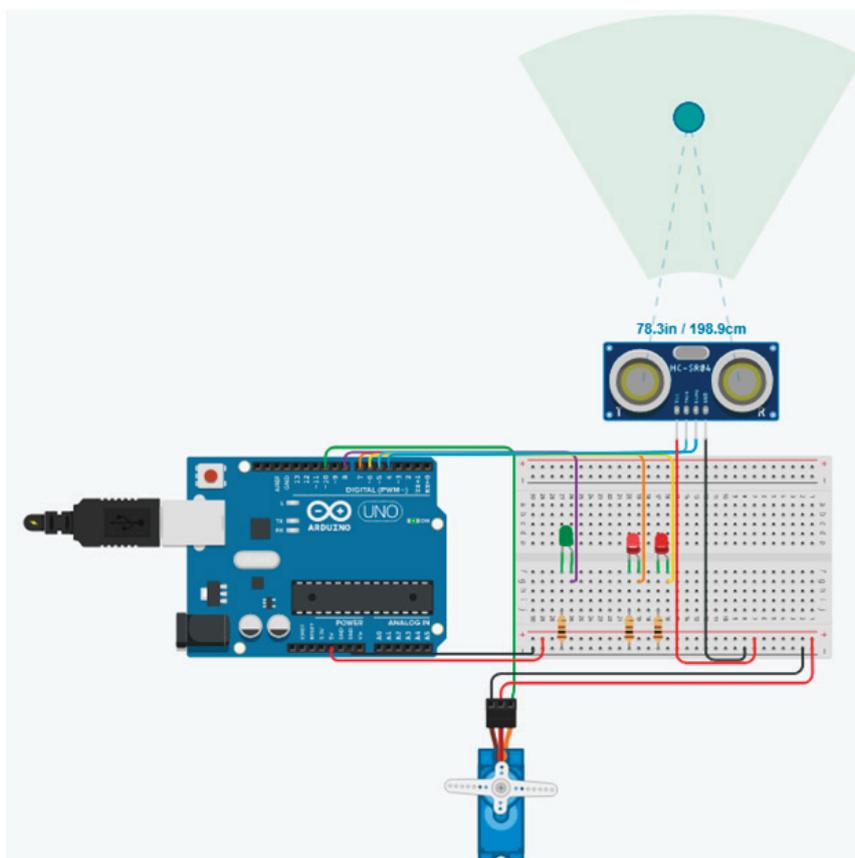


Рис. 3. Работа модели, когда приближающийся объект попал в поле видимости для датчика

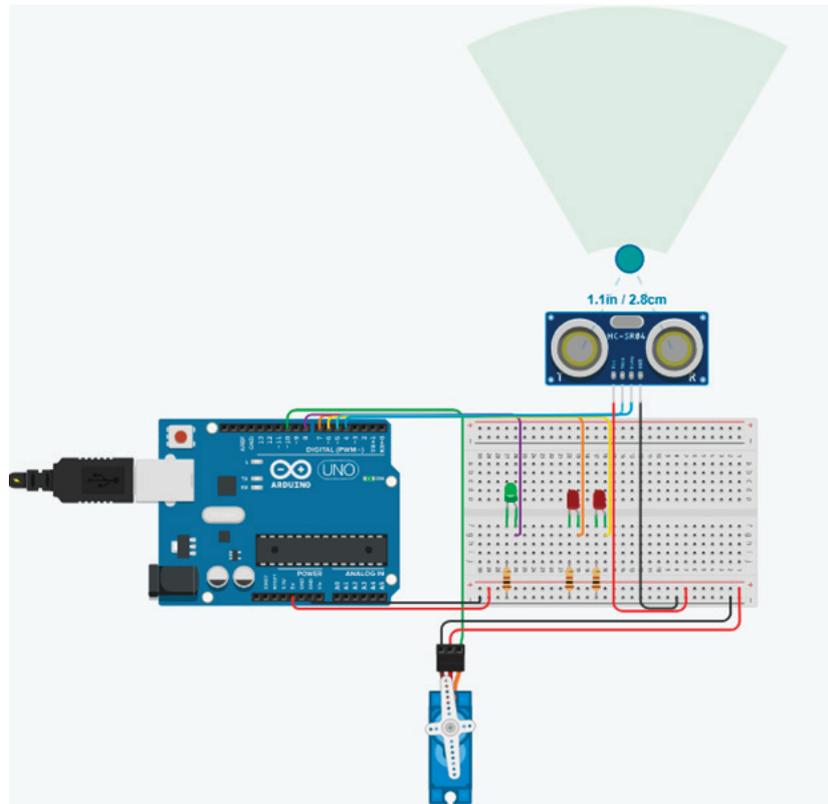


Рис. 4. Работа модели, когда приближающийся объект проехал за датчик расстояния

Ниже представлен листинг программы.

```

#include <Servo.h>
#define PIN_TRIG 5
#define PIN_ECHO 4
long duration, cm;
Servo servo;
int red1 = 6; int red2 = 7; int wit = 8; int serva = 0;
void setup() {
  Serial.begin (9600);
  pinMode(PIN_TRIG, OUTPUT);
  pinMode(PIN_ECHO, INPUT);
  pinMode(red1, OUTPUT);
  pinMode(red2, OUTPUT);
  pinMode(wit, OUTPUT);

  servo.attach(10);
}
void loop() {
  digitalWrite(PIN_TRIG, LOW);
  delayMicroseconds(5);
  digitalWrite(PIN_TRIG, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(PIN_TRIG, LOW);
  duration = pulseIn(PIN_ECHO, HIGH);
  cm = (duration / 2) / 29.1;
  Serial.print("Расстояние до объекта: ");
  Serial.print(cm);
  Serial.println(" см.");

  servo.write(0);
  digitalWrite(wit, 0);
  digitalWrite(red1, 0); digitalWrite(red2, 0);
  if (cm<330&&cm>5) {
    serva=90;
    servo.write(90);
    digitalWrite(red1, 1);
    digitalWrite(red2, 0);
    delay(800);
    digitalWrite(red1, 0);
    digitalWrite(red2, 1);

    delay(800);
  }
  else
  {
    serva=0;
    servo.write(0);
    digitalWrite(red1, 0);
    digitalWrite(red2, 0);
    digitalWrite(wit, 1);
    delay(800);
    digitalWrite(wit, 0);
    delay(800);
  }
}

```

Заключение

В данной работе я ставил перед собой задачи создания рабочего прототипа железнодорожного переезда на ос-

нове сервопривода, регулируемого платформой Ардуино в зависимости от показаний датчика расстояния. Данная цель была выполнена.

Литература:

1. Соммер, У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freedomino. — СПб.: БХВ-Петербург, 2012. — 256 с. ил. — (Электроника)
2. Момот, М. В. Мобильные роботы на базе Arduino. 2-е издание. — СПб.: БХВ-Петербург, 2018. — 336 с. ил.
3. Белов, А. В. Программирование ARDUINO. Создаем практические устройства + виртуальный диск. — СПб.: Наука и Техника, 2018. — 272 с., ил.
4. Иго, Т. Arduino, датчики и сети для связи устройств: Пер. с англ. — 2-е изд. — СПб.: БХВ-Петербург, 2015. — 544 с.: ил.
5. Петин, В. А. Проекты с использованием контроллера Arduino. — БХВ-Петербург, 2014. — 400 с.

Расширение сознания за счёт переноса в реальный мир цифровой информации в сферах образования и маркетинга: AR-технологии

Комков Сергей Сергеевич, преподаватель
Брянский строительный колледж имени профессора Н. Е. Жуковского

Как многие другие интересные исследования, история манипуляций с реальностью начинается в научной фантастике. В наше время дополненная реальность уже не является научной фантастикой. Так что же такое дополненная реальность?

AR-технологии или же «дополненная реальность» — это среда, в реальном времени дополняющая окружающий мир цифровыми данными (виртуальными объектами), с помощью каких-либо устройств — планшетов, смартфонов, компьютеров и других, поддерживающих дополненную реальность, и программной части. Например, очки смешанной реальности или AR-очки — Microsoft HoloLens, используется для 3D-моделирования.

В наше время технологии дополненной реальности прочно закрепились в различных сферах деятельности человека: в науке, маркетинге, медицине, архитектуре и т.д. В дальнейшем эти технологии будут проникать в жизнь людей.

Цель

Расширение сознания за счёт переноса в реальный мир цифровой информации в сферах образования и маркетинга.

Задачи

1. Изучение специальных программ дополненной реальности
2. Создание AR-приложений, процесс формирования дополненной реальности за счёт камеры смартфона, в ка-

честве элементов которых могут выступать видео, аудио материалы, 3D-модели и текстовый контент.

Актуальность*В образовании*

Наиболее распространенные примеры использования AR-технологий можно увидеть в системе образования. Появление виртуальных объектов в образовании стало усиливающим фактором обучения, который заключается в интерактивности 3D-моделирования и использовании эффекта дополненной реальности. Актуальность внедрения технологии дополненной реальности в образовательный процесс является настолько инновационным решением, что очень повысит мотивацию учащихся и улучшит усваивание информации.

В маркетинге

К маркетологам приходит понимание того, что технология дополненной реальности — это весьма впечатляющий набор инструментов. Применение таких технологий повлияет на эффективность рекламы. Ответ на него попытались дать в английском агентстве Hidden Creative. На просмотр рекламы с дополненной реальностью потребители тратили уже гораздо больше времени, чем на обычную рекламу.

Ход выполнения научно-исследовательской работы

1. Изучение специальных программ дополненной реальности.

Были рассмотрены межплатформенные среды разработки приложений такие как: Augment, Catchoom, Augasma, Unity и другие. При исследовании различных платформ мы остановились на Unity.

Unity позволяет создавать приложения, работающие под более чем 20 различными операционными системами, включающими персональные компьютеры, игровые консоли, мобильные устройства, интернет-приложения и другие. Выпуск Unity состоялся в 2005 году и с того времени идёт постоянное развитие.

Основными преимуществами Unity являются наличие визуальной среды разработки, межплатформенной поддержки и модульной системы компонентов. К недостаткам относят появление сложностей при работе с многокомпонентными схемами и затруднения при подключении внешних библиотек.

В дальнейшем изучении этой платформы мы определились со своим проектом. Проект построен в сферах образования и маркетинга.

Впоследствии для создания проекта было необходимо использовать Vuforia

Vuforia — это платформа дополненной реальности и инструментарий разработчика программного обеспечения дополненной реальности. Vuforia использует тех-

нологии компьютерного зрения, а также отслеживания плоских изображений и простых объёмных реальных объектов (к примеру, кубических) в реальном времени.

2. Создание AR-приложений, процесс формирования дополненной реальности за счёт камеры смартфона, в качестве элементов которых могут выступать видео, аудио материалы, 3D-модели и текстовый контент.

Реализация проекта осуществлялась через инструментарий Vuforia, импортированный в игровой движок Unity.

На платформе Vuforia генерируется и импортируется ключ и объект привязки изображения для создания приложения.

В дальнейшем происходит сборка всех компонентов исследований и данных в игровом движке Unity. В Android и Visual Studio настройка и компиляция скриптов.

После процесса сборки и настройки программной части компилируется приложение в арк файл.

Так как проект находится в сфере образования, на основе колледжа БСК было разработано демо-приложение «Directory».

В этом приложении используется наложение фото, видео текстур и текстового контента. В качестве основы были взяты таблички аудиторий.



Рис. 1: Табличка на двери кабинета



Рис. 2: Табличка на двери кабинета с дополненной реальностью

Также нами было разработано приложение состоящая из трех памятников истории один из которых «Памятник гвардейским танкистам 11-й армии Брянского фронта» установленный при въезде в Фокинский район города Брянск, второй Мемориальный комплекс «Освободи-

телям Витебска — советским воинам, партизанам и подпольщикам» установленный на площади Победы в городе Витебск в Беларуси, а третий Курган Бессмертия — памятник павшим в борьбе с немецко-фашистскими захватчиками.



Рис. 3. Танк, Стелла и Курган в дополненной реальности

Практическое применение

Данные технологии можно применить в любой сфере. К этим сферам относятся: архитектура, безопасное строительство, механика, физика, 3D-моделирование, медицина, обучение, маркетинг и др.

Технологии Дополненной реальности могут применяться разными устройствами. Например: с помощью мобильного или иного устройства, поддерживающего AR. С помощью AR-очков — можно взаимодействовать с дополненной реальностью, используя жесты. Так своими руками.

В обучении такие технологии будут применяться в качестве стимулирующего фактора. При использовании AR-приложений информация будет намного интереснее и лучше восприниматься. В этих приложениях при наведении на какой-либо объект появиться вся информация о нём. Эта информация может отображаться как видео, аудио текстуры, как 3D-текст или модели.

Литература:

1. <https://sibac.info/studconf/tech/xlii/54121>
2. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Java_\(программная_платформа\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Java_(программная_платформа))
3. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Unity_\(игровой_движок\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Unity_(игровой_движок))
4. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Vuforia>

В маркетинге приложения дополненной реальности вызовут больший интерес и заинтересованность, чем обычные рекламы.

Выводы

В ходе всех проведённых исследований были проанализированы возможности AR-технологий. Возможности этих технологий разнообразны и будут применяться безгранично.

Цель и задачи, поставленные перед нами — полностью осуществлены. Создано работающее приложение, в котором выполняется наложение текстур дополненной реальности. Вскоре будет сделано полноценное приложение и выпущено в общий доступ.

Приложения дополненной реальности или AR-приложения — это лучший способ ускорить коммутацию с потребителем. В приложении вся нужная информация сама появляется перед ним, где-бы он не оказался.

Автоматизированные системы составления расписания

Краснянская Снежана Андреевна, студент
Санкт-Петербургский государственный экономический университет

Учебный процесс — это сложный процесс, в котором одновременно сосуществуют следующие подсистемы: профессорско-преподавательский состав, студенты, вспомогательный административно-обслуживающий персонал и учебно-аудиторно-лабораторная материальная база. Чтобы оптимизировать их связь между собой в рамках учебного процесса необходимо составить расписание с учетом функциональных возможностей каждого из них.

Если рассматривать учебный процесс как систему, в которой объекты работают совместно в единой временной шкале, то она состоит из следующих групп объектов: преподаватели, учебные группы и аудитории, причем они могут быть разных видов. Данные группы выполняют определенный технологический процесс, который описывается заранее разработанным учебным планом. Так как в этих группах число значений может быть достаточно велико, то оптимизация их взаимодействия по набору критериев становится трудновыполнимой, а, следовательно, появляется необходимость в автоматизации.

Бытует мнение, что опытный специалист вручную может составить расписание, удовлетворив и учтя все потребности и замечания групп объектов образовательного процесса. Однако, здесь все не так просто. Составление расписания вручную требует больших затрат ресурсов, времени.

Готовое решение может быть далеко не оптимальным. Стоит отметить и то, что человек склонен ошибаться, а потому и расписание после требует корректировки. В итоге возникает нужда в автоматизации этого процесса, благодаря которой ускорятся ввод данных, поиск ошибок, решение тупиковых ситуаций, наглядность и т.д.

Последние несколько лет многие пытаются усовершенствовать процесс автоматизации составления расписания при помощи программного обеспечения и веб-технологий. Однако, в связи с этим возникает ряд трудностей:

- появляются разрозненные программные решения, которые направлены на решение проблемы в одном конкретном учебном заведении, а не универсальное для всех;
- не все программы способны работать в многопользовательскому режиме и не поддерживают весь необходимый электронный документооборот.
- некоторые программы имеют весьма неудобный интерфейс для ввода исходных данных и редактирования полученного расписания.

В связи с этими трудностями и появляется потребность в разработке единых алгоритмов, учитывающих все критерии. Они должны быть так же способны включать и исключать какие-либо требования, возникающих в системе.

Таблица 1. Программные продукты

Наименование продукта	Краткое описание	Интеграция с другими системами	Самостоятельная программа или в составе иного ПП	Возможность работы с ознакомительной версией
«Магеллан» Система управления учебным процессом, «РУТ АйТи»	Система «Магеллан» объединяет в себе возможности гибкой и простой настройки в соответствии с требованиями учебного процесса конкретной образовательной организации, унифицированную архитектуру и комплексный подход к автоматизации.	GosInsp (Шахты), MS Excel, LMS «Moodle», 1С, Mark SQL и др.	Настраивается под особенности образовательной организации. Возможность адаптироваться под различные бизнес-процессы существует в «Магеллане» за счёт поддержки множества различных конфигураций.	Имеется, можно заказать тур по продукту с сопровождением, либо получить пробную версию на 7 дней
1С: Автоматизированное составление расписания. Университет	Продукт предназначен для решения задач автоматизированного составления учебных расписаний и оперативного управления помещениями в вузах. При этом можно построить как допустимое расписание, так и оптимизированное, в котором сокращено количество окон или количество используемых помещений.	GosInsp (Шахты), 1С: Университет, MS Excel	Работает как самостоятельный продукт, так и с привязкой к иным продуктам 1С.	Возможность участия в онлайн демонстрации продукта

Наименование продукта	Краткое описание	Интеграция с другими системами	Самостоятельная программа или в составе иного ПП	Возможность работы с ознакомительной версией
«БИТ.ВУЗ.РАСПИСАНИЕ», «Первый БИТ»	Продукт предназначен для автоматизации работы служб по составлению расписания. Результатом внедрения программы является безошибочное и быстрое составление расписания занятий с учетом пожеланий преподавателей.	MS Excel, 1С	Работает как самостоятельный продукт	Можно заказать демо-версию продукта на 7 дней
«GS-Ведомости», «Гуру-Софт»	Система комплексной автоматизации образовательного учреждения «GS-Ведомости» — это современный программный продукт, позволяющий автоматизировать процессы, связанные с управлением деятельностью средне-специальных и высших учебных заведений.	MS Office, Abbyy FormReader и др.	Модульный продукт, с возможностью выбора модуля исходя из потребностей или разработка нового	Можно самостоятельно ознакомиться с функционалом при помощи Trial-версии на 1 мес., либо заказать презентацию онлайн, в офисе разработчиков или в офисе клиента с выездом специалиста

Для решения существующих проблем требуется построение гибкой и легко адаптируемой системы на основе новых принципов, с использованием современных веб-технологий. Необходима система, составляющая расписание в соответствии с выбранными критериями и заданными требованиями.

Сегодня на рынке существует множество продуктов, готовых удовлетворить потребности учебных заведений в рамках автоматизации составления расписания. Ниже представлена таблица со сравнительным анализом некоторых из автоматизированных систем.

Литература:

1. Толстых Е. С., Толстых А. А. Автоматизация составления расписания в системе управления учебным процессом // Территория науки. — 2014. — № 1. С. 41–47.
2. Танаев, В. С., Шкуба В. В. Введение в теорию расписаний / В. С. Танаев, В. В. Шкуба — М.: Наука, 1975. — 256 с.

Требования к разработке специализированных меток для функционирования маркерных приложений с AR-технологией на базе платформы Vuforia

Пономаренко Денис Алексеевич, студент
Московский политехнический университет

Данная статья посвящена теме разработки и корректуры маркеров для AR-приложений. В настоящей работе отображается процесс взаимодействия с алгоритмом анализа маркеров Vuforia, демонстрируется перечень требований к разработке, а также реализация корректировок таргетов путем графических видоизменений.

Ключевые слова: дополненная реальность, таргет, метка, алгоритм, инструмент, шкала, Unity, Vuforia, AR.

Предметом данного исследования является — перечень требований к созданию таргетов, а также инструментов анализаторов качества, разрабатываемых меток. Качество подготовки меток для проектов с использованием дополненной реальности, в частности для

программных продуктов с AR маркерного типа напрямую влияет на опыт, полученный пользователем и его степень погружения. Правильная компоновка элементов маркеров также может повлиять на стабильность работы проекта и в следствии на уровень визуализации контента.

Накладываемые посредством компьютерного устройства слои с контентными объектами на изображение реальной среды носят вспомогательно-информативный характер, таким образом, информация, контекстно связанная с объектами с помощью дополненной реальности, становится доступна пользователю в режиме реального времени. [4]

Необходимо изучить и проанализировать критерии для разработки специальных меток, которые в последующую очередь интегрируются в AR-приложение. Каждая мишень должна разрабатываться с учетом определённых рекомендаций. Компания PTC, как передовик индустрии разработала инструмент, который способен проанализировать таргет и показать симуляцию качества захвата

мишени. Единицей шкалы этого инструментария, является некая «звезда». Максимально их может быть 5 штук, в следствии показатель, в виде 5 звезд это наивысшее качество проработки таргета. Качество захвата мишени оптическим датчиком устройства, стабильность отображения контента, скорость захвата, работоспособность в низком освещении. На все эти факторы влияет количество звезд, которые отображает инструмент Vuforia.

Чтобы увеличить шкалу качества таргетов, существуют определенные критерии, которые выработаны путем проверки более 1000 различных мишеней и выявления закономерностей. [5] На рисунке 1 показан образцовый таргет, который отражает в себе все рекомендации для получения 5 звезд.



Рис. 1. Образцовый маркер

На рисунке 2 показан интерфейс инструмента анализатора, отображающего оценку в 5 звезд. Алгоритм Vuforia предоставляет возможность в режиме реального времени проанализировать любое количество таргетов и в дальнейшем создать базу данных для работы в таких инструментах для разработчика, как, Unity, XCode, AndroidStudio. [1]

Алгоритм обработки таргетов позволяет провести анализ мишени и выявить узлы деталей, которые влияют на шкалу качества, в режиме онлайн. Узлы контурных соединений отображаются желтыми крестами, их плотность повышает вероятность получения дополнительной единицы шкалы.

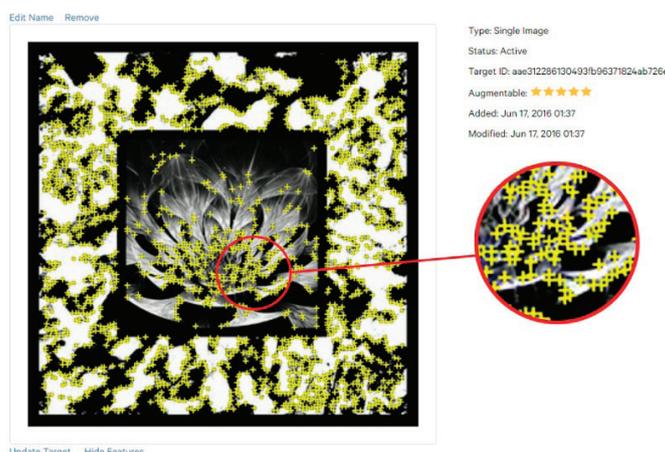


Рис. 2. Интерфейс инструмента с узлами контурных соединений

Целью изучения работы алгоритма инструмента компании PTC, как анализатора таргетов, является выявление определенных критериев по улучшению меток. Следующим этапом будет использование тестовой метки, пропу-

щенной через анализатор Vuforia. Из отчета инструмента, который показан на рисунке 3, можно сделать вывод о качестве пригодности данного изображения, как элемента в приложении с технологией дополненной реальности.

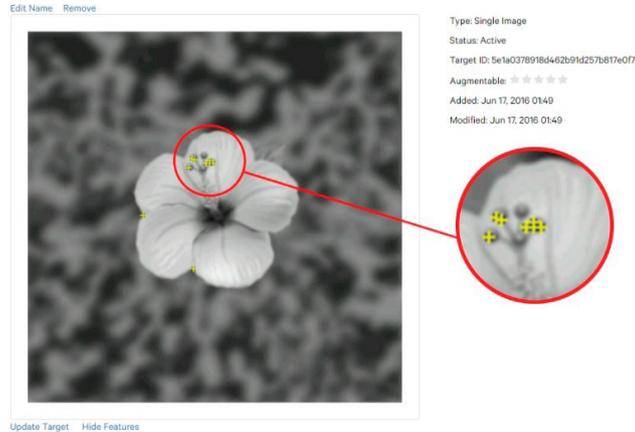


Рис. 3. Тестовая метка с нулевым показателем

В данном примере анализатор показывает оценку 0 «звезд». Включив расширенный режим инструментария, можно увидеть узлы контурных соединений. Как следует из показателей расширенного режима, количество узлов катастрофически мало для использования в AR-сценах. Сравнив таргет с показателем 0 с таргетом у которого показатель 5, можно выявить закономерность определенных спецификаций, которые влияют на количество «звезд» шкалы. [3] Вернувшись к рисунку 2 и, обратив внимание на показатели расширенного режима, можно сделать вывод, что геометрия, полигональность и количество фигур с закрытым периметром, обладающих углами, а также их плотность относительно площади всей мишени влияет на показатели шкалы.

Следующим этапом в улучшении и модернизации таргета, является работа над цветом. Механизм определения «звездности», наилучшим образом способен обрабатывать мишени, обладающие высоким значением контрастности. В результате анализа алгоритма Vuforia были выявлены критерии улучшения таргетов с низким показателем шкалы, для использования в AR-сценах.

Для исправления таргета с низким показателем звездности необходимо добавить элементов, которые помогут алгоритму определить больше контурных узлов. На рисунке 4 показан таргет с дополнительными узлами для более точной работы Vuforia-среды.

Для более подробного изучения узловых соединений можно перейти в интерфейс расширенного режим ана-

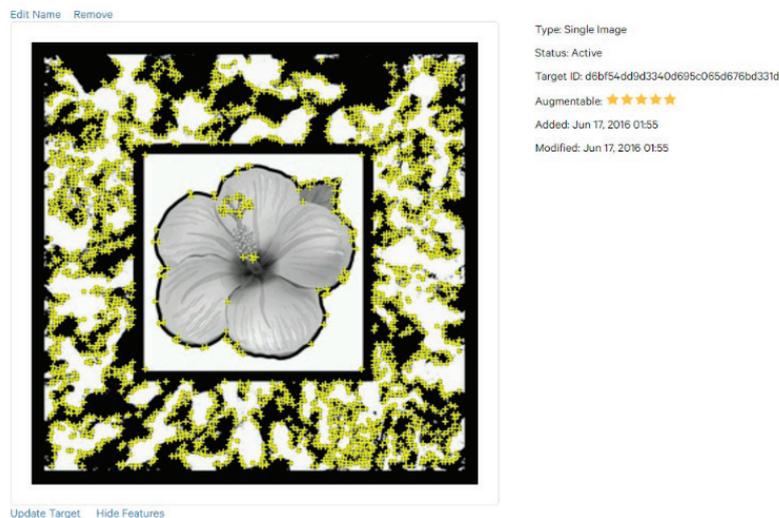


Рис. 4. Таргет с дополнительными узлами и цветовой корректировкой

лизатора изображений. Степень восприимчивости метки оптическим сенсором относительно уровня оценки анализатора можно сформулировать, разделив на пять уровней.

Уровень 1, когда анализатор отображает 0 или 1 показатель. Исходное изображение, предназначенное для использования в качестве метки, приведет к низкому качеству визуализации по причине малого количества объектов и низкой контрастности.

Уровень 2, когда анализатор отображает показатель 2. При изменении фона у изображения из уровня 1 на более контрастный позволит повысить рейтинг, поскольку на изображении можно найти более контрастные элементы. [2] Тем не менее уровень 2 является неудовлетворительным для оптических датчиков и категорически не рекомендуется к применению.

Уровень 3, когда анализатор отображает показатель 3. Показатели анализатора увеличиваются путем изменения контрастности определенных слоев в зависимости от геометрии объектов и корректировкой яркости нужных элементов. При этом получается средний результат, что

приводит к уместным показателям стабильности для визуализации сцен в дополненной реальности.

Уровень 4, когда анализатор отображает показатель 4. Подавляющее большинство, применяемых таргетов обладают именно этим показателем, при попадании 40% маркера в область сканирования, сцена подгружается.

Уровень 5, когда анализатор отображает показатель 5. Метки при проверке, отображающие такой уровень, идеально подходят для использования в сценах дополненной реальностью. При любом освещении и попадании хотя бы 20% таргета в область оптического датчика, сцена будет визуализироваться.

Проведя работу над редактурой и изменением графической метки, можно сделать ряд определенных выводов. На качество реализации таргета влияют определенные параметры, такие как количество полигональных элементов, контрастность необходимых слоев и яркость определенных областей. Корректировка вышеуказанных параметров позволит подготавливать метки и повышать их качество для более стабильной работы визуализаций в сценах дополненной реальности.

Литература:

1. Optimizing Target Detection and Tracking Stability // Vuforia Engine Developer URL: <https://library.vuforia.com/content/vuforia-library/en/articles/Solution/Optimizing-Target-Detection-and-Tracking-Stability.html> (дата обращения: 25.03.2019).
2. Баулин Иван Николаевич Слои для браузера дополненной реальности // International Journal of Open Information Technologies. 2013. № 7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sloi-dlya-brauzera-dopolnennoy-realnosti> (дата обращения: 25.03.2019).
3. Кравцов А. А. Исследование и разработка методик и алгоритмов интерактивной визуализации средствами дополненной реальности // Научный журнал КубГАУ — Scientific Journal of KubSAU. 2015. № 113. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-i-razrabotka-metodik-i-algoritmov-interaktivnoy-vizualizatsii-sredstva-mi-dopolnennoy-realnosti> (дата обращения: 25.03.2019).
4. Многослойное представление информации (дополненная реальность) // РВК Институт развития Российской Федерации URL: https://www.rvc.ru/upload/iblock/e44/201212_market_reality.pdf (дата обращения: 25.03.2019).
5. Яковлев Б. С., Пустов С. И. Классификация и перспективные направления использования технологии дополненной реальности // Известия ТулГУ. Технические науки. 2013. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-i-perspektivnye-napravleniya-ispolzovaniya-tehnologii-dopolnennoy-realnosti> (дата обращения: 25.03.2019).

Моделирование квантового алгоритма Гровера для поиска схемотехнического решения в прикладной программе MATLAB

Смирнов Юрий Александрович, инженер-конструктор
АО Центральное морское конструкторское бюро «Алмаз» (г. Санкт-Петербург)

Актимиров Анатолий Валерьевич, кандидат технических наук, старший преподаватель
Военный (военно-морской политехнический) институт Военного учебно-научного центра ВМФ «Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н. Г. Кузнецова» (г. Санкт-Петербург)

Целью статьи является ознакомление с разработанной имитационной моделью алгоритма Гровера в прикладной программе MATLAB, а также с результатами его работы, которые представлены в виде вы-

числений и графиков. Коротко описаны основы квантовых вычислений и подробно разобрана методика моделирования.

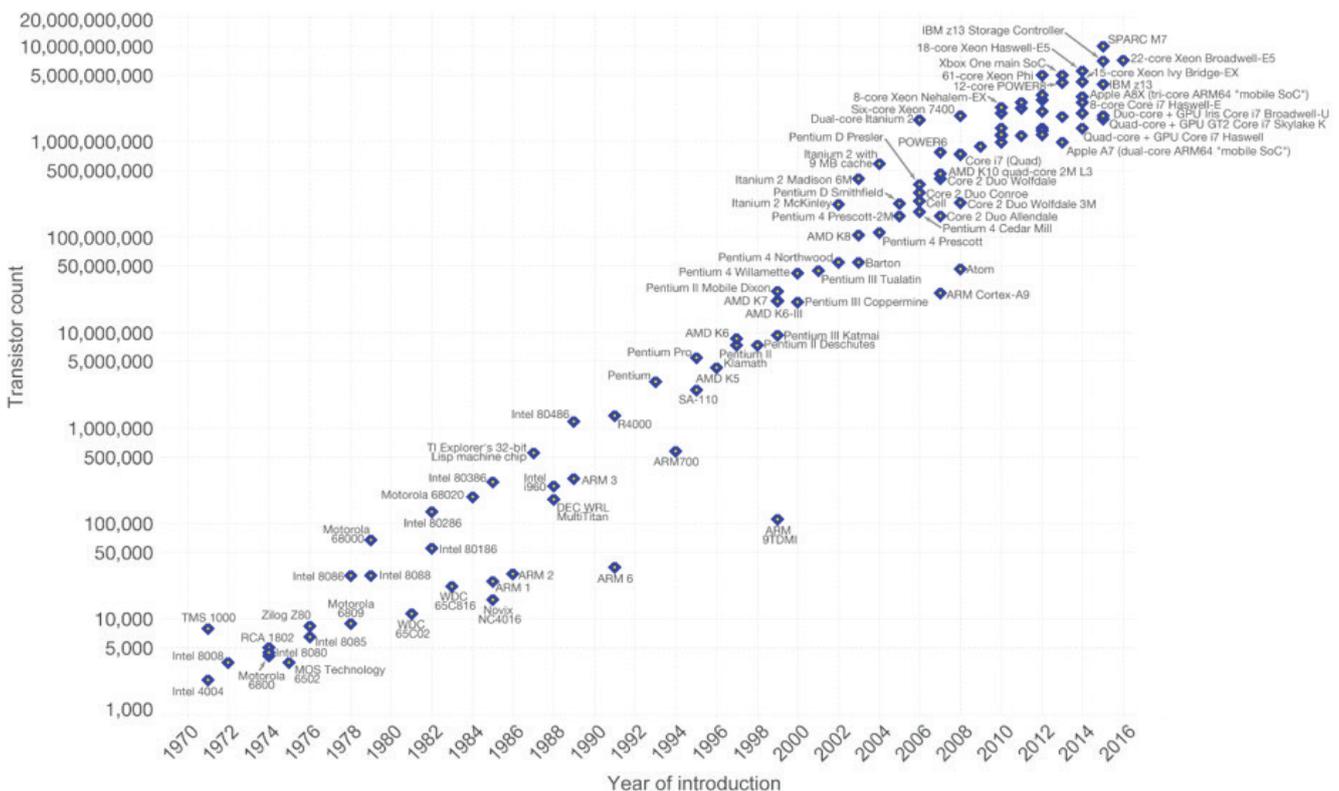
Ключевые слова: квантовый компьютер, кубит, квантовый алгоритм, алгоритм Гровера.

За последние десятилетия область квантовых вычислений стала активным полем исследований для тысячи ученых по всему миру. После важных открытий в области теории квантовых вычислений, достижений в экспериментальной физике и инженерии сделали возможным создание первого прототипа квантового компьютера. Несмотря на уже существующие коммерческие модели квантового компьютера, — IBM Q System One и D-Wave Systems, он по-прежнему остаётся труднодоступным для рядового исследователя в силу высокой цены и требовательных массогабаритных характеристик. Этим объясняется востребованность имитационных моделей, с помощью которых стало возможным на классических компьютерах как разрабатывать и изучать квантовые алгоритмы, так и симулировать их работу.

В 1965 году, один из основателей Intel Гордон Мур нашел закономерность: количество транзисторов, размещаемых на кристалле ИС, удваивается каждые 2 года (рисунок 1). Однако у этого роста есть предел. В 2007 году Мур заявил, что закон скоро перестанет действовать из-за ограничения скорости света и атомарной природы вещества. Таким образом, законы функционирования интегральных схем на столь малых базовых элементах должны определяться законами микромира или квантовой механики.

Применение квантовых компьютеров позволит реализовать новые алгоритмы, которые позволят решать задачи, требующие чрезмерно больших ресурсов при использовании классического компьютера. Этим объясняется и заинтересованность в развитии квантовых технологий не только таких технологических гигантов как IBM, Google, Microsoft, Intel, а также ведущих стран Великобритании, Германии, Израиле, Канаде, Китае, Нидерландах, России, США, Франции, Японии. Так, государственные программы финансирования квантовых разработок в Евросоюзе собрали €1 млрд (программа «Квантовый флагман»), в Великобритании — \$400 млн в США — \$360 млн, в Китае — \$220 млн.

В России исследования по этому направлению ведут специалисты Физико-технического института РАН (ФТИАН) во главе с академиком РАН К.А. Валиевым. Ректор МГУ Виктор Садовничий, который выпустил сборник переводов статей и журнал на тему исследования квантовых вычислений, а также две важные лекции Р. Фейнмана. Из российских теоретиков нельзя не упомянуть Александра Холево (автора выполненных еще в 1970-е годы пионерских работ по квантовой теории информации), Юрия Манина (первым в мире поставил в 1979 году проблему исследования вычислительного потенциала квантовых автоматов), Алексея Китаева. Российский квантовый центр при поддержке НИТУ



«МИСиС» открыл Первую школу по квантовым коммуникациям в Образовательном центре «Сириус». В 2019 году был подписан договор с МФТИ о создании базовой кафедры вуза в RQC.



Рис. 2. Квантовая вычислительная машина фирмы D-Wave

В начале 2013 года в Канаде построена квантовая вычислительная машина фирмой D-Wave (рисунок 2), которая состоит из 512-кубитов на сверхпроводящих кольцах. В декабре 2015 года специалисты компании Google подтвердили, что компьютер D-Wave использует квантовые эффекты. При этом в «1000-кубитном» компьютере кубиты организованы в кластеры по 8 кубит каждый. Тем не менее, это позволило добиться быстродействия в 100 млн раз больше (по сравнению с обычным компьютером) в одном из алгоритмов. С 2018 года компания разрабатывает 4000-кубитную машину, где кубиты организованы в кластеры по 16 кубит каждый. На сегодняшний день квантовую вычислительную машину фирмы D-Wave приобрела компания Lockheed Martin для исследования возможностей использования в оборонных заказах, а также компания Google для проектирования систем искусственного интеллекта, способного к самообучению.

Квантовый компьютер исследуют для применения в криптографии и для взлома шифров. Данным вопросом заинтересованы оборонные ведомства, которые финансируют работы Стэнфордского университета (США) по созданию квантового компьютера.

В национальном исследовательском технологическом университете (НИТУ «МИСиС») работает первая в России лаборатория, которая стала выполнять измерения кубитов при сверхнизких температурах (рисунок 3).



Рис. 3. Экспериментальная вычислительная машина в НИТУ «МИСиС»

Первый кубит, который измерили в 2013 году, был изготовлен в Германии, в лаборатории профессора Евгения Ильичева в Институте фотонных технологий (Institute of Photonic Technology). В Московском физико-техническом институте (МФТИ) появилась группа под руководством профессора Олега Астафьева, где исследуется система электронной литографии.

Российский квантовый центр, МФТИ, НИТУ МИСиС, Института физики твердого тела РАН объединились в коллаборацию для создания первого образца работающего сверхпроводящего кубита. Были подписаны соглашения о совместных действиях по развитию квантовых коммуникаций и других технологий на квантовых принципах. Участники соглашения — вузы, научно-исследовательские центры, инновационные компании и некоммерческие ассоциации, заинтересованные в совместном развитии квантовых технологий. Сформированный консорциум работает над формированием российской инфраструктуры квантовых коммуникаций и вычислений, разрабатывает стандарты и протоколы для работы устройств на квантовых принципах, а также исследует способы интеграции квантовой информатики в уже существующую коммуникационную сеть. Помимо этого, рабочая группа разработает консолидированную дорожную карту по развитию российских квантовых технологий.

Развитие квантовой инфраструктуры будет активно продвигаться в рамках Национальной технологической инициативы. В Москве, Санкт-Петербурге, Казани планируется запустить пилотные проекты по развитию квантовой инфраструктуры.

Исследователи из ИТМО создали систему квантовой связи для защищённой передачи данных на основе принципиально нового подхода. Система позволит передавать данные на расстояния более 250 километров, что не уступает самым современным зарубежным устройствам.

В Санкт-Петербургском государственном университете на математико-механическом факультете под руководством д.т.н., профессора Граничина О. Н. и д.т.н., профессора Терехова А. Н. ведутся работы по созданию гибридных сверхбыстрых компьютеров и системного программирования, а также проводятся исследования в области стохастического программирования и мультиагентных технологий.

В США в Лос-Аламосской национальной лаборатории создана линия связи общей длиной 48 км, в которой осуществляется распределение ключей со скоростью в несколько десятков Кбит/с. В университете Дж. Хопкинса реализована локальная вычислительная сеть с квантовым каналом связи длиной 1 км, в которой достигнута скорость передачи 5 кбит/с. В Великобритании, в Оксфордском университете, реализован целый ряд макетов квантово-криптографических систем с использованием различных методов модуляции и детектирования оптических сигналов. В лаборатории фирмы British Telecom получена наибольшая длина квантово-криптографической системы — 30 км при скорости передачи порядка 10 кбит/с. В эксперименте швейцарских исследователей каналом связи являлся подводный кабель длиной 23 км, используемый для передачи данных между Женевой и ее пригородом Ньюном.

К известным квантовым алгоритмам относятся: факторизация — ускорение сверхполиномиальное; нахождение дискретного логарифма двоичного числа — ускорение сверхполиномиальное; проверка произведения матриц — ускорение полиномиальное; решение задачи о сумме подмножеств — ускорение полиномиальное; решение линейных систем дифференциальных уравнений — ускорение сверхполиномиальное; структурированный поиск — ускорение константное; связанность вершин графа — ускорение полиномиальное; вычисление электрического сопротивления сложной цепи — ускорение экспоненциальное; путь в графе — ускорение сверхполиномиальное; вычисление ранга матрицы — ускорение полиномиальное; поиск подмножеств — ускорение полиномиальное; поток по сети — ускорение полиномиальное; квантовое преобразование Фурье — ускорение экспоненциальное. [4]

Краткие теоретические сведения: аналогично биту, кубит имеет два состояния $|0\rangle$ и $|1\rangle$. Кубит может находиться также и в квантовой суперпозиции этих двух состояний: $|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$, где α и β — комплексные числа, удовлетворяющие так называемому условию нормировки $|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1$. Вероятность обнаружить кубит в состоянии $|0\rangle$ равна $|\alpha|^2$, а вероятность обнаружить его в состоянии $|1\rangle$ равна $|\beta|^2$. Пространство состояний квантовой системы — это векторное пространство. Такие векторные пространства относятся к классу гильбертовых пространств. [1, 2]

Для описания состояния кубита используются скобки $|\dots\rangle$ в соответствии с так называемой нотацией Дирака. Эта система обозначений векторных величин также называется “bracket” (скобка) на два слога: bra («бра») вектор — строки и ket («кет») вектор — столбцы. Запись кет — вектора выглядит как $|b\rangle$, а бра — вектор записывается как $\langle a|$. В обозначении скалярного произведения два вектора оказываются заключенными в своеобразные скобки, например, $\langle a|b\rangle$. В матричной форме бра-векторы принято обозначать следующим образом: $\langle 0| = (1\ 0)$, $\langle 1| = (0\ 1)$. [1, 2]

В матричной форме кет-векторы принято обозначать следующим образом: $|0\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$, $|1\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$.

Одним из преимуществ записи векторов в дираковской системе является ее компактность, n — кубитовое базисное состояние описывается 2^n — мерным вектором. В рамках дираковской системы обозначений этот вектор будет представлен цепочкой длиной n , а вектор — столбец будет составлен из 2^n компонентов. Записать состояние 12 кубитов с помощью вектор столбца представляется достаточно трудоемким, так как число элементов в нем составит $2^{12} = 4096$. Использование дираковской системы обозначений имеет и другие преимущества, которые становятся очевидными при работе с такими понятиями, как операторы и разного рода векторные произведения.

Ещё одним представлением состояния кубита является его наглядная геометрическая интерпретация в виде точки на единичной сфере, — сфере Блоха (рисунок 4). [2]

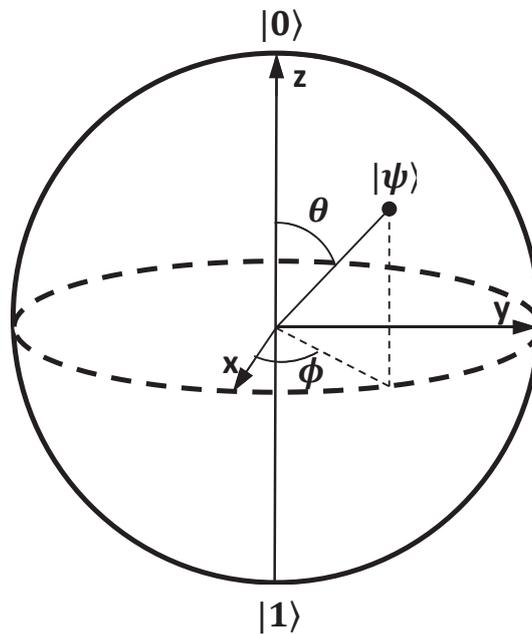


Рис. 4. Сфера Блоха

Северный и южный полюса сферы обычно выбираются под базисные состояния $|0\rangle$ и $|1\rangle$. Координатами точки служат два параметра θ и ϕ , которыми можно описать состояние кубита используя следующую формулу:

$$|\psi\rangle = \cos\frac{\theta}{2}|0\rangle + e^{i\phi}\sin\frac{\theta}{2}|1\rangle$$

Квантовый компьютер является многокубитовым вычислительным устройством. Система из нескольких кубитов образует квантовый регистр. В классическом компьютере в каждый момент времени регистр представляет собой конкретную последовательность из 0 и 1 (рисунок 5). В квантовом компьютере регистр до измерения состояния не является точно определенным и описывается линейной композицией с комплексными числами n-битовых состояний вида:

$$|\psi\rangle = y_1|00..00\rangle + y_2|00..01\rangle + y_3|00..10\rangle \dots y_n|11..11\rangle.$$

Вероятность обнаружения квантового компьютера в состоянии $|00..00\rangle$ равна $|y_1|^2$, вероятность нахождения в состоянии $|00..10\rangle$ равна $|y_2|^2$, и т. д.

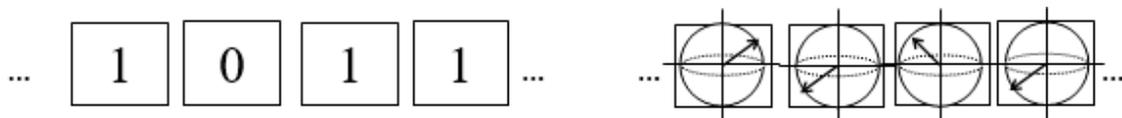


Рис. 5. Классический и квантовый регистры. Стрелкой показан вектор состояния кубита

К примеру, вектор состояния регистра из двух кубитов вычисляется с помощью произведения Кронекера (тензорного произведения) двух вектор-столбцов, описывающих состояния перемножаемых кубитов:

$$|\Psi\rangle = \begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \beta_1 \end{pmatrix} \otimes \begin{pmatrix} \alpha_2 \\ \beta_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha_1 \cdot \begin{pmatrix} \alpha_2 \\ \beta_2 \end{pmatrix} \\ \beta_1 \cdot \begin{pmatrix} \alpha_2 \\ \beta_2 \end{pmatrix} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha_1\alpha_2 \\ \alpha_1\beta_2 \\ \beta_1\alpha_2 \\ \beta_1\beta_2 \end{pmatrix}.$$

" \otimes " — тензорное произведение.

$$|01\rangle = |0\rangle \otimes |1\rangle = \begin{pmatrix} 1 \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \\ 0 \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix},$$

$$|11\rangle = |1\rangle \otimes |1\rangle = \begin{pmatrix} 0 \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \\ 1 \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Любая логическая операция с кубитами называется квантовым вентиляем, или гейтом. По числу кубитов преобразователи делятся на однокубитные и многокубитные. Преобразователь переводит одно состояние кубита (а в многокубитном случае — квантового регистра) в другое. Квантовым преобразованием называют унитарное преобразование вектора состояния квантовой системы. С квантовыми системами можно производить только линейные унитарные преобразования, при этом любое линейное унитарное преобразование допустимо. [5]

Скорее всего, все разработанные и реализованные к моменту создания квантового компьютера алгоритмы будут упакованы в некий «Фонд алгоритмов и программ», библиотеку квантовых алгоритмов, которая будет связана с устройством, выполняющим квантовые вычисления. Вполне вероятно, что это будет некий «квантовый сопроцессор», которым управляет обычный процессор при помощи каких-либо хитроумных устройств, которые позволяют выполнять две основные задачи: подготовка необходимых унитарных преобразований для выбранного квантового алгоритма и инициализация входных кубитов. На выходе этого «квантового сопроцессора» будут производиться измерения, а их результат сообщаться основному процессору, производящему вычисления. Таким образом, программировать само квантовое вычислительное устройство никто не будет; его будет «программировать» классический компьютер — настраивать гейты, связывать их друг с другом, инициализировать кубиты и запускать квантовые вычисления. [3]

Квантовая схема алгоритма Гровера представлена на рис. 6.

Рассмотрим неупорядоченную базу данных схематехнических решений, содержащую 25000 файлов. Необходимо, быстро найти ровно один файл. Для того чтобы решить эту задачу на обычном компьютере, в худшем случае, придётся перебрать все 25000 файлов, а в среднем 12500. На квантовом компьютере необходимо и достаточно произвести 158 итераций, чтобы найти данный файл. В общем случае алгоритм Гровера позволяет выполнить поиск требуемой файла за $O(\sqrt{N})$ шагов. [6]

Описание модели: программа для моделирования представляет собой функцию **Grover()**, принимающая в качестве параметров количество кубитов (параметр *qbitsCountParam*), порядковый номер искомого базисного состояния (параметр *stateNumParam*) и количество дополнительных итераций (параметр *iterationsCountParam*). Ниже пошагово рассмотрено подробное описание кода этой функции.

Инициализация квантового регистра.

Состояние квантового регистра из n кубитов представляет собой произведение Кронекера (тензорное) вектор-столбцов состояний соответствующих кубитов, как показано в выражении:

$$|0 \dots 0_N\rangle = |0\rangle \otimes |0\rangle \otimes \dots \otimes |0\rangle_N = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{pmatrix},$$

где знак \otimes означает тензорное умножение, N — количество базисных состояний.

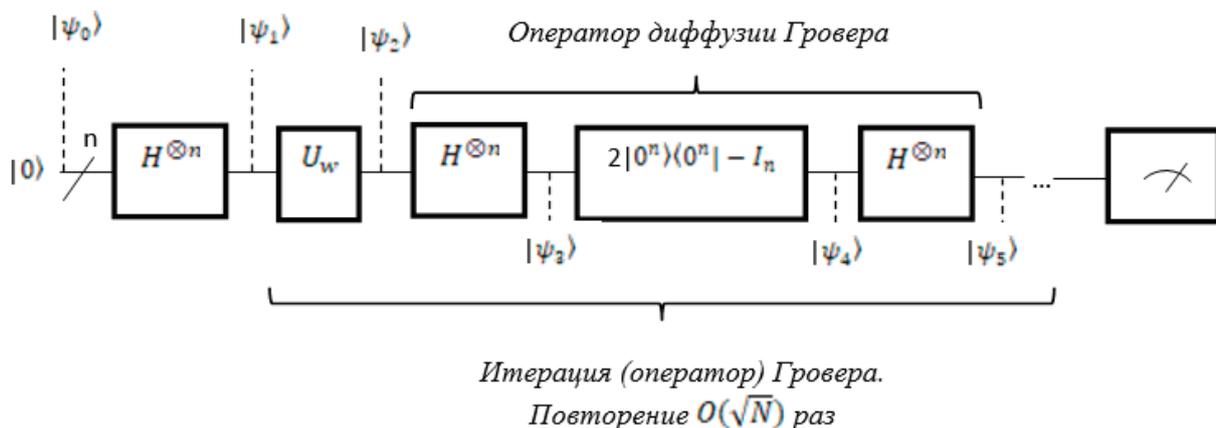


Рис. 6. Квантовая схема алгоритма Гровера

Расчета начального состояния регистра реализован в следующем коде с использованием встроенной функции произведения Кронекера `kron()`:

Листинг 1

```
% Инициализация
% Определение кубита в состоянии 0.
qbit = [1; 0];
% Вычисление состояния двухкубитового регистра
registerState = kron(qbit, qbit);
% При 3-х и более кубитах, выполнить перемножение
% Вычисление начального состояния регистра
for i = 3 : qbitsCountParam
    registerState = kron(registerState, qbit);
end
```

Переменная `qbit` содержит вектор-столбец $\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$, являющийся выражением состояния $|0\rangle$. Результат вычисления состояния регистра для 2-х кубитов присвоен переменной `registerState` строкой ниже, а цикл `for...end` предназначен для вычисления состояния регистра из 3 и более кубитов. Количество кубитов определяется по значению переменной `qbitsCountParam`, задаваемой пользователем при вызове пользовательской функции `Grover()`. Результат работы этого блока кода присваивается переменной `registerState`.

Вычисление многокубитного гейта Адамара.

Матрица многокубитового гейта Адамара вычислена с помощью встроенной функции `hadamard()`. Эта функция в качестве параметра принимает размерность квадратной матрицы Адамара. Размерность равна количеству базисных состояний рассматриваемого регистра. Количество состояний N вычислено по формуле:

$$N = 2^n,$$

где N — количество базисных состояний, а n — количество кубитов.

Так как функция `hadamard()` возвращает матрицу состоящую только из 1 и -1, то для получения матрицы многокубитового гейта Адамара необходимо полученную из этой функции матрицу умножить на коэффициент $\frac{1}{\sqrt{N}}$, где N — количество базисных состояний регистра. Блок этого кода выглядит как на листинге ниже.

Листинг 2

```
% Расчет количества базисных состояний
statesCount = 2^qbitsCountParam;
% Расчет гейта Адамара
hadamardGate = 1/sqrt(statesCount) * hadamard(statesCount);
```

Результат расчета матрицы многокубитного гейта Адамара присвоен переменной `hadamardGate`, а рассчитанное количество состояний регистра — переменной `statesCount`.

Вычисление матрицы оракула.

Результатом расчета является переменная `oracle`, содержащая квадратную матрицу $N \times N$ с единицами по всем столбцам главной диагонали за исключением столбца, представляющего собой искомое состояние; в нем установлена -1. Расчет такой матрицы в соответствии с формулами расчета выглядит следующим образом:

Листинг 3

```
% Расчет матрицы оракула
oracle = zeros(statesCount);
oracle(stateNumParam, stateNumParam) = 1;
oracle = I - 2 * oracle;
```

В результате работы этого блока кода значение переменной `ogacle` будет иметь вид, как на примере для 2-х кубитов и искомого 3-его состояния ($|10\rangle$):

$$U = \begin{matrix} & |00\rangle & |01\rangle & |10\rangle & |11\rangle \\ \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Расчет матрицы условного фазового сдвига.

Каждое базисное состояние, за исключением $|0\dots 0_N\rangle$ в регистре приобретает фазовый сдвиг -1 в соответствии с выражением ниже:

$$P_s: |x\rangle \rightarrow (-1)^{f(x)}|x\rangle = \begin{cases} -|x\rangle, & x = x_s \\ |x\rangle, & x \neq x_s \end{cases}$$

Листинг 4

% Расчет матрицы условного фазового сдвига

```
faseShiftDensityMatrix = state0 * transpose(state0);
```

```
I = eye(statesCount);
```

```
faseShift = 2 * faseShiftDensityMatrix - I;
```

В переменной `faseShift` сохранен результат расчета матрицы условного фазового сдвига в соответствии с формулой расчета.

Вычисление количества итераций.

Количество итераций Гровера вычисляется по формуле:

$$I = \frac{\pi}{4} \sqrt{N}$$

где N — количество базисных состояний регистра.

Листинг кода, в котором реализован этот подсчет:

Листинг 5

% Расчет количества итераций

```
iterationsCount = fix( (pi/4) * sqrt( statesCount) ) + iterationsCountParam;
```

Использование встроенной функции `fix()` объясняется необходимостью взять от результата вычисления только целую часть.

Применение преобразования Адамара.

Приготовление равновероятной (с равными амплитудами) суперпозиции состояний кубитов с помощью рассчитанной в шаге 2 многокубитовой матрицы Адамара:

$$|\Psi_1\rangle = |x\rangle = \frac{1}{\sqrt{N}}|00\dots 00\rangle + \frac{1}{\sqrt{N}}|00\dots 01\rangle + \frac{1}{\sqrt{N}}|00\dots 10\rangle \dots \frac{1}{\sqrt{N}}|11\dots 11\rangle.$$

В коде пользовательской функции `Grover` это преобразование применяется к переменной с инициализированным регистром `registerState`:

Листинг 6

% 1-ое состояние. Применение гейта Адамара к начальному состоянию регистра

```
state1 = hadamardGate * registerState;
```

Итерации Гровера.

Итерация Гровера (оператор Гровера) состоит из последовательно применяемых оракула, преобразования Адамара, условного сдвига фазы и ещё одного преобразования Адамара. Его состав наглядно показан на схеме 1.

Блок кода, реализующий логику работы этого оператора представлен листинге 7.

Листинг 7

```

for i = 1 : iterationsCount
    % 2-ое состояние. Применение оракула.
    state2 = oracle * state1;
    % 3-е состояние. Применение гейта Адамара к результату оракула
    state3 = hadamardGate * state2;
    % 4-ое состояние. Применение условного сдвига фазы
    state4 = faseShift * state3;
    % 5-ое состояние. Применение гейта Адамара к результату выполнения
    % условного фазового сдвига. Заключительный шаг оператора Гровера.
    state5 = hadamardGate * state4;
    % запоминаем конечное состояние текущей итерации, перезаписывая им
    % начальное состояние для следующей итерации.
    state1 = state5;
end

```

Используемый цикл **for...end** предназначен для выполнения оператора Гровера количество раз, равное значению переменной *iterationsCount*. Значение этой переменной было вычислено на шаге 5.

Здесь можно видеть как последовательно применяются преобразования к квантовому регистру, состояния которого представлены переменными с префиксом 'state..' в наименовании.

Вывод результата.

Результатом работы функции является вектор-столбец, состоящий из амплитуд вероятности и график распределения вероятности по базисным состояниям. Возврат значения функцией **Grover** осуществляется строкой кода, представленной ниже.

Листинг 8

```

grover = abs(state5);

```

Встроенная функция **abs()** нужна для получения абсолютных значений.

Демонстрация работы программы: полный код функции и примеры его выполнения с графиками приведены ниже.

```

function grover = Grover(qbitsCountParam, stateNumParam, iterationsCountParam)

if ~(qbitsCountParam > 0 && stateNumParam > 0 && stateNumParam <= 2^qbitsCountParam)
    error('Ошибка параметра. ' +...
        'Количество кубитов должно быть больше 0, ' +...
        'а номер указанного во втором параметре номер состояния должен быть от 1 до 2^n, где n - количество
        кубитов.');
```

```

end

% Инициализация
% Определение кубита в состоянии 0.
qbit = [1; 0];

% Расчет количества базисных состояний
statesCount = 2^qbitsCountParam;

```

```
% Расчет состояния двухкубитового регистра.
state0 = kron(qbit, qbit);

% Расчет состояния регистра при 3 и более кубитов
for i = 3 : qbitsCountParam
    state0 = kron(state0, qbit);
end

% Расчет гейта Адамара
hadamardGate = 1/sqrt(statesCount) * hadamard(statesCount);

% Расчет матрицы условного фазового сдвига
faseShiftDensityMatrix = state0 * transpose(state0);
I = eye(statesCount);
faseShift = 2 * faseShiftDensityMatrix - I;

% Расчет матрицы оракула
oracle = zeros(statesCount);
oracle(stateNumParam, stateNumParam) = 1;
oracle = I - 2 * oracle;

% Расчет количества итераций
iterationsCount = fix( (pi/4) * sqrt( statesCount)) + iterationsCountParam;

% 1-ое состояние. Применение гейта Адамара к начальному состоянию регистра
state1 = hadamardGate * state0;

% Начало оператора Гровера.
for i = 1 : iterationsCount
    % 2-ое состояние. Применение оракула.
    state2 = oracle * state1;

    % 3-е состояние. Применение гейта Адамара к результату оракула
    state3 = hadamardGate * state2;

    % 4-ое состояние. Применение условного сдвига фазы
    state4 = faseShift * state3;

    % 5-ое состояние. Применение гейта Адамара к результату выполнения
    % условного фазового сдвига. Заключительный шаг оператора Гровера.
    state5 = hadamardGate * state4;

    % запоминаем конечное состояние текущей итерации, перезаписывая им
    % начальное состояние для следующей итерации.
```

```

state1 = state5;
end

plotGraph();

grover = abs(state5);

function plotGraph()
    xVals = 0:statesCount - 1;
    xVals = categorical( ...
        cellstr( dec2bin( xVals, qbitsCountParam)));
    bar(xVals, abs(state5));
    ylim([0 1]);
end
end

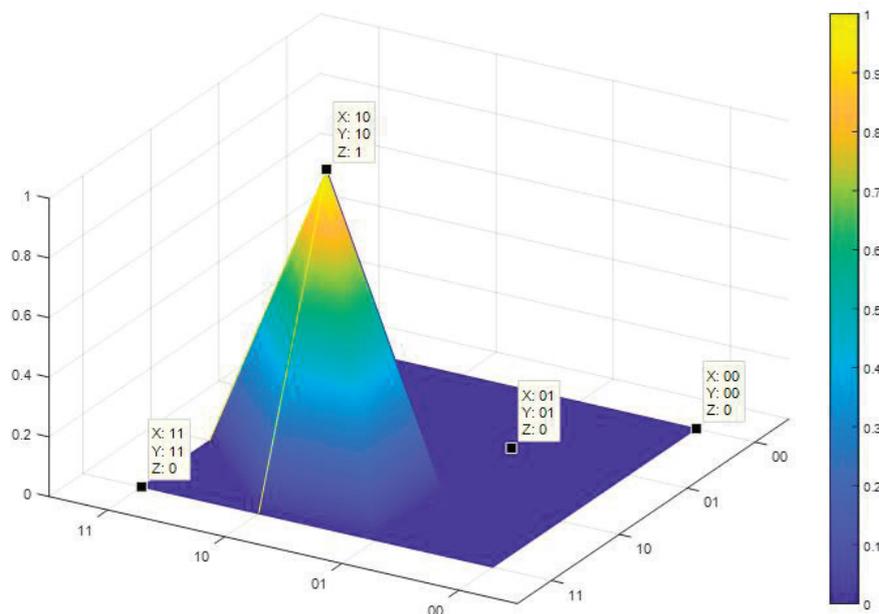
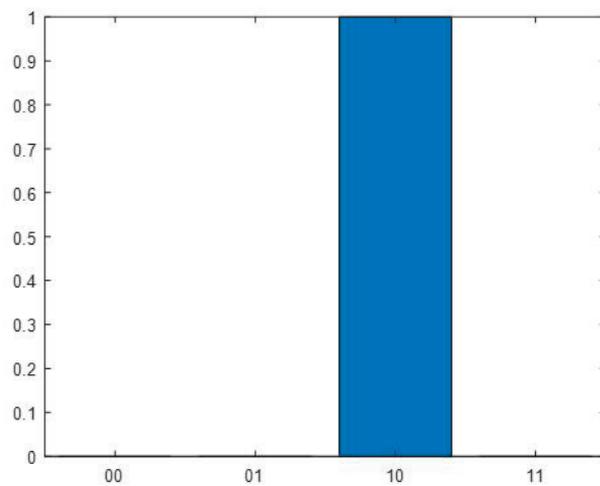
```

Симуляция алгоритма Гровера для 2-х кубитов, искомого 3-его состояния и без дополнительных итераций:

>> Grover(2, 3, 0)

ans =

0
0
1
0



Симуляция алгоритма Гровера для 3-х кубитов без дополнительных итераций:

```
>> Grover(3, 4, 0)
```

```
ans =
```

```
0.0884
```

```
0.0884
```

```
0.0884
```

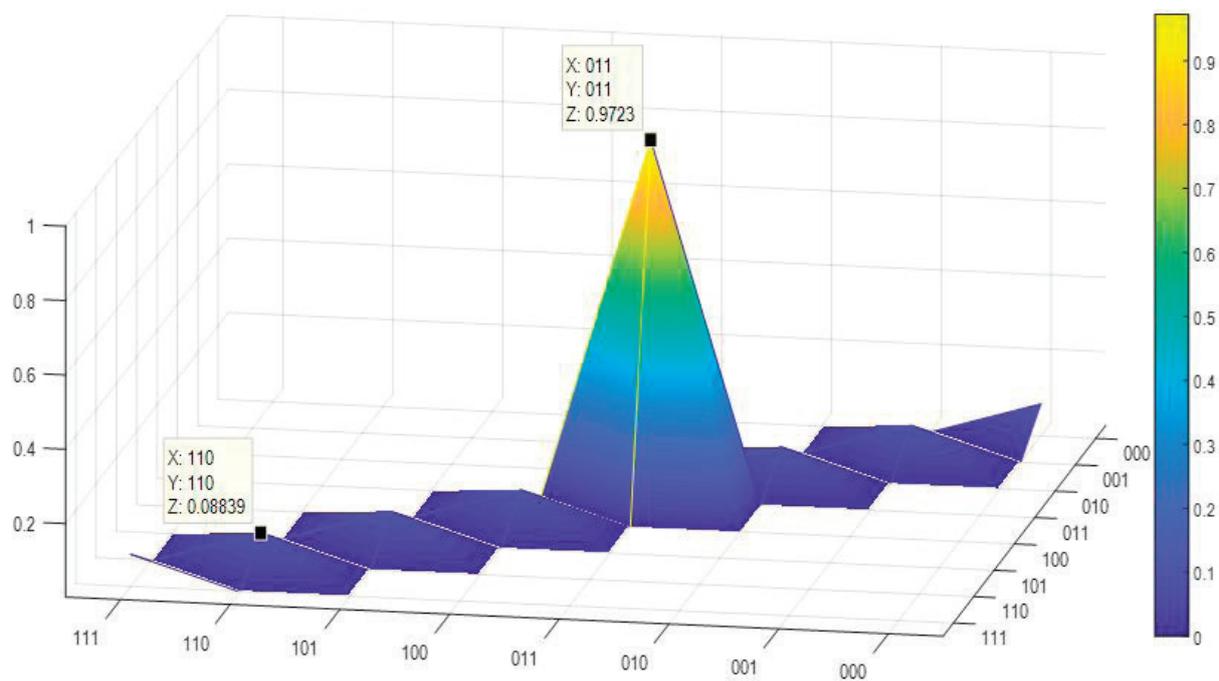
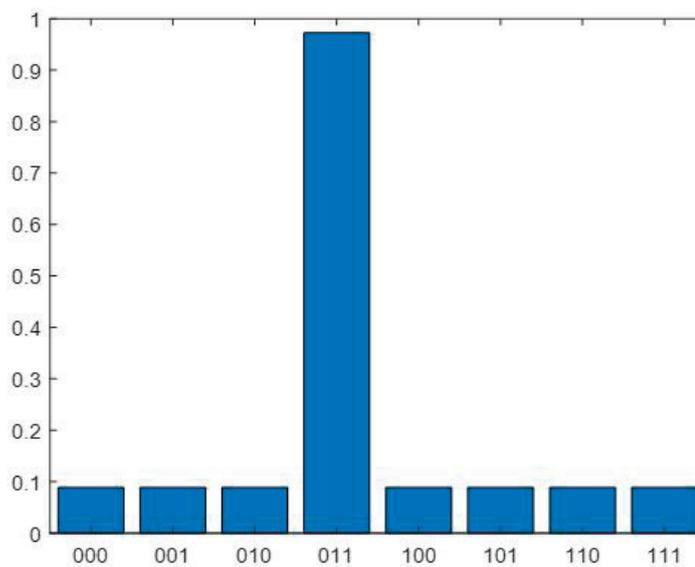
```
0.9723
```

```
0.0884
```

```
0.0884
```

```
0.0884
```

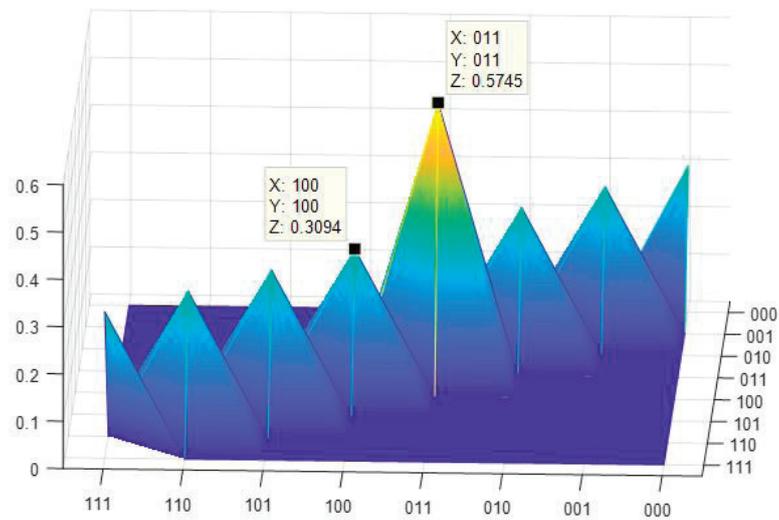
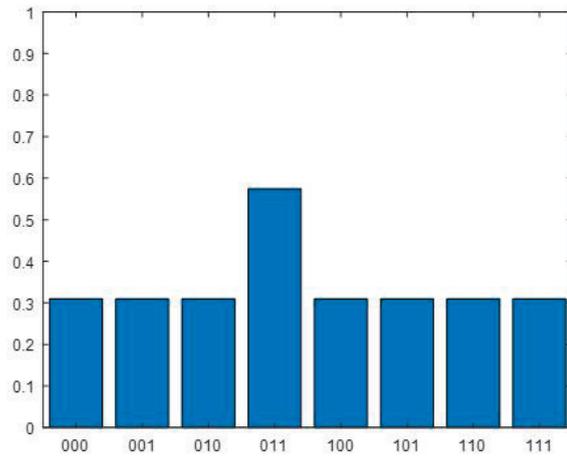
```
0.0884
```



>> Grover(3, 4, 1)

ans =

0.3094
 0.3094
 0.3094
 0.5745
 0.3094
 0.3094
 0.3094



Литература:

1. Masahito Hayashi, Satoshi Ishizaka, Akinori Kawachi, Gen Kimura, Tomohiro Ogawa. Introduction to Quantum Information Science. — 1. — Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015 г. — 332 с.
2. Нильсен М., Чанг И. Квантовые вычисления и квантовая информация. Пер. с англ. — М.: Мир, 2006 г. — 824 с.
3. Валиев К. А., Кокин А. А. Квантовые компьютеры: надежды и реальность. — Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001 г. — 352 с.
4. Душкин Р. В. Квантовые вычисления и функциональное программирование. — 2014 г. — 318 с.
5. Чивилихин С. А. Учебное пособие «Квантовая информатика». — 2009 г.
6. Актимиров А. В. Реализация квантовых вычислений в программе Excel / Актимиров А. В. // Молодой ученый. — 2015 № 22 — с. 16–21

Актуальность SEO-продвижения сайта для развития бизнеса в условиях современного информационного общества

Юдина Светлана Владимировна, студент магистратуры
 Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики (г. Самара)

В условиях постоянного развития рыночных отношений в современном информационном обществе и роста числа компаний, на одно из первых мест выходит позиционирование организации в среде Интернет. Для

привлечения внимания потенциальных клиентов специалистами предлагается ряд инструментов: SMM, контекстная реклама, SEO и т.д. Каждый инструмент имеет свои особенности и воздействует на ту или иную аудиторию.

Одними из наиболее распространённых направлений ведения бизнеса являются B2B и B2C.

B2B (business to business) представляет из себя продажу товаров для нужд фирм. То есть в данной схеме взаимодействия товары приобретаются для поддержания функционирования организации, а не для личного использования.

B2C (business to consumer) представляет из себя продажу товаров или предоставление услуг физическим лицам, то есть в личное пользование.

По исследованиям Тодда Маликоат (Todd Malicoat)[3] было выявлено, что наиболее востребованными способами представления организации в среде Интернет в данных направлениях ведения бизнеса являются SEO (Search Engine Optimization) — оптимизация сайта под поисковые системы, SMM (Social Media Marketing) — маркетинг в социальных сетях и PPC (pay per click) — разновидность рекламы, при которой рекламодатель платит за клик пользователя при переходе на сайт. [Рис. 1, Рис. 2]

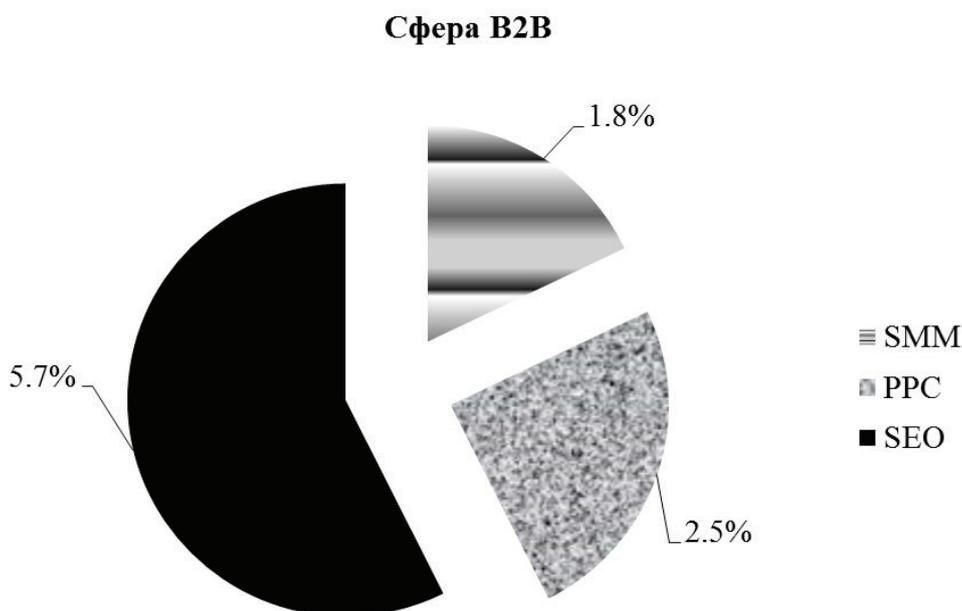


Рис. 1. Распределение предпочтений методов продвижения сайта в сфере B2B

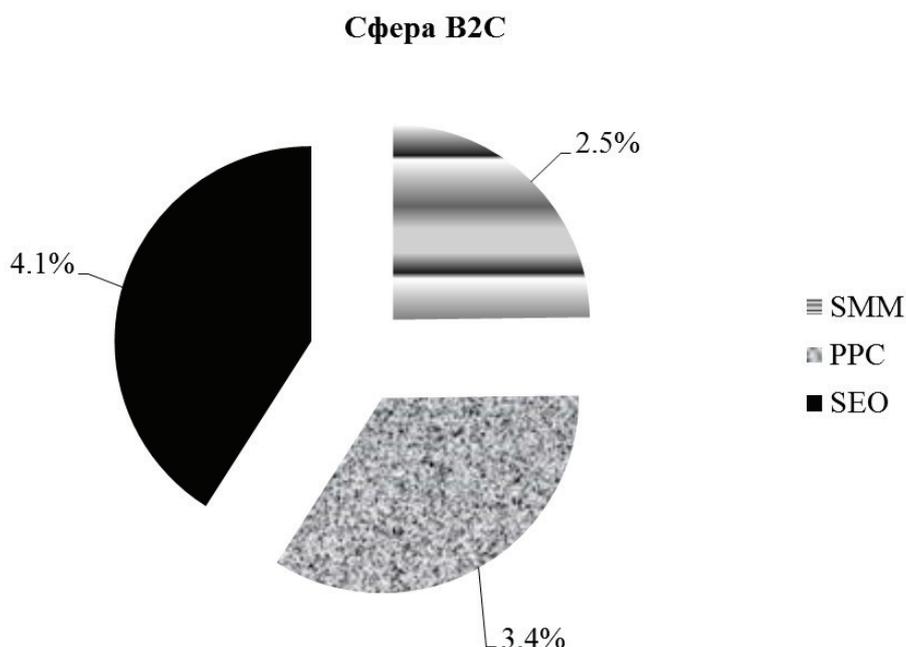


Рис. 2. Распределение предпочтений методов продвижения сайта в сфере B2C

Как видно из диаграмм на Рисунках 1, 2, большая доля предпочтений, что в сфере B2B, что в сфере B2C отдаётся SEO. Одна из причин такого распределения — длительное время сохранения эффекта от поискового продвижения.

Наиболее естественно для пользователей выглядит поисковое продвижение (SEO). SEO позволяет вывести сайт компании в ТОП выдачи поисковой системы и увеличить охват аудитории потенциальных клиентов. [3] В рамках исследования поведения пользователей в поисковых системах, проведенного Jupiter Research и спонсированного iProspect, выяснилось, что 62% пользователей поисковых машин просматривают сайты лишь с 1-й страницы результатов поиска. [2]

Рассмотрим некоторые проблемы, с которыми сталкиваются SEO оптимизаторы в ходе работы с сайтом клиента.

1. Неполное понимание клиентом целей, методов и результатов работ по поисковому продвижению.

Обращаясь в компанию для продвижения сайта, клиенты преследуют различные цели — для кого-то важно привлечь трафик, для кого-то попасть на первые строки выдачи Яндекс или Google. Для специалиста данные задачи не являются проблемными, но возникают ситуации, когда клиент не готов к нововведениям на сайте и считает, что можно провести продвижение без визуальных изменений.

2. Различие во взглядах на коммерческую составляющую

Проведя анализ сайта, и выстроив стратегию продвижения, специалист озвучивает стоимость работ. Зачастую она складывается не только из оплаты конкретному специалисту, но и оплаты сторонних ресурсов, таких как, например, оплата ссылок. Клиент при этом, имея несколько предложения разных по ценнику, делает упор на самые дешёвые, не принимая во внимание перечень работ.

3. Быстрые результаты

Для клиента естественно желание получить быстрые результаты в короткий промежуток времени, но стоит понимать, что для любого действия необходимо время — время на реагирование системы, время на набор авторитетности сайта и т.п. Иногда, недобросовестные

оптимизаторы предлагают потенциальным клиентам использовать запрещенные методы оптимизации, так называемое «чёрное SEO». Стоит понимать, что такие методы возможно и дадут результат, но он будет кратковременен и поисковые роботы в любом случае заметят и наложат санкции, часть из которых невозможно снять.

Из данного пункта вытекает следующий.

4. Бэкграунд сайта

У каждого сайта есть своя поисковая история: был ли он под санкциями, авторитетен ли, его возраст, возникали ли проблемы с региональностью. Данные параметры напрямую зависят на срок получения результатов от SEO. Клиенты при этом не всегда понимают, в чём сложность с их «идеальным» сайтом, на который, к примеру, наложен фильтр и он не появляется в поисковой выдаче.

5. Использование только одного инструмента

Возникают ситуации, когда клиент, обратившись в компанию за SEO-продвижением, просит использовать только один инструмент.

Озвученные проблемы — лишь часть того, с чем сталкиваются специалисты при взаимодействии с клиентом и для продуктивной работы и получения действенных результатов необходимо полное взаимодействие между владельцем ресурса и специалистом, который работает с ним.

Создание и раскрутка корпоративного ресурса позволяет решить клиентам множество задач:

- повысить узнаваемость компании;
- расширить охват потенциальных клиентов;
- увеличить продажи;
- сформировать нужный уровень лояльности к торговой марке;
- донести до целевой аудитории нужную информацию.

Таким образом, для развития компаний, работающих в сфере B2B, B2C в современном информационном обществе важно правильно представить организацию в среде Интернет, привлечь тем самым больше потенциальных клиентов. SEO-продвижение поможет в данном вопросе и сохранит результаты на протяжении долгого времени.

Литература:

1. Петренко С. Новые исследования поискового поведения пользователей. — URL: <https://www.searchengines.ru/005132.html> (дата обращения: 29.03.2019).
2. Энж, Эрик, SEO — искусство раскрутки сайтов/ Эрик Энж, Стефан Спенсер, Джесси Стрикчиола — Спб.: БХВ-Петербург, 2017, 816с.
3. Malicoat T. SEO Consulting & Certification. — URL: <http://www.stuntdubl.com/page/2> (дата обращения: 29.03.2019)

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Определение границы муниципального образования

Агаханов Рамик Рафикович, студент

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Муниципальное образование — городское или сельское поселение, муниципальный район, городской округ, городской округ с внутригородским делением, внутригородской район либо внутригородская территория города федерального значения [1].

В Российской Федерации действует система местного самоуправления, которая включает в себя 7 видов муниципальных образований (рисунок 1).

На современном этапе развития местного самоуправления в РФ возникают затруднения, связанные непосредственно с самоуправлением, которое влияет на такие процессы как: работа с населением, транспортная система, налоговые сборы и т.д.. Совокупность таких факторов является следствием не структурированности муниципальных образований.

Вопросы установления и изменения границ муниципальных образований в период реформы местного самоуправления, которая была начата в 2006 году являются не до конца отрегулированными, так как в Российской Федерации проходит формирование комплекса мероприятий по систематизации управления территориями, например: ведение единого государственного реестра недвижимости, становление градостроительного кодекса и как следствие появление документов территориального планирования.

Проблема определения границ муниципальных образований приобрела особую остроту в связи с экономическими и иными преобразованиями и перестройкой государственных и муниципальных органов.

Четкое закрепление границ муниципальных территорий обеспечит возможность ведения государственной статистики в разрезе муниципальных образований, что позволит решить насущные вопросы по реконструкции системы организации использования земель внутри муниципальных образований и станет базисом для эффективного территориального планирования. Важно знать местоположение границ муниципального образования для того, чтобы не возникало споров относительно административно-территориальных единиц и в целях их своевременного предотвращения.

Процедуру определения границ с последующим внесением их в единый государственный реестр недвижимости регулирует ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в РФ» и решают одновременно проблемы обеспечения субъекта РФ актуальной крупномасштабной картографической продукцией, точными сведениями о границах с сопредельными субъектами РФ и муниципальных образований.

Так как институт муниципалитетов недостаточно развит в российской федерации существует ряд вопросов,

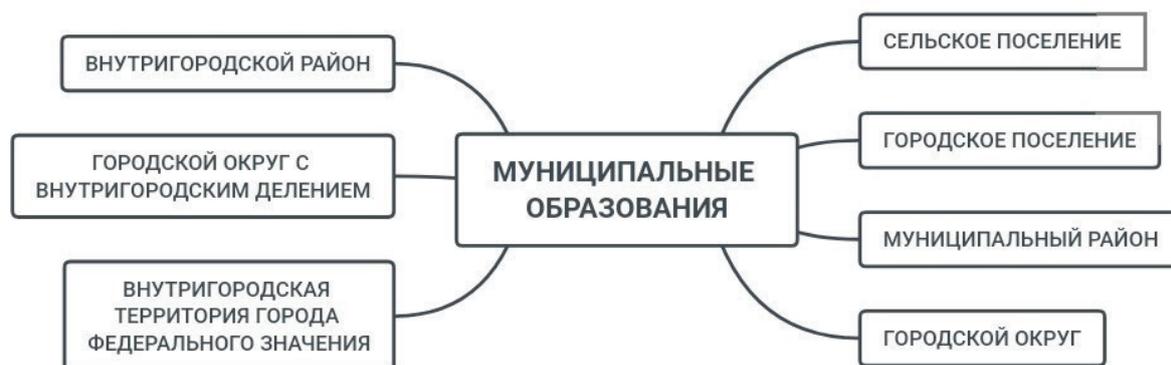


Рис. 1. Виды муниципальных образований в РФ

которые требуют решения, например пересмотр границ муниципальных образований на уровне субъекта федерации, когда одно меньшее по площади и численности населения муниципальное образование входит в состав муниципального образования большего по размерам, значимости и численности населения.

Следует понимать, что определение границ является важнейшей процедурой на пути регистрации устава любого муниципального образования на территории Российской Федерации.

На данный момент субъект федерации имеет исключительное право в определении границ муниципалитетов и межмуниципальных границ, что на прямую не позволяет функционировать институту местного самоуправления должным образом, а именно устанавливать границы ссылаясь на мнение населения, организовывать работу на территории муниципального образования согласно полномочиям органов местного самоуправления.

Также следует отметить, что сложилась такая ситуация, когда муниципальная земля может не входить в муниципальную территорию. Эти понятия отличаются функционально, что приводит к менее эффективному управлению муниципалитетами.

Муниципальная территория — это избирательная территория, территория проведения референдумов местного населения, сходов, сфера функционирования муниципальной полиции. Не все земли, которые входят в муниципальное образование, являются его муниципальными землями. В территорию муниципального образования кроме своих земель могут входить и земли государственные, частные. В то же время земли муниципального образования могут находиться и за пределами территории муниципального образования. Муниципальная территория — объект публичного права, а муниципальные земли — объект гражданского и земельного права.

На данном этапе развития собственности в Российской Федерации наблюдается такое явление, как земли государственная собственность на которые не разграничена. Это означает, что земли, не являющиеся собственностью частных лиц, общественных и религиозных организаций, муниципальных образований, являются собственностью государства, но на момент «не разграничения» земли этими массивами могут пользоваться муниципальные образования. Следствием этого может быть конфликт местных органов самоуправления и например субъекта федерации. Для наглядности это можно увидеть на диаграмме (рисунок 2).



Рис. 2. Виды собственности в РФ в 2018 году

Из выше приведенного можно сделать следующие выводы:

1) Определив границы муниципальных образований, можно добиться обеспечения ЕГРН и государственный фонд данных актуальной информацией, например крупномасштабная картографическая основа;

2) Решается вопрос последовательного и четкого территориального планирования и соблюдение градостроительных норм;

3) Определение категорий и видов разрешенного использования земель в разрезе муниципальных образований;

4) Возможность населения самостоятельно определять и согласовывать границы с другими муниципалитетами;

5) Следует объединить понятие «муниципальная территория» и «муниципальная земля», так как это упростит многие процессы на уровне местного самоуправления.

6) Поиск путей решения вопроса земель государственная собственность на которые не разграничена

Из всего следует, что определение границ муниципального образования решает ряд вопросов, которые прямо влияют на порядок образования муниципальных образований и их функционирования.

Литература:

1. Федеральный закон от 06.10.2003 N131-ФЗ (ред. от 06.02.2019) «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» // СПС КонсультантПлюс. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_44571/ (дата обращения: 29.03.2019).

Смена вида разрешенного использования как причина строительства апарт-отелей

Блинчиков Никита Вячеславович, студент

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Сейчас, как известно, на рынке недвижимости появилось множество комплексов, так называемых апарт-отелей. Некоторые девелоперы во время реализации своих объектов не афишируют эту информацию, маскируя апарт-отели под квартиры. В данный момент на рынок Санкт-Петербурга выведено не менее 36 комплексов, содержащих в своем составе апарт-отели, и это только строящиеся. Такая ситуация складывается не только в городе Санкт-Петербурге, но и в других крупных городах России.

Для начала стоит разобраться в двух понятиях: «квартира» и «апартаменты». Согласно Жилищному кодексу Российской Федерации квартирой признается обособленное помещение в многоквартирном доме, состоящее из одной или нескольких комнат, предназначенное для постоянного проживания. Апартаменты — это разновидность номера в гостинице для временного пребывания граждан, состоящего из нескольких жилых комнат с отдельным помещением и кухонным уголком. Иначе говоря, в апартаментах, в отличие от квартиры, нельзя прописаться.

Причин для столь массового строительства апарт-отелей может быть несколько, среди которых:

1. Нет необходимости строить объекты транспортной и социальной инфраструктуры (сады, школы, больницы и т.д.);
2. СНИПы для строительства данных объектов не такие строгие как при строительстве жилых домов (нормы инсоляции, звукоизоляции и т.д.);
3. При дальнейшем обслуживании здания, нормы по отоплению и температуре в помещениях ниже;
4. Отсутствие в центре города площадок подходящих для строительства жилых зданий, ввиду того что из города активно выводят производства, а их территории, как минимум по виду разрешенного использования не позволяют возвести жилье, но позволяют апартаменты;
5. Несовершенство законодательства, в области видов разрешенного использования.

В статье рассмотрим ситуацию, когда девелоперы не переводят земельный участок, под подходящий для жилой застройки вид разрешенного использования, а прикрываются строительством «апартаментов».

Как известно все земли в Российской Федерации имеют определенную категорию, а также вид разрешенного использования. Так как рассматриваемые объекты находятся на территории Санкт-Петербурга, то категория земли будет у всех одинаковой: земли населенных пунктов. А вот вид разрешенного использования может быть различным.

Вид разрешенного использования устанавливается исходя из правил землепользования и застройки, и градостроительного регламента.

Откуда у застройщиков берутся земельные участки с видом разрешенного использования отличным от вида пригодного для строительства жилья?

Центр города представляет собой сложившуюся застройку, и пустые земельные участки, не тронутые старой застройкой, отсутствуют. Иными словами, для того чтобы, что-то построить, надо что-то снести. Сейчас в основном сносят различные промышленные предприятия и выводят их за пределы города.

Изучив данные публичной кадастровой карты на примере города Санкт-Петербурга, можно увидеть некоторые из видов разрешенного использования, на которых сейчас строят комплексы «апартаментов», и сравнить кадастровую стоимость таких участков за квадратный метр:

- Для размещения промышленных объектов кадастровая стоимость: 4938,5 руб./м² (Апарт-Отель YES на Социалистической);
- Для размещения объектов делового назначения, в том числе офисных центров, кадастровая стоимость: 10552 руб./м² (Комплекс апартаментов SALUT);
- Для размещения туристических баз, стационарных и палаточных туристско-оздоровительных лагерей, домов рыболова и охотника, детских туристических станций, кадастровая стоимость: 6547,2 руб./м² (Квартал «Лахта Парк»);
- Для размещения гостиниц кадастровая стоимость: 47707,55 руб./м² (Апарт отель VERTICAL);
- Для размещения объектов транспорта кадастровая стоимость: 1577,8 руб./м² (Жилой комплекс VALO);
- Для многоквартирной застройки кадастровая стоимость: 32796,9 руб./м² (Жилой комплекс «Небо Москвы»);

– Для размещения объектов культуры кадастровая стоимость: 11365,5 руб./м² («ArtStudio»).

Проанализировав кадастровую стоимость этих земельных участков можно сделать вывод что самый дорогой из них это предназначенный для строительства гостиниц, однако фактором, повышающим его цену, является то, что он расположен на престижном Московском проспекте в шаговой доступности от метро. Следующим за ним идет земельный участок под строительство многоквартирного дома. А вот самый дешевый вариант земельного участка предназначен для строительства объектов транспорта.

То есть застройщики выбирают эти земельные участки из-за причин экономии, как на стадии покупки, так и на стадии обслуживания, как пример земельный налог за земельный участок, который рассчитывается от кадастровой стоимости.

Второй причиной, останавливающей застройщиков от смены вида разрешенного использования, является сама процедура изменения вида разрешенного использования.

Получить разрешение на строительство именно жилья на территории бывшей промзоны не просто. Это довольно трудоемкий процесс, который требует от застройщика знания самой процедуры, а главное, определенных затрат — как временных, так и финансовых. Принятие положительного решения о переводе зависит от многих факторов, в частности, от самой площадки, застройщика, его взаимоотношений и опыта взаимодействия с властями. Поэтому не все застройщики готовы рисковать, риски всегда присутствуют. Выход из этой ситуации и есть «апартаменты».

Также если земельный участок находится в аренде, а принадлежит государству, то арендатор не имеет право менять вид разрешенного использования, согласно Земельному кодексу РФ. То есть, если земельный участок у застройщика в аренде, то ему надо договариваться с собственником о том, что бы тот сам осуществил смену вида разрешенного использования.

В законодательстве Российской Федерации четко не описана процедура изменения вида разрешенного использования, что дает органам местного самоуправления на местах устанавливать свои порядки.

В Градостроительном кодексе РФ только сказано, что право принимать решение о смене вида разрешенного использования земли принадлежит главе администрации поселения или населенного пункта, в ведении которого находится земельный участок. И установлены случаи, когда необходимы публичные слушания. А также дано определение вида разрешенного использования и его виды: основной, условно-разрешенный, дополнительный.

Все виды разрешенного использования земель перечислены в классификаторе видов разрешенного использования. Каждый участок имеет присвоенный ему основной вид разрешенного использования. Однако, существуют также градостроительные регламенты, применяемые к каждой отдельно взятой территориальной зоне. И этим регламентом за конкретной территорией может быть закреплено несколько дополнительных видов условно разрешенного использования земель.

Таким образом можно обозначить следующие выводы:

1) Различие между апартаментами и квартирой в том, что первое не пригодно для постоянного проживания;

2) Основных причин строительства апартаментов, на землях, не предназначенных для их строительства, две:

1. Стоимость земельного участка с видом разрешенного использования отличного от вида разрешенного использования, для многоквартирной застройки в разы ниже, следовательно, и затраты застройщика ниже;

2. Несовершенство процедуры смены вида разрешенного использования.

3) Согласно данным публичной кадастровой карты, земельные участки занятые комплексами апартаментов имеют, многообразие видов разрешенного использования;

4) Сама процедура смены вида разрешенного использования, это довольно ресурсоемкий процесс, требующий тщательного знания законодательства, а также опыта взаимодействия с органами государственной власти. Процесс смены вида разрешенного использования только в общих чертах описан на федеральном уровне, и дает органам местного самоуправления устанавливать, какие-то свои правила.

В целом процесс смены вида разрешенного использования, требует более точного описания, на федеральном уровне, для исключения факторов, влияющих на решение о принятии нового вида разрешенного использования, а именно:

1) Описание единого списка документов, необходимых для смены вида разрешенного использования;

2) На федеральном уровне установить является ли платной эта процедур или бесплатной, в случае установления платности, то определить формулу по которой будет рассчитываться размер оплаты данной услуги, например исходя из кадастровой стоимости и видов разрешенного использования из которого и в который хотят перевести;

3) Создать список причин, на который можно будет ссылаться при принятии решения о смене вида разрешенного использования, наподобие классификатора видов разрешенного использования.

Старение топографической основы

Вячеслава Юлия Ивановна, студент

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

С течением времени в результате хозяйственной деятельности человека изменяется ситуация на поверхности Земли, прокладываются новые дороги, каналы, строятся промышленные и жилые объекты. Земли сельскохозяйственного назначения подвергаются распашке, происходит трансформация угодий и т.д. Такие изменения контуров земной поверхности вызывают так называемое «старение» карт (планов), что снижает их ценность как источника информации о земной поверхности для специалиста. Поэтому появляется необходимость обновления ранее изготовленных планов, а также и проведение новых топографических съёмок. Изменения топографической основы могут происходить:

- в размерах и конфигурации землепользований и их контуров в связи с трансформацией, изъятием и отводом земель;
- в качественном состоянии участков в связи с проведением мелиоративных, агротехнических и других мероприятий; в составе категорий земель и категорий землепользователей;
- в размерах территорий из-за изменения административных границ [1].

Целью данной статьи является выявление плановых показателей старения карт (планов) для установления сроков их обновления (корректировки).

Задачи:

- Выявить критерии устаревания топографической основы
- Определить сроки их обновления или корректировки
- Сделать выводы на основе проведённых исследований

Обновление планов в настоящее время выделяется в самостоятельный вид работ и становится одним из основных видов топографических работ.

Актуальность данной темы заключается в том, что планы и карты отображают ситуацию местности, соответствующую времени выполнения съёмки, и, по прошествии некоторого периода данного времени, зафиксированная на них информация начинает различаться с фактическим состоянием, т.е. они стареют, и тем значительнее, чем больше времени проходит с момента съёмки.

Таким образом, является необходимым разработка методики определения временных границ для корректировки (обновления) топографической основы для корректного проведения землеустроительных работ.

Новизна — это то, что отличает результат данной работы от результатов других авторов. Я в своей статье попытаюсь доказать тот факт, что ограниченные рамки обновления топографической основы не могут быть корректно применены ко всем землям РФ.

1. Обновление подразумевает составление новых планов на основе новых съёмки, с использованием существующих планов и их геодезического обоснования. Обновление планов имеет свою периодичность. Их сроки варьируются от 8 до 15 лет в зависимости от степени старения планов и карт в различных районах картографирования.

Однако, быстрый темп старения планов и карт заставляет органы землеустройства проводить мероприятия по поддержанию планов и карт на современном уровне через более короткие сроки — от 1 года до 5 лет, чтобы систематически удовлетворять требованиям достоверности информации об использовании земли при проведении землеустройства.

Кроме того, проведение мероприятия по поддержанию планов и карт на современном уровне предшествует составлению проектов межхозяйственного и внутрихозяйственного землеустройства, когда после съёмки прошло 3–5 лет и досрочное обновление плана технически нецелесообразно и экономически не выгодно. Это мероприятие называют корректировкой планов и карт, под которой понимают нанесение результатов новой съёмки на существующий план (карту) и уничтожение на плане исчезнувших контуров.

Степень старения планов и карт целесообразно определять главным образом с точки зрения стоимости выполнения работ по корректировке и обновлению планов (карт), которое зависит от степени старения плана (карты); способа корректировки (наземным способом или при помощи аэрофотосъёмки); вида корректируемого плана, составленного способом наземной съёмки или аэрофотосъёмки (штрихового плана или фотоплана); категории сложности снимаемой местности [1].

Стоимость работ по корректировке определяется в основном объёмом полевых работ. Объём полевых работ, в свою очередь, определяется длиной снимаемых контуров и съёмочных ходов, прокладываемых в целях съёмки изменившейся ситуации местности [2]. Таким образом, показателем старения планов (карт) λ является отношение суммы длин именно снимаемых контуров (l) к сумме длин всех контуров на момент съёмки (L)

$$\lambda(\%) = \frac{l}{L} \cdot 100. \quad (1)$$

Существует более простое определение показателя λ . Вычисляется отношением площадей контуров, которые подверглись изменению (p) ко всем изображённым на плане контурам (P)

$$\lambda(\%) = 100 \cdot \sqrt{\frac{p}{P}}. \quad (2)$$

Годовое старение колеблется в пределах от 5 до 15%. Прирост процента старения постепенно затухает в ходе увеличения лет существования топографической основы. К моменту обновления планов и карт, через 8–15 лет, он достигает 30–80%.

Анализ показателей старения планов (карт), вычисленных по вышеприведенным формулам, позволил установить следующие:

– если обновление планов будет производиться новой съёмкой только наземными методами, то корректировку целесообразно проводить при изменениях ситуации до 50% для I и II категорий сложности и до 40% для III категории сложности;

– если же обновление планов будет производиться методом аэрофотосъёмки, то корректировка выгодна для планов местности I категории сложности при изменениях ситуации до 30%, II категории — до 20% и III категории — до 10%.

Так как стоимость работы на местности всегда более затратна, нежели при использовании аэрофотосъёмки.

2. В среднем, считают, срок давности топографической съёмки 2–3 года.

Информация, о сроке давности топографической съёмки встречается в следующих нормативных документах:

– СП 11–104–97. «Инженерно-геодезические изыскания для строительства» [2]

«5.59. Топографическая съёмка должна выполняться, как правило, в благоприятный период года. Допускается выполнение съёмки при высоте снежного покрова не более 20 см. Инженерно-топографические планы, составленные в результате (по материалам) съёмки при высоте снежного покрова более 20 см, подлежат обновлению в благоприятный период года.

5.60. Инженерно-топографические планы в масштабах 1:10000, 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500, 1:200 должны создаваться в результате топографических съёмок или составлением по материалам съёмок более крупного масштаба со сроком давности, как правило, не более 2 лет, с учётом требований пп. 5.189–5.199».

«5.190. При обновлении инженерно-топографических (цифровых инженерно-топографических) и кадастровых планов должна выполняться топографическая съёмка вновь появившихся контуров, элементов ситуации, зданий и сооружений (подземных, наземных и надземных) и рельефа местности в местах их изменений.

На участках местности, где общие изменения ситуации и рельефа составляют более 35%, топографическая съёмка должна производиться заново.

Литература:

1. Инженерная геодезия. Землеустройство: Учеб. пособие / В. С. Ермаков, Н. Н. Загрядская, Е. Б. Михаленко, Н. Д. Беляев СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001, 104 с.
2. Курошев Г. Д., Смирнов Л. Е. Геодезия и топография. — М.: Академия, 2008. — 174 с.
3. СП 11–104–97. «Инженерно-геодезические изыскания для строительства»
4. Федеральный закон №384-ФЗ от 30.12.2009 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»

Инженерно-топографические планы, составленные по материалам съёмки при высоте снежного покрова более 20 см, подлежат обновлению (п. 5.59)».

– Федеральный закон №384-ФЗ от 30.12.2009 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [4]

«Статья 15. Общие требования к результатам инженерных изысканий и проектной документации.

1. Результаты инженерных изысканий должны быть достоверными и достаточными для установления проектных значений параметров и других проектных характеристик здания или сооружения, а также проектируемых мероприятий по обеспечению его безопасности».

3. В результате, по моему мнению, нельзя говорить о сроке давности проведения топографической съёмки, а ключевыми факторами должны являться актуальность информации на топографическом плане и её достаточность для подготовительных и иных землеустроительных работ.

Например, топографическая съёмка проводилась меньше года назад, но за это время на земельном участке было проведено благоустройство территории, построены объекты капитального строительства и т.п., чего не было на момент съёмки, что полностью исключает её актуальность.

Противоположным примером могут служить земли лесного фонда. Например, на таком участке топографическая съёмка территории проводилась 10 лет назад, однако, за это время территории не коснулись никакие внешние изменения.

Следуя нормативному критерию срочности, пропускается для подготовки проектной документации и последующих работ первый топографический план (пример № 1), совершенно не соответствующий фактическому состоянию территории, и второй вариант абсолютно соответствует критериям актуальности, достоверности и достаточности будет подвергаться обновлению по истечению нормативного срока давности.

Таким образом, предложением для разрешения этого вопроса является:

а) разграничение по категориям земель нормативные сроки обновления и корректировки топографической основы;

б) разработка чёткой системы критериев, по которым непосредственно будет принято решение об обновлении топографической основы либо её корректировки относительно каждой категории земель.

Системный анализ и синтез интеллектуальных алгоритмов управления АСУДД

Дробина Елена Александровна, студент;
Федорова Ольга Александровна, студент
Уфимский государственный авиационный технический университет

Одной из наиболее острых проблем современных городов является увеличение трафика на дорогах. Из-за растущей интенсивности потока автомобилей на дорогах значительно снижается мобильность населения.

В случае, когда невозможно расширить дорожное полотно и увеличить количество полос для движения транспорта возникает потребность в оптимизации светофорного регулирования.

Объектом управления в системе дорожного движения является транспортный поток, состояние которого зависит от большого количества факторов. Их учёт необходим, для рационального управления транспортными потоками, в программах координации движения.

Характерной особенностью городских транспортных потоков является их нестационарность. Наблюдаются колебания их характеристик в течение суток, недели, в зависимости от времени года. Это дополнительно усложняет

его управление. Транспортная сеть влияет на характеристики транспортных потоков, внося дополнительный элемент нестационарности. Кроме того, на транспортные потоки могут влиять разнообразные случайные события: дорожно-транспортные происшествия, выход пешеходов на проезжую часть и так далее.

Системный анализ АСУДД. Общее представление

Автоматизированная система управления дорожным движением (АСУДД) — это комплекс технических, программных и организационных мер, обеспечивающих сбор и обработку информации о параметрах транспортных потоков, позволяющих оптимизировать управление дорожным движением.

Построим дерево целей и определим основные задачи АСУДД.



Рис. 1. Дерево целей АСУДД

АСУДД осуществляет:

- управление светофорной сигнализацией в соответствии с заданной технологией управления;
- постоянный контроль за параметрами транспортных потоков на УДС города;
- сбор и обработку, хранение и визуализацию информации телеизмерений;
- адаптивное управление дорожным движением по измеренным параметрам транспортных потоков [1].

Синтез интеллектуальных алгоритмов управления

Определим цели и критерии достижения целей.

Для оперативного управления необходимо сократить время принятия решений и исключить ошибки, которые могут быть допущены диспетчерами. Для этого необходимо синтезировать в систему интеллектуальный алгоритм управления.

В общем случае программно-аппаратные пакеты должны обеспечить:

- Измерение параметров транспортных потоков;
- Своевременный перерасчет базовых режимов работы светофорных объектов;
- Автоматическое управление светофорными объектами в динамически изменяемых пределах (адаптивное или актуальное) [3].

Целью будет являться установление оптимальной длительности такта горения светофора на перекрестке исходя из интенсивности движения на полосах для минимизации времени простоя автомобилей на перекрестке.

Ограничением является постоянная светофорная фаза (совокупность основного и промежуточного светофорного такта) 90 секунд и сумма переходных желтых фаз составляет 8 секунд.

Для оптимизации автоматизированного управления на перекрестке синтезируем интеллектуальный алгоритм управления — генетический алгоритм.

По классическим формулам рассчитываем время длительности цикла под определенное значение интенсивностей, далее оптимизируем решение, применяя генетический алгоритм.

Формирование родительских пар:

Каждому моменту времени соответствует свое значение интенсивности потока, каждому значению интенсивности потока в соответствие ставится комбинация длительности фазовых циклов, заключенная в установленные пределы, рассчитанные исходя классических формул.

Такая процедура вбрасывания точечных интенсивностей потока движения и подсчета значений штрафной функции проводится раз, затем результаты усредняются. Это и дает значение длительности фазового цикла, оптимального на текущий момент времени.

Отбор в родительские пары происходит 1000 случайно в соответствии с вычисляемой вероятностью.

Литература:

1. Технические средства АСУД [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://studwood.ru/2361598/informatika/tehnicheskie_sredstva_asud. Дата доступа: 15.01.19.
2. Автоматизированная система управления дорожным движением АСУДД-КС [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://docplayer.ru/36505681-Avtomatizirovannaya-sistema-upravleniya-dorozhnyim-dvizheniem-asudd-ks.html>. Дата доступа: 15.01.19.
3. Бродский Г. С. Современные методы транспортной инженерии, программные и аппаратные средства для автоматизированного управления дорожным движением [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.arterylite.ru/wp-content/uploads/2012/04/Sovremennyye-metodyi-transportnoy-inzhenerii-LEKTSIYA.pdf>. Дата доступа: 15.01.19.
4. Расчеты регулирования движения на заданном перекрестке [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://studopedia.ru/11_201973_rascheti-regulirovaniya-dvizheniya-na-zadannom-perekrestke.html. Дата доступа: 15.01.19.

Наше уравнение:

$$t_3 = t_0 - q + \left(\frac{T \cdot qM}{3600} \right) q.$$

Мы берем 10 случайных значений t и образуем первое поколение. Для того чтобы вычислить коэффициенты выживаемости, подставим каждое решение в выражение. Наименьшее значение M укажет на нужное значение.

Для создания системы вычислим вероятность выбора каждой (хромосомы). Но решение заключается в том, чтобы взять сумму обратных значений коэффициентов, и исходя из этого вычислять проценты.

Далее будем выбирать пять пар родителей, у которых будет ровно по одному ребенку. Давать волю случаю мы будем давать ровно пять раз, каждый раз шанс стать родителем будет одинаковым и будет равен шансу на выживание.

Вычисляем коэффициенты выживаемости потомков.

Мутация: Заменяем один или более значений на случайное число, которое будет лежать в интервале.

Алгоритм будет работать до тех пор, пока коэффициент выживаемости не будет равен нулю. Т. е. будет решением уравнения.

Заключение

В статье был проведен системный анализ АСУДД, определены главные проблемы, которые должна решать АСУДД.

Таким образом, определено, что внедрение генетического алгоритма управления позволяет оптимизировать расчет длительность фазового цикла и тактов на перекрестке исходя из интенсивности транспортного потока в определенный момент времени, что позволит избежать образования заторов на перекрестках и увеличить мобильность населения с минимальными затратами (избегая расширения дорог) на долгосрочную перспективу.

Перспективы применения полимерных шпал в железнодорожном строительстве

Ершова Дарья Сергеевна, аспирант;
Лычковский Александр Александрович, аспирант
Российский университет транспорта (МИИТ) (г. Москва)

Железнодорожные шпалы выполняют важнейшую функцию. Шпалы обеспечивают неизменность расположения рельсовых нитей, передают давление от подвижного состава на балласт и земляное полотно. Сегодня для строительства железных дорог используют в основном железобетонные и деревянные шпалы. Шпалы из этих материалов имеют ряд преимуществ, но также имеют и свои недостатки, но не так давно появился материал, который объединяет все плюсы железобетонных и деревянных шпал.

Ключевые слова: полимерные шпалы, строительство железных дорог, совмещение преимуществ железобетонных и деревянных материалов.

Строительство нового железнодорожного полотна включает в себя такие этапы как: инженерные изыскания, предпроектные работы, проектные работы, строительно-монтажные работы, строительство железнодорожного полотна и оформление всей необходимой при сдаче в эксплуатацию документации.

Транспортные возможности сети железных дорог определяются их несущими способностями, которые зависят не только от прочностных свойств системы, но и ее геометрических параметров, их стабильности, разрушающее влияние которых возрастает с увеличением скоростей движения и осевых нагрузок.

В железнодорожном пути шпала играет огромную роль в верхнем строении пути. Шпалы укладываются на балластный слой и обеспечивают неизменность взаимного расположения рельсовых нитей, воспринимают давление непосредственно от рельсов или промежуточных креплений и передают его на подшпальное основание. [4, с. 128]

В настоящее время на железных дорогах в России применяются несколько типов шпал: *деревянные* — в основном производятся из сосны, лиственницы, кедра, березы; *железобетонные*, которые состоят из натянутых струн арматуры, залитых бетоном; *металлические*, применяются редко (из-за большой металлоемкости, подверженности кор-

розии и большому шуму при движении поездов), и наконец *полимерные* (пластиковые), которые успешно прошли испытания, но пока не нашли широко применения [1, с. 87].

Самыми используемыми шпалами являются деревянные и железобетонные. Рассмотрим преимущества и недостатки данных шпал.

Преимуществами деревянных шпал являются: легкость обработки при изготовлении; быстрая окупаемость; масса шпалы (около 80 кг, это в три раза меньше, чем железобетонная шпала); срок службы (от 5 до 15 лет, при условии качественной обработки); возможность увеличения или уменьшения колеи железнодорожного пути; устойчивость к перепадам температур; диэлектрические свойства древесины; устойчивость сцепления с подложкой и упругость. Самым главным недостатком деревянной шпалы является то, что при неправильной обработке шпалы подвергаются гниению, соответственно и срок эксплуатации уменьшается. Также деревянные шпалы, пропитанные ядовитым креозотом, несут серьезную угрозу экологии. Они загрязняют почву, водоемы, попадая туда с дождевой водой, а также оказывают пагубное влияние на здоровье человека. Еще одним недостатком деревянных шпал является неоднородность из размеров, что влечет за собой неоднородность упругости. [3, с. 162] (Рис. 1)



Рис. 1. Сгнившая деревянная шпала

Преимуществами железобетонных шпал являются морозостойкость; продолжительный срок эксплуатации (от 40 до 50 лет); не поддаются коррозии; устойчивость рельсовой колеи и однородность пути. Недостатками же этих шпал являются: повышенная электропроводность; хрупкость, чувствительность к ударам; высокая жесткость

пути, что приводит к более быстрому износу рельс в местах стыков; значительная масса шпалы (в среднем 270 кг/шт); сложность монтажа; высокая стоимость. (Рис. 2) Бетонные шпалы не несут угрозы для экологии, но из-за отсутствия необходимых производств по их утилизации возникают огромные свалки. [3, с. 163]



Рис. 2. Треснувшая железобетонная шпала

Содержание деревянного и бетонного пути является трудоемким, так как требуется регулярная замена сгнивших и треснувших шпал и частая замена резиновых амортизирующих вкладышей, более того болтовые скрепления бетонных шпал требуют периодической подтяжки.

Для устранения эксплуатационных недостатков, предлагается использование нового вида шпал — пластиковых. С 1990-х годов некоторые страны мира начали внедрять полимерные шпалы на железные дороги, в том числе и на скоростные (Япония, Китай). Так же активно начинают интересоваться данным видом шпал и другие страны мира, особенно страны с жарким влажным климатом (США, Индия, Таиланд и Филиппины). США является мировым лидером по производству таких шпал, так как до сих пор в США большое количество шпал из дерева, и в ходе поисков более экономичных шпал для замены деревянных американские компании все больше склоняются в пользу полимерных шпал.

Основными преимуществами композитных железнодорожных шпал по сравнению с деревянными и железобетонными аналогами являются:

- продолжительный срок службы. Железнодорожные шпалы из переработанного пластика имеют срок службы более 50-ти лет и позволяют значительно сократить финансовые и кадровые затраты на их обслуживание. Уникальная технология производства позволяет устанавливать гарантийный срок эксплуатации композитной железнодорожной шпалы в течение 10-ти лет;

- идеальны для влажных климатических зон. По сравнению с деревянными шпалами композитные железнодорожные шпалы имеют до 4 раз больший срок службы в климатических зонах с высокой влажностью и высокими температурами;

- выдерживают как высокие, так и низкие температуры без изменения характеристик. Диапазон температур от +60 до -60 °С.

- произведены из 100% переработанного пластика. Композитные железнодорожные шпалы произведены из отходов разных видов переработанного пластика. Эта продукция позволяет сохранить окружающую среду. Уникальная технология производства позволяет утилизировать значительное количество пластикового мусора, внося тем самым огромный вклад в сохранение окружающей среды. Срок службы шпал составляет 50 лет со стопроцентной переработкой их в новые шпалы по окончании срока эксплуатации и отсутствием проблем с их утилизацией;

- без использования вредных химических веществ. В отличие от деревянных шпал композитные железнодорожные шпалы не нуждаются в использовании креозота для защиты от вредного для них воздействия ультрафиолета, воды, насекомых и прочее. [2]

Таким образом, полимерные шпалы сочетают в себе все преимущества железобетонных и деревянных шпал.

Композитная шпала успешно прошла испытания на соответствие нормам и требованиям пожарной безопас-



Рис. 3. Путь, уложенный на полимерных шпалах

ности, подтверждением чему является полученный сертификат в системе добровольной сертификации пожарной безопасности, а также санитарно-эпидемиологическую экспертизу, подтверждением чему явилось положительное экспертное заключение по результатам санитарно-эпидемиологической экспертизы продукции.

Основные эксплуатационные характеристики новинки: сопротивление поперечному сдвигу, повреждаемость, трещинообразование, износостойкость, обеспечение стабильности геометрии рельсовой колеи значительно превышают

характеристики деревянных шпал. Материал шпал одновременно является диэлектриком, устойчивым к агрессивным средам и не подверженным электрокоррозии. [5]

Подводя итог работы, можно утверждать, что у пластиковой шпалы больше эксплуатационных достоинств, чем у деревянной и железобетонной шпалы, а значит необходимость перехода на композиционные шпалы обоснована. Такие шпалы можно использовать и на высокоскоростных железнодорожных магистралях, и на железных дорогах, которые строят на вечной мерзлоте.

Литература:

1. Никонов А. М., Гасанов А. И. Железнодорожный путь: учебник. — Москва: ФГБОУ «УМЦ ЖДТ», 2013. — 544 с.
2. Тугушева Д. Р., Селиверов Д. И. Обоснование необходимости перехода на шпалы из композитных материалов // Молодежный научный форум: Технические и математические науки: электр. сб. ст. по мат. XXV междунар. студ. науч. — практ. конф. № 6(25).
3. Фадеева Г. Д., Паршина К. С., Родина Е. В. Железнодорожные шпалы: настоящее и будущее // Молодой ученый. — 2013. — № 6. — С. 161–163. — URL <https://moluch.ru/archive/53/7190/>
4. Шахунянц Г. М. Железнодорожный путь. Учебник для М. Транспорт. 1981 г. С-536
5. Шпалы из композитных материалов ТВЕМА. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://http://tvema.ru/408>

Совершенствование приборов для улучшения жизни слабовидящих

Комков Сергей Сергеевич, преподаватель
Брянский строительный колледж имени профессора Н. Е. Жуковского

Зрение — это удивительный дар, но, к сожалению, не все люди могут наслаждаться им. Но в век развития информационных технологий технический прогресс хорошо помогает людям с ограниченными возможностями и у слабовидящих есть возможность использовать не только традиционные способы ориентирования, но и попробовать новые, более удобные и простые приспособления. Одним из таких приборов является

компактный дальномер для незрячих — небольшой прибор на основе ультразвукового датчика для помощи незрячим.

Дальномер — это небольшое устройство, которое крепится на руку как часы, либо надевается как перчатка. Он полностью заменяет классическую трость. С его помощью можно почувствовать предметы на расстоянии: человек водит перед собой рукой — устройство подает вибросигнал, отражающийся от окружающих объектов. Чем сильнее сигнал, тем ближе препятствие.



Цель

Улучшить и продвинуть качество жизни незрячей части населения.

Задачи:

1. Изучить необходимые материалы для создания прибора
2. Создать программную часть на базе микроконтроллера Arduino
3. Смоделировать и распечатать 3D-модель корпуса прибора

Актуальность

Прибор будет наиболее распространен среди незрячей части населения. Его востребованность заключается в следующем: слепые будут иметь более компактный прибор для ориентирования, а также у носителей уходит необходимость постоянного наличия трости или собаки-поводыря.

Плюсы

- Компактность
- Не привлекает внимания прохожих
- Неплохая альтернатива трости

Минусы

- Легко потерять
- Не замена настоящему зрению

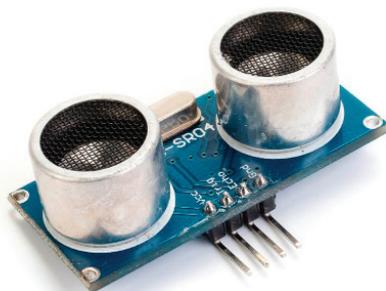
Ход научно-исследовательской работы.

Изначально собирались сведения и изучались материалы для создания прибора. Были изучены следующие материалы:

1. Arduino — удобная и дешёвая платформа для быстрой разработки электронных устройств.



2. Ультразвуковой дальномер HC-SR04 — прибор для определения расстояния до объектов.



3. Электромоторы постоянного тока



Следующим шагом было написание кода для Arduino и настройка ультразвукового дальномера. Каким образом функционирует датчик?

Работа прибора основана на принципе эхолокации. Модуль посылает ультразвуковой сигнал и принимает его отражение от объекта, измеряя время между отправкой и получением импульса, тем самым определяя расстояние до объекта.

Саму модель корпуса в будущем планируется реализовать в 3D-редакторе Fusion 360 и распечатать на 3D-принтере.

Принцип работы

Прибор считывает расстояние до объекта и при критическом расстоянии подает сигнал на электромотор, следовательно, мотор, приходя в движение вибрирует, тем самым позволяя носителю понять, что перед ним находится преграда.

Заключение

Современные технологии продолжают развиваться и с каждым днём мы можем наблюдать за появлением различных новинок и усовершенствований в электронной технике. Так и это устройство является не конечным вариантом и в будущем будет подвергаться постоянной модернизации.



Литература:

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Arduino>
2. <http://wiki.amperka.ru/продукты:hc-sr04-ultrasonic-sensor-distance-module>
3. <https://habr.com/ru/post/173751/>
4. <http://arduino.net.ua/news/Sonar%20dlja%20slepyh%20na%20baze%20Arduino%20Mini%20Pro/>

Повышение эффективности конвективного теплообмена в котлах малой мощности

Мавджудова Шахло Сайдигафаровна, старший преподаватель
Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова (Узбекистан)

В современных условиях и в перспективе один из важных путей повышения экономичности энерготехнологических установок — совершенствование теплообменного оборудования с помощью внедрения эффективных способов интенсификации теплообмена. Посредством интенсификации теплообмена увеличивается количество тепла, передаваемого через единицу поверхности теплообмена, достигается более выгодное соотношение между передаваемым количеством тепла и мощностью, затрачиваемой на прокачивание теплоносителей. Высокое техническое качество интенсифицированного теплообменного оборудования улучшает общие характеристики энерготехнологических установок.

Обзор методов интенсификации теплообмена показал, что на сегодня существует масса способов увеличения коэффициента теплоотдачи. Делятся все эти способы на активные и пассивные. Под активными методами интенсификации понимается воздействие непосредственно на поток рабочей среды (завихрение, пульсации давления; вдув или отсос рабочей среды через пористую поверхность и т.п.) [1]. Пассивные методы наоборот характеризуют воздействие на саму поверхность теплообмена. Основным способом пассивного метода считается применение интенсификаторов.

Анализ конструкций отопительных котлов малой мощности и существующих способов интенсификации теплообмена в них показал, что возможности совершенствования этих котлов не исчерпаны. Повышение эффективности работы котлов может быть достигнуто как за счет конвективной, так и за счет лучистой составляющей результирующего теплопереноса.

Интенсификацию теплообмена в элементах котла можно проводить двумя путями: установлением интенсификаторов теплообмена в топке или в жаротрубном элементе. Как отмечено в работах [2, 3], первый способ ощутимо влияет как на теплотехнические, так и на экологические результаты (кпд возрастает на 1–3%, выбросы CO уменьшаются в 5 раз, NOx в 2 раза). Как правило, в цилиндрическую топку устанавливают вторичные излучатели, что способствует лучшему теплообмену в топке, а также приводит к улучшению экологических показа-

телей. Для водогрейного котла малой мощности такой способ интенсификации практически не используют. Поскольку размеры топки достаточно малы, единственным способом интенсификации теплообмена является установление турбулизирующих вставок в газотрубном пучке.

Разработано много методов оценки эффективности теплообменных аппаратов. Из них наиболее обоснованным, лаконичным и признанным в новейшей литературе является метод энергетических коэффициентов академика М. В. Кирпичева с относительным универсальным критерием эффективности [4]:

$$\bar{E} = \frac{E}{E_{гр}} \quad (1)$$

Используя критериальные уравнения подобия, выражение (1) переписывают в «рабочем» виде, удобном для сопоставления эмпирического материала:

$$\bar{E} = \frac{Nu / Nu_{гр}}{\zeta_{гр}} \quad (2)$$

Выявление возможностей конкретного интенсификатора предлагается [4] проводить путем нахождения максимального значения \bar{E}_{max} при каждом конкретном числе Re. Например, для поперечных выступов при фиксированном числе Re и ряде постоянных высот (h/D) диафрагм при всех возможных размерах шагов (s/h) находят массив коэффициентов \bar{E} . Из этого множества выбирается коэффициент $\bar{E}_{max}(Re)$ с параметрами выступов (h/D, t/h), оптимальными для заданного числа Re. Построение кривой для всех чисел Рейнольдса $\bar{E}_{max}(Re)$, дает представление о предельной эффективности интенсификатора.

Режимы с опережающим ростом теплообмена по сравнению с увеличением гидравлических потерь ($\bar{E} > 1$). В ряде случаев представляет наибольший практический интерес, позволяя провести энергоэффективную оптимизацию конструкции. Такие режимы наиболее значительно проявляются в переходной области ($\bar{E} = 2.5 \div 3$), сходя на нет ($\bar{E} \rightarrow 1$) в области развитой турбулентности ($Re > 10^5$) либо при $Re \rightarrow 0$.

Среди различных методов создания эффективных тепло-гидродинамических режимов наиболее простым в ре-

ализации является метод закрутки потока. Повышая коэффициент теплоотдачи в 2–2.5 раза и более, он оказывает существенное влияние на протекание разных теплоэнергетических процессов, позволяя увеличить тепловые потоки, уменьшить температурную неравномерность в конструкции, стабилизировать горение, уменьшить занос поверхностей нагрева. Непрерывающиеся более полувека интенсивные исследования в этом направлении свидетельствуют об его актуальности и практической значимости полученных результатов. При этом, наряду с новыми способами интенсификации с $\bar{E} > 1$ [3], обеспечиваемыми путем «встраивания» в турбулентный поток самоорганизующихся закрученных струй (т.н. смерчевые технологии), продолжают развиваться классические варианты создания вихревых структур посредством турбулизации потока на периодической поперечной шероховатости определенных (оптимальных) параметров. Возбуждая в пристенной области отрывное вихревое движение со струйными эффектами, элементы периодической шероховатости поставляют основную массу факторов отклонения в сторону увеличения теплогидродинамической эффективности $\bar{E} > 1$ что начинает находить соответствующее расчетно-теоретическое обоснование [5,6]. Эффективность E' такого интенсификатора зависит от шага s/D и рода жидкости. При пропускании воздуха в трубах с малыми шагами накатки ($t/h = 10 \div 15$), углы атаки ($\geq 50 \div 60^\circ$) эффективность (с некоторым превышением) тяготеет к варианту поперечной шероховатости. Вытянутые спирали и водные потоки создают более выраженный закручивающий эффект и теплогидродинамическая эффективность будет уменьшаться $\bar{E} < 1$.

В условиях работы жаротрубных котлов интенсификацию теплоотдачи необходимо выполнять внутри трубы,

где движутся дымовые газы. Наиболее эффективными являются турбулизирующие вставки, которые, помимо уменьшения сечения для прохода газа, а отсюда увеличения скорости потока и конвективной составляющей теплоотдачи, обеспечивают дополнительный тепловой поток излучением от нагретой вставки к стенке жаротрубного элемента. В связи с высокими требованиями к современным водогрейным жаротрубным котлам малой мощности, в конструировании и изготовлении необходимо обеспечить небольшие габариты и массу котлов. Известно, что путем интенсификации теплообмена достигают увеличения коэффициента теплопередачи при одновременном увеличении потерь давления.

Проведены исследования интенсификации теплообмена в жаротрубном пучке водогрейного котла с применением таких интенсификаторов теплообмена: пластина, цилиндрическая вставка и скрученная лента. Исследования проведены для таких условий работы котла: мощность котла 32 кВт, мощность топки 15,6 кВт, мощность жаротрубного пучка 16,4 кВт, коэффициент избытка воздуха $\alpha = 1,4$, температура дымовых газов на входе в жаротрубный пучок $t_1 = 805,6^\circ\text{C}$, на выходе $t_2 = 160^\circ\text{C}$, температурный режим воды 70/50 $^\circ\text{C}$.

В условиях работы жаротрубных котлов интенсификацию теплоотдачи необходимо выполнять внутри трубы, где движутся дымовые газы. Наиболее эффективными являются турбулизирующие вставки, которые, помимо уменьшения сечения для прохода газа, а отсюда увеличения скорости потока и конвективной составляющей теплоотдачи, обеспечивают дополнительный тепловой поток излучением от нагретой вставки к стенке жаротрубного элемента. Использование разнообразных вставок в жаротрубных водогрейных котлах малой мощности является эффективным способом теплообмена.

Литература:

1. Горшенин А.С. Методы интенсификации теплообмена // Самара: Издво СамГТУ. 2009. — 82 с.
2. Басок Б.И. Численное моделирование процессов аэродинамики в топке водогрейного котла со вторичным излучателем / Б.И. Басок., В.Г. Демченко, М.П. Мартыненко // Промышленная теплотехника. 2006. № 1. С. 17–22.
3. Гришкова А.В. Уменьшение выбросов оксидов азота от водогрейных котлов путем внесения в топку промежуточного излучателя с оптимальными параметрами / А.В. Гришкова, Б.М. Красовский, А.Ю. Ракитин // Промышленная энергетика. 2004. № 5. С. 32–33.
4. Леонтьев А. И., Гортышов Ю. Ф., Олимпиев В. В., Попов И. А. Эффективные интенсификаторы теплоотдачи для ламинарных (турбулентных) потоков в каналах энергоустановок // Известия Академии наук. Энергетика. 2005. № 1. С. 75–91.
5. Мигай В.К. Моделирование теплообменного энергетического оборудования. Л.: Энергоатомиздат. 1987. С. 264.
6. Дрейцер Г. А., Лобанов И.Е. Исследование предельной интенсификации теплообмена в трубах за счет искусственной турбулизации потока // Теплофизика высоких температур. Т. 40. № 6. 2002. С. 958–963.

Формирование красных линий в проекте планировки и межевания территории для размещения линейного объекта — газопровода

Малыгина Анна Юрьевна, студент

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассматривается вопрос формирования красных линий в проекте планировки и межевания территории для размещения линейного объекта — проектируемого газопровода. Проанализированы основные законодательные положения об установлении красных линий в документации по планировке территории для линейных объектов. Определено, что в настоящее время органы, согласующие проект планировки и межевания территории, предъявляют различные требования к формированию красных линий, которые не противоречат законодательству, но значительно усложняют процесс утверждения документации. В статье предложено внести изменения в действующее законодательство, дополнив его положениями, конкретизирующими порядок установления красных линий в проекте планировки и межевания территории для размещения газопроводов.

Ключевые слова: формирование красных линий, линейный объект, газопровод, охранная зона, строительная полоса, проект межевания территории, проект планировки территории.

В области обеспечения кадастровой деятельности особое место занимает проект планировки и межевания территории, на основании которого образуются земельные участки под линейные объекты отводятся на временное и постоянное пользование. Необходимо учитывать требования органов, согласующих документацию по планировке территории, не соблюдение которых, в силу несовершенства законодательства, могут стать причиной приостановки в утверждении проекта планировки и межевания территории. Поэтому важно, чтобы вопрос установления границ красных линий, которые формируют границы образуемых земельных участков под размещение газопроводов, был в полной мере урегулирован на законодательном уровне.

Красные линии, утверждаемые проектом планировки и межевания территории, имеют свои особенности в целях размещения линейного объекта (проектируемого газопровода), а именно: формирование их положения при пересечении с водными объектами и рядом с пунктом редуцирования газа. В качестве примера рассмотрен проект планировки и межевания территории, утвержденный Комитетом по градостроительству и архитектуре Ленинградской области. Решением данного органа было заключено, что земельные участки не формируются при пересечении с водными объектами и красные линии формируются не по охранной зоне, как в других примерах утвержденной документации, а по ранее утвержденной строительной полосе. Следует отметить, что эти два варианта расположения красных линий не противоречат законодательству Российской Федерации.

Согласно положениям статьи 42 Градостроительного Кодекса Российской Федерации порядок формирования красных линий описан в Приказе Минстроя России от 25.04.2017 N742/пр «О Порядке установления и отбраковки красных линий, обозначающих границы территорий, занятых линейными объектами и (или) предназначенных для размещения линейных объектов» [1]. Данный

нормативно-правовой акт регулирует, что красные линии устанавливаются:

1) по границам земельных участков (частей земельных участков), на которых расположены линейные объекты и которые предоставлены правообладателям таких линейных объектов, в том числе на условиях сервитута;

2) в соответствии с нормами отвода земельных участков (Нормы отвода земель для магистральных трубопроводов СН 452–73), в случае, если земельный участок, на котором расположен линейный объект, не образован;

3) по границам земельных участков, на которых расположены линейные объекты в случае, если в соответствии с земельным законодательством размещение таких линейных объектов осуществлялось без предоставления земельных участков и установления сервитутов [2].

Данные положения регулируют формирование красных линий по общей протяженности газопровода, не учитывая особенности, которые возникают связи с размещением пункта редуцирования газа, а также пересечения водных объектов. Поэтому возникают разные варианты установления красных линий. Необходимо урегулировать неоднозначность формирования красных линий на законодательном уровне, а именно разработать стандарт формирования красных линий в проекте планировки и межевания территории для размещения линейного объекта — газопровода. Основные положения данного стандарта представлены на рис. 1.

Предлагаемый стандарт разработан на основании требований Комитета по градостроительству и архитектуре Ленинградской области, а также учитывая положения нормативно-правовых актов Российской Федерации. Красных линий при пересечении с водными объектами в проекте планировке и межевания территории должно прерываться по урезу воды. Согласно пункту 2 статьи 102 Земельного кодекса Российской Федерации на землях, покрытых поверхностными водами, не осуществляется образование земельных участков. В данном случае идет



Рис. 1. Основные положения стандарта формирования красных линий в проекте планировки и межевании территории для размещения линейного объекта — газопровода

речь о запрете на формирование земельного участка под водным объектом в пределах его береговой линии. При этом в Водном кодексе Российской Федерации и Федеральном законе от 3 июня 2006 г. N73-ФЗ «О введении в действие Водного кодекса Российской Федерации» содержатся нормы, которые предусматривают наличие земельных участков, на которых расположены такие водные объекты [3]. Таким образом, законодательством Российской Федерации допускается образование земельного участка, в границах которого располагается водный объект, если границы земельного участка не пересекают береговой линии водный объект. Поэтому следует прерывать красные линии по береговой линии водного объекта.

Формирование красных линий по охранной зоне при пересечении с существующими земельными участками либо пересекаемыми существующими линейными объектами (ранее учтенными) обусловлено тем, что земельные участки в проекте межевания территории будут образованы с обременением существующего земельного участка (публичный сервитут). Нет необходимости установления публичного сервитута соразмерно строительной полосе, достаточно обременить существующий земельный уча-

сток по охранной зоне. На период строительства газопровода допускается формировать земельный участок по строительной полосе.

В соответствии с действующим законодательством в проекте планировки территории, красные линии устанавливаются по границе зон планируемого размещения газопровода, которые следует формировать по охранной зоне рядом с пунктом редуцирования газа. В отношении проекта межевания территории, границы земельного участка целесообразнее формировать по строительной полосе, так как это значительно упрощает постановку на учет земельных участков, отводимых на время эксплуатации пункта редуцирования газа, так как конфигурация земельного участка не дугообразная (по охранной зоне — 10 метров), а прямоугольная, как утверждено строительной полосой.

Таким образом, можно сделать вывод, что в настоящее время значительное количество требований от согласующих органов не закреплено на законодательном уровне. Утверждение основных положений стандарта формирования красных линий значительно упростит порядок разработки и утверждения проектной документации.

Литература:

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ: ред. от 25.12.2018 // Российская газета. — 2005. — 10 января. — 119 с.

2. Порядок установления и отображения красных линий, обозначающих границы территорий, занятых линейными объектами и (или) предназначенных для размещения линейных объектов: Приказ Минстроя России от 25.04.2017 N742/пр / Утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 25 апреля 2017 г. N742/пр // Российская газета. — 2017. — 27 апреля. — 58 с.
3. Тихонова К. В., Колесников Н. В., Елисеева А. А. Особенности процесса формирования земельных участков при разработке документации по планировке территории / К. В. Тихонова, Н. В. Колесников, А. А. Елисеева // Экономика и экология территориальных образований № 4. — 2015. — 28 февраля. — С. 2.

Преимущества выбора спутникового метода выноса в натуру границ земельных участков на территории садоводства

Фатеева Анастасия Евгеньевна, студент

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

На сегодняшний день межевание земельных участков является одним из приоритетных направлений развития геодезического сопровождения кадастровых работ. Вынос в натуру границ земельного участка основной процесс геодезических работ в отношении земельного участка. От выбора метода выноса в натуру границ земельного участка зависит время и стоимость выполнения геодезической съемки. А самое главное — точность выполнения работ.

На данном этапе развития геодезической науки все более актуальным становится применение спутниковой геодезической съемки.

Спутниковое позиционирование — метод определения координат объекта в трехмерном земном пространстве с помощью спутниковых систем (GPS, ГЛОНАСС). Этот метод дополняет и никак не заменяет такие классические методы, как полигонометрия, триангуляция и трилатерация. Системы спутникового позиционирования — это комплекс современных методов геодезической съемки, позволяющих во временном и пространственном отрезке времени определить точное положение конкретной точки.

Можно определить два вида спутниковых измерений:

1. Абсолютное определение координат кодовым методом:

- автономное (15–30 м);
- дифференциальное (1–5 м);

2. Относительное фазовое измерение:

- статическое (5–10 мм);
- кинематическое (10–30 мм).

В абсолютном методе координаты получаются одним приёмником в единой системе координат, носителями которой являются станции подсистемы контроля и управления и, следовательно, спутники навигационной системы. При этом реализуется метод засечки положения приёмника от известных положений космических аппаратов.

В геодезии чаще всего применяют относительные измерения. Это связано с высокоточным получением координат.

При статическом позиционировании приемники работают одновременно на двух станциях — базовой, в качестве которой может служить пункт ГГС и определяемой. Находясь в стационарном положении относительно Земли, статическое позиционирование позволяет накапливать данные, тем самым добиваясь повышения точности. Преимуществом кинематического позиционирования является его возможность получать траекторию движения транспортного средства, на котором установлена спутниковая аппаратура.

После проведения работ по сбору информации о взаимном положении точек, проводится обработка результатов измерения. Точность способа определяется продолжительностью измерений, которая выбирается в соответствии с расстоянием между точками. Современное спутниковое геодезическое оборудование при соблюдении всех условий для качественного измерения позволяет получить точность определения координат планового обоснования с точностью 5–10 мм.

Точность съемки зависит от нескольких факторов:

- высота спутников над горизонтом;
- значительная облачность;
- открытость пространства;
- помехи наземных источников радиоволн.

Используя современное программное обеспечение и систему поправок и корректировок можно получить более точный результат, во многом превосходящий результат, который мы можем получить при классических методах геодезической съемки.

Очевидно, что при проведении геодезических работ для целей кадастра или проектирования требуется применение современных методов определения плановых координат объекта. Именно поэтому нередко возникает вопрос о целесообразности проведения геодезической съемки стандартным методом привязки к геодезическим пунктам, так как поиск их довольно затруднителен, учитывая, что не все пункты можно обнаружить на местности, и многие из них повреждены либо утрачены.

Преимущества выбора спутниковых геодезических измерений заключаются в следующем:

- возможность проводить геодезические измерения без зрительного контакта между пунктами на расстоянии нескольких тысяч километров;
- проведение измерений не зависит от погодных условий и времени суток;
- увеличение точности измерений благодаря снижению влияния атмосферы;
- измерения могут осуществляться в движении;
- сверхточное определение всех трех координат объекта;
- автоматизированность измерений повышает производительность труда и минимизирует ошибки;
- во многих случаях экономически эффективнее, чем при традиционных геодезических измерениях.

Для того, чтобы убедиться в экономической эффективности использования спутникового метода, были проведены несложные расчеты на выполнение полного объема работ при выносе в натуру границ земельных участков на территории садоводства.

В силу того, что в рамках проекта межевания территории одного из садоводств необходимо было вынести границы 75 земельных участков, прокладывать ход полигонометрии более затратно по времени и себестоимости.

Спутниковый метод был выбран для выноса в натуру границ земельных участков, так как пункты ОМС находятся на значительном расстоянии от территории садоводства.

В таблице 1 произведен расчет стоимости выноса земельного участка. Стоимость выноса одной характерной точки получена из прейскуранта цен геодезической фирмы в г. Санкт-Петербурге.

Таблица 1. Вынос в натуру одного земельного участка

Наименование работ	ед.изм.	Стоимость за ед., руб.	Среднее кол-во, точек	Общая стоимость, руб.
Вынос в натуру поворотных точек	шт.	1200	5	6000

В таблице 2 произведен расчет стоимости выноса границ всех земельных участков, расположенных на территории садоводства.

Таблица 2. Вынос в натуру всех земельных участков

Наименование работ	ед.изм.	Стоимость за ед., руб.	Кол-во участков	Общая стоимость, руб.
Вынос в натуру границ земельных участков	шт.	6000	75	450 000

В таблице 3 произведен расчет временных затрат на выполнение работ. По времени на вынос одной точки будет уходить не больше 10 минут (учитывая время на центрирование и переход на другую точку), так как спутниковые приемники определяют координаты за не-

сколько секунд. По времени в среднем на вынос одного земельного участка уйдет 50 минут. На 75 участков соответственно 3750 мин., то есть 62,5 часа. Таким образом, приблизительно 8 рабочих дней уйдет на весь объем работ.

Таблица 3. Временные затраты

Наименование работ	Время на ед. (мин.)	Ср. кол-во	Кол-во на один ЗУ (мин.)	Общее кол-во (рабочие дни)
Вынос в натуру поворотной точки	10	5	50	8

На сгущение сети ОМС путем проложения полигонометрического хода с использованием электронного тахеометра может уйти около 5–6 дней, плюс сам вынос одним из методов, например, полярным способом с использованием тахеометра, займет намного больше времени. Исходя из себестоимости спутниковое оборудование дороже, но значительное сокращения времени позволяет

уменьшить стоимость использования человеческих ресурсов, в лице инженеров-геодезистов.

Обобщая вышеперечисленное, можно сделать вывод о целесообразности активного применения спутниковых методов измерений, при производстве кадастровых работ, где эффект от их применения может быть существенно выше. Например, при выносе в натуру границ земельных

участков на территории садоводства, где располагается огромное количество участков, и вынос границ традиционными методами займет гораздо больше времени, и стоимость работ, соответственно, будет выше.

Литература:

1. 1. Серапинас Б. Б. Глобальные системы позиционирования: Учеб. изд. — М.: ИКФ «Каталог», 2002. — 106 с.
2. 2. Ключин Е. Б., Гайрабеков И. Г., Маркелова Е. Ю., Шлапак В. В. Спутниковые методы измерений в геодезии. Часть 3 Учебное пособие. — Москва, 2015.
3. 3. Основные принципы работы спутниковой аппаратуры. Электронный ресурс URL: <https://refdb.ru/look/1079948-pall.html>
4. 4. Сайт компании «Гильдия Геодезистов» / [Электронный ресурс]// <http://ggspb.org>

БИОЛОГИЯ

Современные способы практического использования термофильных микроорганизмов

Шульгина Александра Геннадьевна, студент магистратуры
Иркутский государственный университет

Целью данной статьи является обзор литературных источников по современным способам практического использования термофильных микроорганизмов.

Ключевые слова: термофильные микроорганизмы.

В природе представлено широкое разнообразие видов и форм микроорганизмов. Человечество с давних времён изучало и применяло полезные свойства микроорганизмов. Практическое использование микроорганизмов происходило ещё до их открытия, например, при процессах брожения. Термофильные микроорганизмы представляют собой одну из наиболее практически значимых групп микроорганизмов, так как, они обладают рядом свойств, таких как, термоустойчивость, быстрые сроки культивирования, широкое распространение и др. Поэтому, использование термофильных микроорганизмов в разных сферах человеческой деятельности в настоящее время является актуальным направлением в микробиологии.

Термофильные анаэробные бактерии, обладающих собственными мощными гидролазами, применяют при получении этанола, что значительно ускоряет процесс, так как исключается стадия предварительного гидролиза сырья, а высокая температура культивирования увеличивает скорость реакций. Об этом авторы, Е.Ю. Захарук, Е.Ю. Серова, рассказывают в своей статье про конверсию микробиологических отходов. [1].

В своей статье Арьков Р. В. и др. рассуждают о применении термофилов для ускорения химических реакций при очистке сточных вод на предприятиях нефтехимической промышленности. [5].

В работе Золотухина А. В. и соавторов говорится об утилизации трупов животных термофильными микроорганизмами в термальных ямах для обеспечения биологической безопасности территорий и населения арктической зоны. [2].

В работе Л. Ш. Махмутовой говорится о синтезе витамина B_{12} для нужд животноводства, при использовании смешанной культуры, в состав которой входят термофильные микроорганизмы. Это даёт возможность гово-

рить о термофилах как о компоненте лекарств в фармакологии [3].

В своём исследовании Салова Т. Ю., Громова Е. А. сообщают, об использовании смеси, включающую в себя термофильные целлюлолитические микроорганизмы *Clostridium thermocellum* и *Streptomyces sp.*, для утилизации целлюлозосодержащих бытовых отходов. [4].

В статье Брэдли Г. Луска и др. говорится о применении культур термофильных бактерий в термофильных микробных электролизерах. Что свидетельствует о возможном применении термофилов производстве электричества [10].

В статье М. Родригеса говорится о добыче меди в промышленных реакторах при помощи термофильной бактерии. Поэтому, мы можем судить о применении термофильных бактерий в металлдобывающей промышленности [7].

В статье Лян Го и др. говорится об участии термофильных бактерий в переработке сырья для производства биогаза. [6].

Цзиньинг Чжан, Линь Ли и Юньсин Лю в своей работе пишут об эффективном удалении углекислого газа с помощью термофильного биофильтра при температуре 60 С [11].

И. Бялобжевский и др. в своей работе предложили математическую модель процесса компостирования осадка сточных вод с участием мезофильных и термофильных групп микроорганизмов [9].

В статье Е. А. Исламагомедова, Е. А. Халилова, С. К. Котенко, пишут о выделенных термофильных бактериях из подземного источника, расположенного в Кизляре, обладающих свойствами промышленных микроорганизмов, которые могут использоваться для получения биологически активных веществ, применяемых в очистке воды и почвы. [8].

Таким образом, мы можем говорить о существенно важной роли применения термофильных микроорганизмов для решения практически значимых задач в современной науке.

Литература:

1. Захарук Е. Ю. Микробиологическая конверсия отходов в полезные продукты / Е. Ю. Захарук, Е. Ю. Серова, // техн. конф. студентов и аспирантов и конкурса по программе «Умник»: Сб. ст. — Екатеринбург, 2018. — С. 651–656.
2. Золотухин А. В. Обеспечение биологической безопасности в арктической зоне / А. В. Золотухин, Н. Г. Горячева, П. В. Авитисов // Сборник трудов Международной научно-практической конференции: «Глобальная экологическая безопасность: актуальные проблемы права и практики»: (16 февраля 2018 г.) Т. II — г. Химки: АГЗ МЧС России, 2018. — С. 66–73.
3. Махмутова Л. Ш. Способы получения витамина В₁₂ / Л. Ш. Махмутова. // Аллея науки. — 2017. — Т. 5, № 16. — С. 132–136.
4. Салова Т. Ю. Способ получения возобновляемых энергетических ресурсов / Т. Ю. Салова, Е. А. Громова // Научные исследования в современном мире: проблемы, перспективы, вызовы — 2012: Сб. материалов II Международной научной конференции (форума) молодых ученых России и Германии в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы (13–17 июня 2012 г.) Т. I (Технические науки: Экология, биология) — г. Уфа: ФГБОУ ВПО Башкирский ГАУ, 2012. — С. 80–85.
5. Улучшение биологической очистки сточных вод на предприятиях нефтехимической промышленности / Р. В. Арьков [и др.] // Наука и современность. — 2016. — № 1 (7). — С. 182–188.
6. Comparison of thermophilic bacteria and alkyl polyglucose pretreatment on two-stage anaerobic digestion with waste sludge: Biogas production potential and substrate metabolism process / G. Liang [et al] // Bioresource Technology. — 2018. — V. 249 — P. 694–703.
7. Copper extraction from coarsely ground printed circuit boards using moderate thermophilic bacteria in a rotating-drum reactor / M. Rodrigues [et al] // Waste management. — 2015. — V. 41 — P. 148–158.
8. Islammagomedova E. Using geothermal waters of Dagestan in scientific and biotechnological processes / E. Islammagomedova, E. Khalilova, S. Kotenko // Arid Ecosystems. — 2016. — V. 6, I: 2. — P. 124–129.
9. Model of the sewage sludge-straw composting process integrating different heat generation capacities of mesophilic and thermophilic microorganisms / I. Białobrzewski [et al] // Waste management. — 2015. — V. 43 — P. 72–83.
10. Simultaneous fermentation of cellulose and current production with an enriched mixed culture of thermophilic bacteria in a microbial electrolysis cell / B. G. Lusk [et al] // Microbial biotechnology. — 2018. — V. 11, I: 1. — P. 63–73.
11. Zhang J. Thermophilic biofilter for SO₂ removal: Performance and microbial / J. Zhang, L. Li, J. Liu // Bioresource Technology. — 2015. — V. 180. — P. 106–111.

МЕДИЦИНА

Сравнительная характеристика метода корневой мембраны и традиционного (одномоментного) метода установки имплантата

Мукимов Одилжон Ахмаджанович, ассистент;
Исанова Диёра Ровшанбековна, студент
Ташкентский государственный стоматологический институт (Узбекистан)

Стоматологическая мембрана — специальная пленка, которая используется в стоматологической практике в качестве барьерного и фиксирующего материала в процедурах по имплантации зубов. Применение мембраны позволяет успешно бороться с атрофией кости, препятствуя ее потере, что в свою очередь создает благоприятные условия для проведения имплантации зубов.

Ключевые слова: дентальная имплантация, метод корневой мембраны.

Метод корневой мембраны представляет собой хирургическую процедуру, выполняемую перед установкой имплантата, чтобы вызвать успешную остеоинтеграцию как увеличение эстетики мягких тканей путем минимизации потери буккальной кости после извлечения. Он отделяет корень во время извлечения и оставляя корень частично в буккальной стороне. Хирургическая процедура в настоящее время выполняется с использованием различных методов и инструментов, однако, так как это трудно выполнить, это считается областью, что только квалифицированные стоматологи могут сделать.

Актуальность темы: дентальная имплантация является общепринятым методом замещения дефектов зубных рядов. Одним из сдерживающих факторов для широкого распространения имплантации является недостаточный объем костной ткани для установки имплантата. Атрофия костной ткани после удаления зубов является одним из важнейших вопросов современной стоматологии, так как значительная атрофия костной ткани челюстей делает невозможным выполнение внутрикостной имплантации, а также создает серьезные трудности при ортопедиче-

ском лечении пациентов с использованием съемных и несъемных протезов.

Целью нашего исследования было: сравнить метода корневой мембраны и традиционного (одномоментного) метода установки имплантата;

экспериментально и клинически обосновать преимущества и недостатки метода корневой мембраны.

Материалы и методы исследования: для проведения диагностики было проведено следующие исследования:

1. Клиническое обследование больных.
2. Радиологическое исследование.
3. Ультразвуковое исследование.
4. Статистические методы обработки результатов исследования.

Результаты исследования: В эксперименте участвовали 30 пациентов из них 18 мужчин, 12 женщин в возрастной категории от 35–45 лет. Эти пациенты были разделены на 2 группы по 15 человек. I группа пациентов были оперирован традиционным методом. II группа пациентов были оперирован методом корневой мембраны. Были выставлены несколько критериев по котором производилась оценка состояния пациентов.

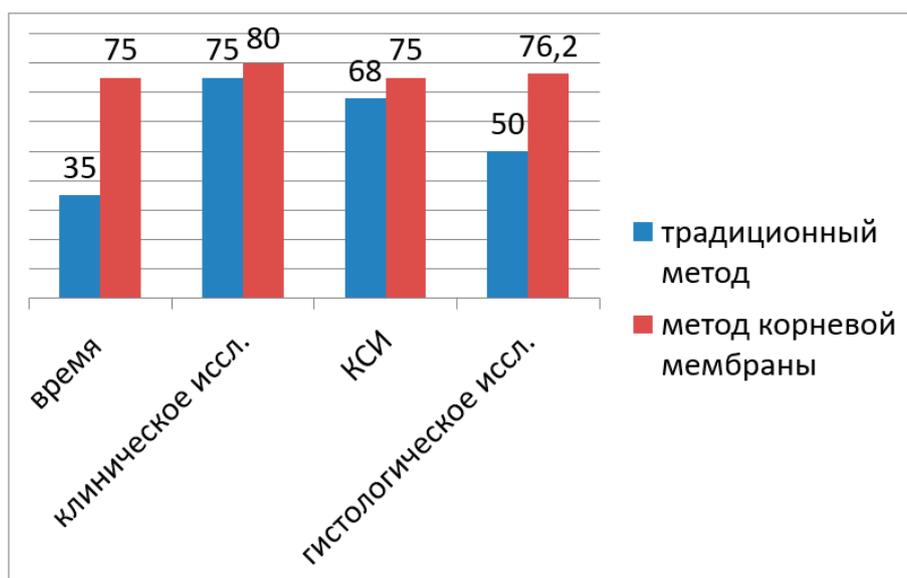
	Традиционный метод	Метод корневой мембраны
Гистологическая исследование	50%	76,2%
Коэффициент стабильности имплантата (ISQ)	<68	>75
Атрофия кости	50%	11%
Время остеоинтеграции	3±1 месяц	1±0,5 месяц

Извлеченный образец ткани, который включал имплантат, корневую мембрану пространство между ними

и щечную костную пластину, оказался неповрежденным. Гистологическая оценка показала контакт кости с им-

плантатом 76,2%. Настоящее гистологическое исследование человека повреждает утверждение о том, что метод корневой мембраны эффективен для предотвращения резорбции костной ткани щечной костной пластинки передней верхней челюсти. Это человеческое гистологическое доказательство того, что корневая мембрана может сохранить щечную костную пластину, имеет большое значение, поскольку оно может помочь подтвердить клиническое исследование этого хирургического метода для под-

держания твердых и мягких тканей с течением времени и для оптимизации эстетических результатов. Как показывает исследование, причина в том, что, когда фрагмент буккального корня намеренно оставлен, кровоснабжение будет поддерживаться плавно и, следовательно, размеры альвеолярного гребня могут быть сохранены. На основании этих данных можно сделать вывод, что корневая методика мембраны является безопасным методом лечения, дает высокий показатель успеха имплантации.



Выводы: согласно исследованиям, метод корневой мембраны является альтернативным методом лечения в эстетически важной зоне. Он показал чрезвычайно высокий успех в сравнение с другим методом. Сильной стороной метода корневой мембраны является немедленное размещение имплантата. Сильная начальная стабильность гарантирует высокий уровень успеха. Доказательства свидетельствуют, что причина успеха в том, что сохраняя вестибулярный корневой фрагмент, — сохраня-

ется кровоснабжение вестибулярного участка в полном размере, следовательно размеры гребня будут сохранены. Исходя из этих доказательств мы можем заключить, что метод корневой мембраны безопасна, имеет высокий коэффициент успеха немедленной имплантации, а кроме этого, этот метод обеспечивает стабильный объём мягких тканей вокруг имплантата и ортопедической конструкции без использования дополнительных материалов таких как костные или мягкотканые трансплантаты.

Литература:

1. F.Mangano, C. Mangano, M. Ricci, R.L. Sammons, J.A. Shibli, and A. Piattelli, «Single-toothMorse taper connection implants placed in fresh extraction sockets of the anterior maxilla: an aesthetic evaluation,» *Clinical Oral Implants Research*, vol. 23, no. 11, pp. 1302–1307, 2012.
2. F. G. Mangano, P. Mastrangelo, F. Luongo, A. Blay, S. Tunchel, and C. Mangano, «Aesthetic outcome of immediately restored single implants placed in extraction sockets and healed sites of the anteriormaxilla: a retrospective study on 103 patients with 3 years of follow-up,» *Clinical Oral Implants Research*, vol. 28, no. 3, pp. 272–282, 2017.
3. E.Mijiritsky, O. Mardinger, Z. Mazor, and G. Chaushu, «Immediate provisionalization of single-tooth implants in fresh extraction sites at the maxillary esthetic zone: up to 6 years of follow-Up,» *Implant Dentistry*, vol. 18, no. 4, pp. 326–333, 2009.
4. Q. Yan, L.—Q. Xiao, M.—Y. Su, Y. Mei, and B. Shi, «Soft and hard tissue changes following immediate placement or immediate restoration of single-tooth implants in the esthetic zone: A systematic review and meta-analysis,» *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, vol. 31, no. 6, pp. 1327–1340, 2016.
5. H. Arora, N. Khzam, D. Roberts, W.L. Bruce, and S. Ivanovski, «Immediate implant placement and restoration in the anterior maxilla: Tissue dimensional changes after 2–5 year follow up,» *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, vol. 19, no. 4, pp. 694–702, 2017.

Эрозии желудка: этиология, клиника, методы диагностики

Омельчук Олег Витальевич, врач-эндоскопист
 ГАУЗ АО Тындинская больница (г. Тында)

Эрозии желудка и 12 перстной кишки наиболее распространённое заболевание верхних отделов пищеварительного тракта. Впервые описана в 1759 г итальянским патологоанатомом Джовани Морганьи, который выявил и дал описание данной патологии. Эрозии желудка и 12-перстной кишки в настоящий момент рассматривается как полиэтиологическое заболевание, и выделение одного основного фактора развития данной патологии сложно. Основные из них:

1. Прием препаратов, раздражающих внутреннюю стенку желудка (ульцерогенов).
2. Инфицирование патогенным микробом *H.pylori*.
3. Стрессовые ситуации
4. Дуодено-гастральный рефлюкс
5. Заболевания сердечно-сосудистой системы и органов дыхания

6. Другие заболевания желудочно-кишечного тракта (онкология, диафрагмальные грыжи)

В настоящее время всё больше уделяют внимание инфекционной теории развития данного заболевания. Это инфицирование патогенным микробом *H.pylori*. Следует заметить что не все выявленные штаммы бактерии *H.pylori* способны к вирулентности. Фактором вирулентности служит наличие у данной бактерии жгутиков, которые способствуют продвижению бактерии в густой слизи, которая защищает слизистую желудка от воздействия соляной кислоты и ферментов, способствующих перевариванию пищи. *H.pylori* — это единственная бактерия которая способна выжить в агрессивной среде желудка. Способна жить и размножаться годами организуя колонии вызывающие воспалительные процессы в верхних отделах пищеварительного тракта.



***Helicobacter pylori*. Микрофотография с использованием СЭМ Автор: Yutaka Tsutsumi, M.D.**

При обращении к врачу больные, страдающие данной патологией, предъявляют жалобы на дискомфорт в эпигастриальной области возникающий спустя 1–2 часа после приема пищи. Частым симптомом развития эрозий являются изжога, отрыжка воздухом, тошнота, нередко рвота.

В эндоскопической практике принята классификация

1. Поверхностные (плоские)
2. Геморрагические

3. Воспалительно-гиперпластические («полные» эрозии, по терминологии японских авторов).

Учитывая, что клиническая картина и симптоматика данной патологии схожа с симптомами язвенной болезни желудка и 12-перстной кишки, для точной верификации диагноза необходимо проведение диагностической фиброгастроскопии. Главным и наиболее достоверным методом верификации диагноза, по нашему мнению, считается фи-

брогастроскопия. При выполнении диагностической гастроскопии врач макроскопически оценивает распространённость процесса, величину дефектов, количество, зрелость. Проводится прицельная биопсия с целью исключения онкопатологии и обнаружению *H. pylori*. Одновременно проводится уреазный экспресс-тест на *H. pylori*.

Помимо ФГДС целесообразно проведение дополнительных методов исследования;

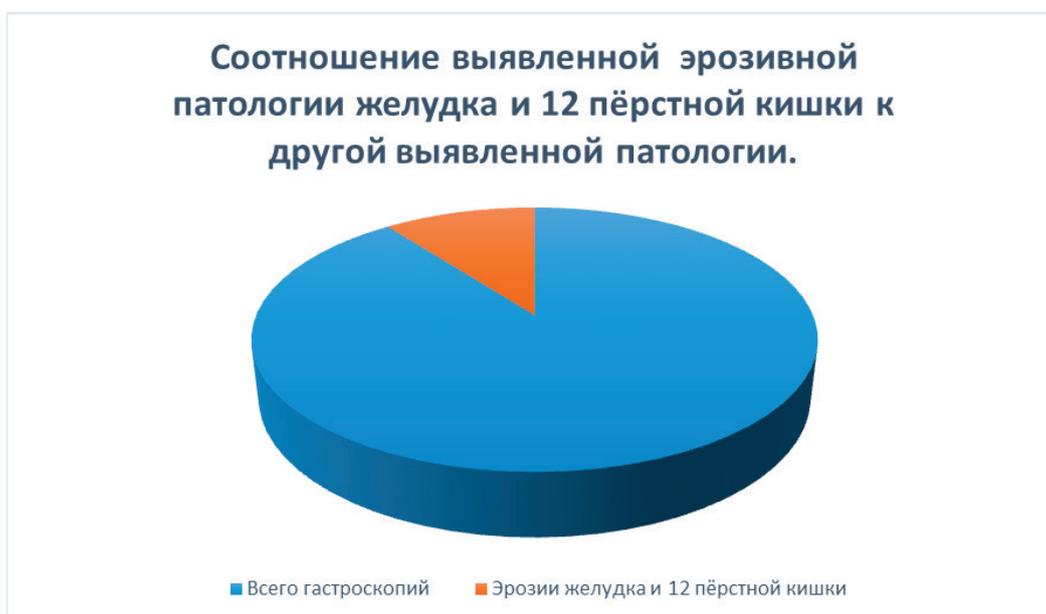
1. Рентгенологическое исследование методом двойного контрастирования.
2. Проведение клинического и биохимического анализа крови.
3. Проведение анализа кала на скрытую кровь.
4. Ультразвуковое исследование органов брюшной полости.

По анализам, проведенным в нашем лечебном учреждении, контроль эффективности проведенной терапии следует проводить не раньше чем через 3–4 недели от начала лечения. А контроль эрозий желудка и 12-перстной кишки ассоциированных с бактериальной обсеменённостью *H. pylori* с целью исключения получения ложно отрицательного результата успешной эрадикационной терапии проводить не раньше чем через 1–2 месяца от начала лечения. Это относится к контролю обсеменённости проводимого с помощью цитологического метода исследования материала, полученного путём прицельной биопсии при выполнении контрольной гастроскопии. Анализируя данные годовых отчетов эндоскопического кабинета нашего больничного учреждения за последние несколько лет прослеживается стабильный рост данной патологии.



При проведенных за восемь лет 14939 гастроскопии выявлено 1725 случаев эрозивной патологии желудка

и 12 перстной кишки. Что составило 11,6% от общего числа проведенных гастроскопий.



По данным нашего лечебного учреждения стабильный рост данной патологии обусловлен несколькими факторами:

- Увеличение количества сердечно сосудистых заболеваний, что в свою очередь ведет к приему таких ulcerогенных препаратов как «кардиомагнил», «варфарин».
- Увеличение выполняемых высокотехнологических лечебных манипуляций на сердечно сосудистой системе включающий дополнительное исследование фиброгастроскопию.
- Прием нестероидных противовоспалительных препаратов.
- Ухудшение экологии. Вредные привычки.
- Бесконтрольный прием антибиотиков.
- Значительное увеличение числа проводимых гастроскопических исследований.

Литература:

1. Савельев В. С. Руководство по клинической эндоскопии / В. С. Савельев, Г. И. Лукомского, В. М. Буянов — М.: Книга по Требованию, 1985г с117
2. Леонов В. В., Донцов И. В., Мехтиханов З. С., Бойко Л. А. Руководство по эндоскопии пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки. — Х.: Факт, 2004. — 136 с.:
3. <https://ruspromedic.ru/raznoe/materialy-dlja-vrachej/21746-diagnosticheskaja-jendoskopija-izjazvlenij.html>

– Увеличение количества проводимых ежегодных медицинских осмотров с обязательным проведением ФГДС работающим вахтовым методом, работающим с горюче-смазочными материалами и на открытом воздухе.

Выводы: Эрозии желудка и 12-перстной кишки является актуальной, патологией. Несвоевременное назначенное лечение или отсутствие его может в последствии привести к тяжёлым осложнениям: язва желудка и 12 пёрстной кишки, кровотечение, рост доброкачественных и злокачественных опухолей.

Количество пациентов увеличивается с каждым годом. Решающую роль в постановке диагноза играет фиброгастродуоденоскопия с выполнением прицельной биопсии для цитоморфологического исследования. Проведение экспресс-метода и метода цитологического исследования на наличия *H. pylori*.

Молодой ученый

Международный научный журнал
№ 13 (251) / 2019

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

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

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

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ №ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г.
ISSN-L 2072-0297
ISSN 2077-8295 (Online)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый»
Номер подписан в печать 10.04.2019. Дата выхода в свет: 17.04.2019.
Формат 60 × 90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

Почтовый адрес редакции: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.
Фактический адрес редакции: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.
E-mail: info@moluch.ru; <https://moluch.ru/>
Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.